

Eine kleine Dosis Toxikologie von Steven Gilbert (übersetzt von Christoph Wilhelm)

Eine kleine Dosis Toxikologie, 2. Auflage

Healthy World Press

Ein Projekt des Institute of Neurotoxicology and Neurological Disorders (INND)

Seattle

[Healthy World Press](#)

2. Auflage, Januar 2012

Toxikologie; Toxikologie und Gesundheit; Prinzipien der Toxikologie

Copyright © 2012 Steven G. Gilbert

All rights reserved. Published in the United States by Healthy World Press, a project of the Institute of Neurotoxicology and Neurological Disorders (INND).

ISBN: 978-0-9833378-3-6

Cover design by Kelli Lewis

Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur zweiten Auflage

Danksagungen

Toxikologie im Alltag

Eine kleine Dosis Toxikologie der Geschichte

Eine kleine Dosis Alkohol

Eine kleine Dosis Koffein

Eine kleine Dosis Nicotin

Eine kleine Dosis Pestizide

Eine kleine Dosis Blei

Eine kleine Dosis Quecksilber

Eine kleine Dosis Arsen

Eine kleine Dosis Metalle

Eine kleine Dosis Lösungsmittel

Eine kleine Dosis Strahlung

Eine kleine Dosis in der Umwelt verbleibende Giftstoffe

Eine kleine Dosis hormonaktiver Stoffe

Eine kleine Dosis Tier- und Pflanzengifte

Eine kleine Dosis Neurotoxikologie

Eine kleine Dosis Krebs

Eine kleine Dosis Entwicklungstoxikologie

Eine kleine Dosis Hausgifte

A Small Dose of Toxics in the Home

Eine kleine Dosis Risikobewertung

Eine kleine Dosis Ethik

Glossar

Abkürzungen

Anhang: Darstellungen der Prinzipien „Dosis-Wirkung-Beziehung“

Vorwort zur zweiten Auflage

Mein Ziel war es immer, die Toxikologie sowohl lehrreich als auch interessant für den unkundigen Leser zu machen. Toxikologie ist die Lehre der Auswirkung von Chemikalien auf den Körper. Wissenschaft und Chemikaliengebrauch sind ein fester Bestandteil unseres modernen Lebens; je mehr wir verstehen, wie Chemikalien auf unsere Gesundheit und Wohlbefinden sich auswirken, desto mehr können wir tun, um als Konsumenten kluge Entscheidungen zu treffen und für die menschliche Gesundheit und Umwelt einzutreten.

Nach Abschluss der ersten Ausgabe von *Eine kleinen Dosis Toxikologie* (veröffentlicht von Taylor & Francis, 2006) erstellte ich eine Website, um das Buch zu fördern. Auch machte ich PowerPoint-Präsentationen für jedes Kapitel des Buches leicht und frei verfügbar. Ich wollte den Menschen ein Werkzeug in die Hand geben, um ihnen zu helfen, mit den Prinzipien der Toxikologie vertraut zu werden, welches Lehrer und Schüler gleichermaßen nützlich finden. Im Geiste der Schaffung von Werkzeugen, die sowohl nützlich und unterhaltsam sind, erstellte ich auch ein interaktives Poster zur Toxikologie, die dem Benutzer erlaubt, weitere Informationen zu einem bestimmten Thema zu erhalten, indem er auf das betreffende Quadrat klickt.

Einer der wichtigsten Aspekte der Wissenschaft und der Toxikologie ist es, zu zeigen, wie unser Verständnis von Chemikalien sich im Laufe der Zeit entwickelte. Die Lehren, die wir aus dem Einsatz von Chemikalien, manchmal auch durch Unglücksfälle, gezogen haben, sind oft in die heutige Gesetzgebung eingeflossen und in der Alltagspraxis verankert, um die menschliche Gesundheit und Umwelt zu schützen. Um toxikologischen Geschichte durch die Jahrhunderte zu beleuchten, erstellte der Toxikologe Toni Hayes und ich ein weiteres interaktives Plakat "Milestones of Toxicology", welches durch Ansam Sawalha ins Arabische übersetzt wurde. Oft besteht die Herausforderung nicht nur darin, neue Informationen zu erzeugen, sondern die bekannten besser zu nutzen, um die bestmöglichen Entscheidungen und Strategien für unsere Familien und künftigen Generationen zu finden.

Als ich über eine Erstellung einer interaktiven Informationssammlung zur Integration der Wissenschaft der Wechselwirkungen von Chemikalien auf die Gesundheit mit historischen Lehren nachdachte, wurde ich zunehmend von der Wiki-Technologie und Wiki-Websites fasziniert. Seiten wie Wikipedia ermöglichen einer Gemeinschaft von Menschen, eine breit angelegte Datenbank an interaktiven, dynamischen und verbundem Wissen aufzubauen. Diese Faszination führte zur Gründung der Toxipedia, einer wikibasierten Website. Diese soll den Informationsaustausch zwischen Toxikologen und Wissenschaftler fördern und die toxikologischen Wissenschaften in Beziehung zur Geschichte, der Gesellschaft und der Kultur setzen. Primäres Ziel war die Erstellung einer Website, die die toxikologische Gemeinschaft in dem Aufbau einer vertrauenswürdigen Wissensdatenbank unterstützt und dem Einzelnen hilft, sich fortzubilden und fundierte Entscheidungen für die Gesundheit und den Umweltschutz zu treffen. Auch sollte Toxipedia eine nützliche Quelle für Schüler, Lehrer, die allgemeine Öffentlichkeit und für die politischen Entscheidungsträger sein.

Die spannende Möglichkeit der Schaffung eines interaktiven digitalen Toxikologiebuches tat sich auf, als die Urheberrechte für *Eine kleine Dosis Toxikologie* mir zurückgegeben wurden. Angesichts der Herausforderung, Lehrbücher zu aktualisieren und sie mit dem auf dem Web bereits vorhandenen Material zu integrieren, ist es meine Überzeugung, dass die meisten Lehrbücher letztlich digitalisiert werden.

Eine kleine Dosis Toxikologie, (2. Auflage) ist das Ergebnis unserer Bemühung, auf diese Herausforderung zu reagieren. Alle Kapitel des Buches wurden aktualisiert und neue Kapitel hinzugefügt, aber am wichtigsten ist, dass der Text in Toxipedia verlinkt wurde. Dies wird dem Leser erleichtern, Themen von Interesse tiefer zu erkunden. Unser Ziel ist es, aus *Eine kleine Dosis Toxikologie* ein dynamisches und sich entwickelndes Hilfsmittel zu machen. Wissenschaftler, Studenten und Lehrer werden in der Lage sein, neues Material für zukünftige Ausgaben hinzuzufügen und beim Aufbau der Wissensbasis zu helfen.

Die zweite Auflage von *Eine kleine Dosis Toxikologie* wird nur als digitales Buch von Healthy World Press, einem Geschäftsbereich des Institute of Neurotoxicology and Neurological Disorders (INND) herausgegeben werden. INND ist eine in Seattle ansässige gemeinnützige Organisation, die wissenschaftliche Information frei zugänglich macht, um zu einer gesunden und friedlichen Welt beizutragen. Es wird keine Gebühr für das Herunterladen der zweiten Auflage *Eine kleine Dosis Toxikologie* oder der PowerPoint-Präsentationen erhoben, aber wir bitten Sie, mit einer kleinen Spende unsere Arbeit zu unterstützen, die darin besteht das Buch und Toxipedia regelmäßig zu aktualisieren.

Danksagung

Diese zweite Auflage von *Eine kleinen Dosis Toxikologie* ist die erste digitale Ausgabe, die zusammen mit Toxipedia entwickelt wurde. Toxipedia wurde nur mit der Unterstützung von Darryl Duke und seine Firma Stepstone Technologies Inc. möglich, und ich bin Darryl zu großem Danke verpflichtet für seine technische Unterstützung, sowie seine laufenden Ermutigung. Ein weiterer großer Dank geht an Kelli Lewis von Kelli Lewis Design, der all die Logos für die Toxipedia Websites und das neue Buchcover erstellte. Philip Dickey nahm wieder einmal die Mühe auf sich, das Manuskript zu lesen und die gesamte Ausgabe zu kommentieren. Maria M. Williams machte die letzten Nachbearbeitungen vor der Erstellung der Website und dem digitalen Buch. Jeff Williams übernahm die Erstellung des digitalen Buches und die Schaffung der endgültigen epub-Dateien. Schließlich möchte ich Janice Camp für ihre kontinuierliche Unterstützung in den großen und kleinen Dingen danken.

Toxikologie im Alltag oder Eine Einführung in eine kleine Dosis Toxikologie

Einführung

Die Toxikologie war ursprünglich die Gifforschung und wird heute mehr formal als eine Untersuchung der negativen Auswirkungen von chemischen oder physikalischen Einwirkungen auf lebende Organismen betrachtet. Während unseres Lebens beginnen die meisten von uns ein intuitives toxikologisches Gespür zu entwickeln, welches uns in den täglichen Entscheidungen hilft. Dieser Prozess kann schon am frühen Morgen bei einer Tasse Kaffee oder Tee oder eine Dose Cola beginnen. Diese alltäglichen Getränke enthalten Koffein, das am häufigsten konsumierte Aufputzmittel in der Welt. Die meisten Verbraucher von Koffein sind sich der Vorteile dieser Droge bewusst, sowie der Folgen bei einem übermäßigen Gebrauch. Durch Probieren haben wir gelernt, Koffein zu konsumieren, um unerwünschte Effekte zu vermeiden. Für diese Regulierung unseres Koffeinkonsums wenden wir das Grundprinzip der Toxikologie an: die Dosis-Wirkung-Beziehung. Wir folgen diesem Prinzip, wenn wir beurteilen, wie viel und was wir essen oder trinken, oder wie viel Sonnencreme wir brauchen, bevor wir an den Strand gehen. In einem späteren Kapitel werden wir sehen, dass Koffein ein hervorragendes Beispiel dafür ist, wie wir bewusst oder unbewusst die Prinzipien der Toxikologie anwenden. Wenn wir verstehen, wie Koffein mit dem Körper interagiert, sehen wir, warum Kaffee- und Getränkefirmen mit dieser erstaunlichen Droge so viel Geld umsetzen. Ein Blick auf die Welt aus toxikologischer Sicht bietet eine sehr interessante Perspektive auf aktuelle und historische Ereignisse und unser eigenes Leben.

Auf der Grundlage des intuitiven Verständnisses für Toxikologie sollen die Prinzipien der Toxikologie zum Wissen und Nutzen angewendet werden. Dies ist eine Zielsetzung von *Eine kleine Dosis Toxikologie*. Sie ermöglicht weitergehende kritische Analysen, nicht nur unserer unmittelbaren Umgebung, sondern auch von aktuellen Ereignissen, die unsere Gesellschaft prägen. Toxikologische Aspekte beeinflussen direkt oder indirekt viele Entscheidungen, die unsere Wohnung, das Spielen, die Schule und die Arbeitsumgebung betreffen. Als Bürger in einer demokratischen Gesellschaft, müssen wir fähig sein, sinnvoll Entscheidungsträger in Industrie, Regierung und den Medien einzustellen. Dieses Buch handelt nicht über die Vielzahl zu kaufender Chemikalien, die im Einsatz sind, sondern über die Grundsätze, die zu Entscheidungen führen, ihre Verwendung und die Weitergabe. Wenige Grundsätze der Toxikologie werden uns erlauben, besser die möglichen Auswirkungen der chemischen Expositionen auf unser Leben zu beurteilen, aufschlussreiche Fragen zu stellen und letztlich Einfluss auf die Entscheidungsträger zu nehmen.

Historische und aktuelle Ereignisse

Früher bestand die Aufgabe der Toxikologie typischerweise darin, die tödliche Menge einer Substanz zu bestimmen. In der Literatur findet man hervorragende Beispiele für das Wissen natürlich vorkommender Gifte. Die alten Griechen kannten sehr gut die Wirkung von Schierling, einem Doldenblütengewächs, obwohl sie nicht wussten, welche Substanz zum Tode führt. 399 v. Chr. wurde Sokrates zum Tode durch Schierling verurteilt, nachdem er wegen religiöser Ketzerei angeklagt war, weil er angeblich die Sitten der Jugend verderbe. Wir wissen heute, dass das Alkaloid Coniin die aktive Substanz ist, welche bei Aufnahme Lähmungen, Krämpfe, und auch den Tod verursacht. Neuere Beispiele für die Kenntnis der Gifte sind aus der folgenden Szene aus Romeo und Julia (5. Akt) von Shakespeare ersichtlich:

• • •

Komm, bitterer Führer! Widriger Gefährt!
Verzweifelter Pilot! Nun treib' auf einmal
Dein sturmerkranktes Schiff in Felsenbrandung!
Dies auf dein Wohl, wo du auch stranden magst!
Dies meiner Lieben! O wackrer Apotheker,
Dein Trank wirkt schnell. Und so im Kusse sterb ich.

(aus: Hamlet, nach August Wilhelm von Schlegel)

• • •

Historische Ereignisse können auch aus der Sicht der Toxikologie interpretiert werden. So erwarb Großbritannien Hong Kong während des Opiumkriegs von 1839-1842. Opiumhaltige Medizin diente zur Behandlung von Krankheiten wie Ruhr und Cholera. Die Anwender stellten bald fest, dass Rauchen einer Mischung von Tabak und Opium die Resorption des Opiums erhöht, was zu einer schnelleren Wirkung führt. Die chinesische Regierung versuchte, das Opiumrauchen wegen der verheerenden Auswirkungen einzudämmen. Dies stand allerdings im Widerspruch zu dem britischen Wunsch, den Opiumhandel zu erhöhen. Das Wissen über die physiologischen und toxikologischen Eigenschaften von Drogen (legal oder illegal) ist für die Entwicklung einer fundierten Politik wichtig. Der Blick auf historische und aktuelle Ereignisse aus Sicht der Toxikologie (siehe unten) bietet eine neue Perspektive auf die zugrunde liegenden Probleme.

Alltägliche Beispiele aus der Toxikologie

Nachfolgend sind Beispiele (Tabelle 1.1). Die Liste ließe sich beliebig fortsetzen, denn sie bestimmen die täglichen Nachrichten. Können Sie zu dieser Liste erweitern? Welche toxikologischen Fragestellungen waren kürzlich in den Nachrichten?

Tabelle 1.1 Alltägliche Beispiele für toxikologische Schlagzeilen

Schlagzeile	Kommentar
Thalidomid	Wurde als ein Beruhigungsmittel in den frühen 1960er Jahren entwickelt, aber es verursacht einen seltene Geburtsfehler, Phokomelie (Extremitätenfehlbildung). 1962 verabschiedete die FDA ein Gesetz, wonach vor der Zulassung neuer Medikamente diese zuerst an Tieren und anschließend an Menschen ausreichend getestet werden müssen.
Hong Kong	1. Viele Hühner und Vögel wurden in Hong Kong getötet, um die Ausbreitung eines für den Menschen potenziell tödlichen Vogelgrippe-Virus zu stoppen 2. Warum war Hong Kong eine britische Kolonie? Zum Teil aufgrund der Opium-Kriege, als England und anderen Ländern die Verwendung von Opium in der chinesischen Bevölkerung förderten.
Prinzessin Diana	Zum Zeitpunkt des Todes sollte ihr Fahrer berauscht gewesen sein.
Botschafter in Mexiko	Vor Jahren wurde ein ehemaliger Gouverneur von Massachusetts (Weild) abgelehnt, Botschafter in Mexiko zu werden, weil US-Senator Jesse Helms dachte, er sei „zu nachgiebig gegenüber Drogen.“ Der Senator war von einem Staat mit hauptsächlich Tabakanbau und ein großer Förderer der Tabakindustrie (und somit Nikotin). Wer ist „nachgiebig“ gegenüber Drogen?
\$276 Millionen	durch den Verzehr von Alkohol oder Drogenmissbrauch (drug abuse (S. 10, 3rd column), Autounfälle, Arbeitslosigkeit, usw. verlorenes oder ausgegebenes Geld
\$65 Millionen	wegen Tabak-bedingten Krankheiten oder Erkrankungen verlorenes oder ausgegebenes Geld
Nahrung	Unsere Versorgung mit Lebensmitteln ist abhängig von und verunreinigt mit Pestizide. Künstlich Süßungsmittel, Aromen

	und Farben werden verwendet. Quecksilber ist in einige Fische nachweisbar.
Lärm	Starker Lärm kann das Gehör schädigen und kann bewirken, dass ein noch größere Wirkung in Kombination mit bestimmten Drogen
Staub	Der Staub im Haus kann viele gefährliche Verunreinigungen enthalten, z.B. Blei oder Pestizide. Viele von ihnen können im Haus zu Schuhe oder durch Haustiere zurückverfolgt werden. Ausziehen der Schuhe reduzieren kann Verunreinigungen im Haushalt senken.
12 000 Kinder	Geschätzte Anzahl der Kinder mit Fetal Alcohol Syndrom.
Coeur d'Alene, Silver Valley, ID	352.000 Pfund Blei, entstanden bei Verschmutzung aus dem Bergbau, wurden in den in Lake Coeur d'Alene eingebracht.
Sonnenstrahlung (Ultraviolett)	Kann Sonnenbrand und Krebs verursachen
Arsen	Im Trinkwasser, in alten Hütten und in Abbaustätten gefunden; verursacht Hautkrankheiten und Krebs.

Die Definition der Toxikologie

Die Toxikologie wurde ursprünglich als eine neue Wissenschaft betrachtet. Sie hat jedoch alte Wurzeln und ist eng mit der Medizin verbunden. Das Gegenstück der Toxikologie in der Medizin ist die Pharmakologie. Sie macht Aussagen über positive und negative Auswirkungen von Arzneimitteln. Die schädlichen Auswirkungen von Arzneimittel, häufig als Nebenwirkungen bezeichnet, sind die eigentlichen toxikologischen oder unerwünschten Aspekte des Arzneimittelproblems, welche zusammen mit den Vorteilen hinzunehmen sind. Die grundlegenden Prinzipien der Pharmakologie und Toxikologie sind sehr ähnlich, nur mit einem anderen Akzent auf den Erfolg. Zum Beispiel kann man die pharmakologischen oder nützliche Aspekte von Koffein untersuchen, oder die unerwünschte oder toxikologische Aspekte von zu viel Koffein. Koffein in der richtigen Dosis wird üblicherweise für seine stimulierende Wirkung auf das Nervensystem konsumiert, aber zu viel führt gleichermaßen zu erkennbaren Nebenwirkungen.

Als das Wissen über die Auswirkungen von Giften wuchs, erweiterte sich auch die Definition der Toxikologie. Eine moderne Definition der Toxikologie ist die Lehre von den negativen Auswirkungen von chemischen und physikalischen Einwirkungen auf lebende Organismen. Trotz dieser relativ einfachen Definition, erscheinen einige wichtige Aspekte wert, besonders hervorgehoben zu werden. "Nebenwirkungen" reichen von offensichtlichen wie Tod, Krebs, einer Verletzung durch eine Verätzung, bis zu unerwünschten Wirkungen, wie bei Aufnahme von zu viel Koffein. Wir

bemerken schnell diese unangenehmen Effekte und beziehen sie auf die Einwirkung des Wirkstoffes. Nachdem unser Wissen in der Toxikologie zugenommen hat, änderte sich die Sichtweise bezüglich der individuellen Empfindlichkeit und deren komplizierten Auswirkungen wie eine Abnahme der Lern- und Gedächtnisleistung. Schäden im Nervensystem, die zu einer Intelligenzabnahme führen können, sind schwieriger in einem Individuum zu bewerten und mit der Exposition in Verbindung zu bringen. Um Änderungen zu bewerten, ist es häufig notwendig die Exposition und die Effekte in großen Gruppen oder Populationen von Menschen zu betrachten. Unser gesteigertes Bewusstsein der negativen Auswirkungen von Bleiexposition in Kindern ist ein hervorragendes Beispiel des Wechsels in der toxikologischen Betrachtung. Es ist kaum nötig zu wissen, welche Menge Blei ein Kind tötet, sondern man muss die Empfindlichkeit der kindlichen Hirnentwicklung bei geringeren Dosen verstehen. Schäden der Lern- und Gedächtnisleistung eines Kindes hat lebenslängliche unerwünschte Effekte und Konsequenzen für den Einzelnen und die Gesellschaft zu Folge.

Das in Abb. 1.1 gezeigte Kind, welches in einer Recyclingfabrik für Bleibatterien arbeitet, illustriert die globalen Auswirkungen der Toxikologie. Dieses Kind wird lebenslang an der Auswirkung der Bleivergiftung leiden und seine geistige Möglichkeiten nicht voll ausschöpfen können.

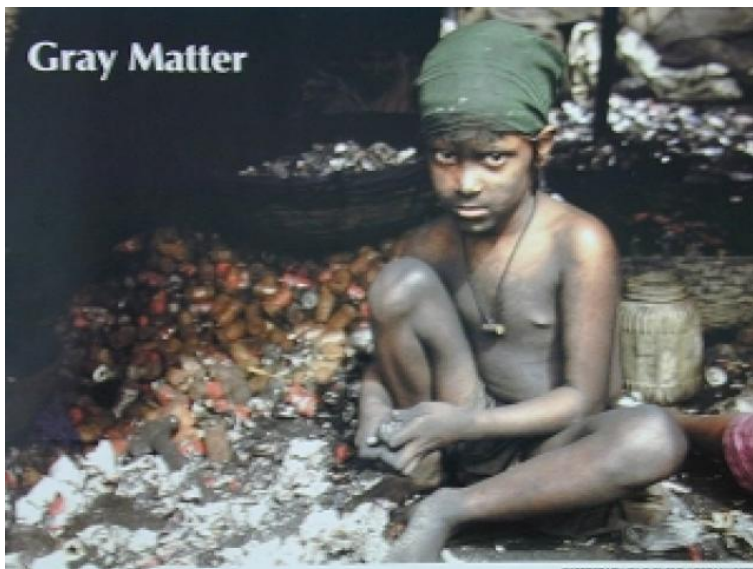


Abbildung 1.1 Kinderarbeit, Bangladesch. – Kind welches in einer Blei-Akku Recycling-Fabrik arbeitet [Copyright durch die Fotografen und / oder Peter Arnold, Inc. (mit Erlaubnis)]

Der zweite Teil der Toxikologiedefinition befasst sich mit „chemischen und physikalischen“ Wirkstoffen. Chemische Wirkstoffe können natürlich vorkommen oder künstlich hergestellt sein. Schädliche, natürlich vorkommende Wirkstoffe, die von lebenden Organismen produziert werden, heißen Naturgiftstoffe, während die künstlich hergestellten zu den Giftchemikalien zählen. Natürlich vorkommende Wirkstoffe können gut und lebensnotwendig sein, wie etwa Wasser, oder tödlich, wie das Gift einer Korallenschlange. Pflanzen, Tiere und Bakterien produzieren eine Vielzahl an chemischen Substanzen oder Gifte, die normalerweise zum Überleben

oder zur Verteidigung dienen. Menschen und Tiere haben gelernt, diese Stoffe zu gebrauchen, um Krankheiten zu heilen oder um andere Pflanzen oder Tiere zu vergiften. Unterschiedliche Pflanzen produzieren Koffein, eine bitter schmeckende Verbindung, wahrscheinlich um Insekten abzuwehren. Das Digitalisgift des Fingerhutes wird verwendet, um Herzkrankheiten zu behandeln. Bakterien, wie Botulinus oder Anthrax, produzieren Gifte, die Menschen töten, aber wir verwenden Hefen zu unserem Vorteil für die Alkoholherstellung.

Unsere Industriegesellschaft hat gelernt, eine große Anzahl von Chemikalien für bestimmte Zwecke herzustellen. Ein Großteil unserer Lebensmittelversorgung ist abhängig von der Verwendung von Pestiziden. Unsere Haushalte, Schule und Arbeitsplätze enthalten zahlreiche Chemikalien, die möglicherweise gefährlich sind. Der für das Schreiben dieses Buches wichtige Laptop enthält tausende unterschiedlicher Chemikalien. Die Herstellung vieler dieser Stoffe von denen wir abhängig sind und deren anschließende Entsorgung, bergen zusätzliche Gefahren. Es gibt genügend Beispiele auf der Erde mit belasteten Gebieten, die potenziell schädlich für Tiere, Pflanzen und Menschen sind.

Physikalische Einflüsse stellen unterschiedliche Herausforderungen an einen Toxikologen und beinhalten oft auch arbeitsmedizinische Fragen. Temperatur und Lärm stellen die beiden wichtigsten physikalischen Einwirkungen dar, die zu berücksichtigen sind. In den letzten Jahrzehnten stieg die Erkenntnis schädlicher Effekte von Lärm auf das Hören und noch wichtiger, die Bereitschaft den Gebrauch von Gehörschutz zu fördern. Hohe Temperaturen auf dem Arbeitsplatz und hervorgerufen durch die Schutzkleidung kann die Leistungsbereitschaft senken. Sowohl Lärm als auch die Temperatur können zu einer Zunahme von Stress in dieser Umgebung führen und mit anderen Einflüssen einen deutlichen Verlust der Leistungsbereitschaft verursachen. Einige Stoffe führen zusammen mit Lärm zu einem größeren Hörverlust. Schlafentzug und der Jet-Lag können ebenso ernsthafte unerwünschte Effekte haben oder zu einem vorübergehenden Leistungsverlust führen.

Die Toxikologie, zusammen mit den Biowissenschaften, schritten weiter und verlagerten den Schwerpunkt auf das Verstehen von Wirkmechanismen, sowie auf die komplizierten Reaktionen des Organismus und auf das Erkennen von individuellen Besonderheiten. Die Toxikologie hat sich daher vom Tod als Endpunkt entfernt, um nun die Arbeitsbedingungen und Lebensqualität in den Fokus zu stellen. Die Einwirkungen von Dämpfen zum Beispiel, können zu einem beeinträchtigten Urteilsvermögen führen oder zu einer verzögerten Reaktionszeit, mit dem Ergebnis einer ernsthaften Verletzung der Person als Ergebnis eines Anfalls. Ein Kind, welches während der Schwangerschaft Alkohol ausgesetzt war, kann dauerhafte Lernschwierigkeiten haben, wegen der Schädigung in der Hirnentwicklung zu diesem Zeitpunkt. Die Erkenntnis, dass die Empfindlichkeit eines Individuums abhängig ist von dem Entwicklungszustand, Alter oder genetische Ausstattung, wurde eines der wichtigsten Prinzipien in der Toxikologie. Dies veränderte das Denken und die Anwendung des Prinzips der Dosis/Antwort.

Es ist möglich, eine erweiterte Sichtweise der Toxikologie einzunehmen, indem man sie als eine Untersuchung von Auswirkungen auf ein System von bestimmten Ereignissen definiert oder als Exposition auf einen Stoff. Die Prinzipien der Toxikologie sind nun anwendbar auf eine Vielzahl von Phänomenen, wie globale Erwärmung oder Abholzung: steigendes Kohlendioxid in der Atmosphäre ist ein toxisches Ereignis und ein Regenwald kann Abholzung nur bis zu einem gewissen Grad ausgleichen. Die Grundprinzipien der Toxikologie stellen die Rahmenbedingungen für die Betrachtung, sowohl lokaler, als auch globaler Ereignisse dar, viele unterstützen die ökologischen Gesichtspunkte. Diese mehr ökologische Sicht der Toxikologie ist nicht Thema dieses Buches, aber es ist wert, diese zu berücksichtigen, wenn man die Prinzipien der Toxikologie im Tagesgeschäft anwendet.

Umwelthygiene

Das grundlegende Thema dieses Buches ist es, die Toxikologie im Zusammenhang mit der Umwelthygiene zu bringen. Wie können wir Umwelthygiene definieren? Welche Umgebung betrachten wir: die Wohnung, die Schule, den Arbeitsplatz, den Außenbereich, den Innenbereich, die Ozeane, die Luft oder das Wasser? Ich definiere Umwelthygiene als „Bedingungen, die sicherstellen, dass alle Lebewesen die beste Voraussetzung haben, um ihr genetisches Potenzial voll auszuschöpfen oder zu erhalten.“ Dies ist eine sehr weit gefächerte Annäherung zur Umwelthygiene und der Wert kann am besten an Kindern illustriert werden. Wie stellen wir sicher, dass Kinder ihr „volles genetisches Potenzial“ erreichen können? Kinder, zum Beispiel, die auch nur einem geringen Blei-Level ausgesetzt waren, können Lernschwierigkeiten entwickeln und diese nachteilige Einflüsse können sich auf das ganze Leben des Kindes auswirken. Wie stellen wir als Einzelne und als Gesellschaft sicher, dass Kinder nicht durch eine Bleiexposition beeinträchtigt werden. Dies ist ein komplexes Thema, welches weit über die Toxikologie hinausgeht, aber das zunehmende Wissen in der Toxikologie kann zu einer Entscheidung führen, die die zukünftige Lebensqualität des Kindes beeinflussen. Das gleiche gilt für größere Umweltprobleme. *Eine kleine Dosis Toxikologie* ist bestrebt, die Prinzipien der Toxikologie anzuwenden, mit dem Ziel, das Potenzial aller Lebewesen zu steigern, damit sie die Gelegenheit haben, ihr volles genetisches Potenzial zu nutzen und zu erhalten. Wir werden die Effekte der Exposition spezifischer Wirkstoffe auf Lebewesen untersuchen, sowie die daraus resultierenden Veränderungen in der Leistung und Funktion.

Die Berücksichtigung der Umwelthygiene ist eine komplexe Aufgabe für den Einzelnen als auch für die Gesellschaft und reicht bis zu globalen Problemen. Goldgräber im Amazonasgebiet benutzten Quecksilber, um Gold zu gewinnen. Um das Gold freizusetzen wird das Quecksilber verdampft und dies schadet den Arbeitern, da sie die Dämpfe einatmen. Aber das Quecksilber gelangt auch in die Atmosphäre: Der Wind trägt es fort und irgendwann gelangt es zurück auf den Boden, wo es von Bakterien umgewandelt und von Fischen aufgenommen wird. Die Behörden legen dann die akzeptable Quecksilbermenge für bestimmte Fischarten wie Thun- oder Schwertfisch fest. Zerbrochene Thermometer, Leuchtstoffröhren, sowie eine Anzahl weiterer Konsumartikel setzen Quecksilber in die Umgebung frei. Als Gesellschaft müssen wir uns fragen, was es uns wert ist, die Freisetzung oder sogar den Verkauf von Quecksilber einzudämmen?

Pestizide sind Chemikalien, die entwickelt wurden, unerwünschte Pflanzen, Insekten und Tiere zu töten. Obwohl sie unter manchen Bedingungen notwendig sind, hat ihr häufiger Gebrauch unbeabsichtigte Folgen. Das Moskito tötende, häufig eingesetzte DDT ist hierfür nur ein Beispiel. Ursprünglich für andere Organismen für unschädlich gehalten, fand man inzwischen heraus, dass es die Eierschalen von Vögeln zerbrechlicher macht, was zu einem dramatischen Rückgang der Raubtierpopulation beitrug. Eine bemerkenswerte Eigenschaft von DDT und einer Vielzahl verwandter Pestizide ist, dass sie im Fett gespeichert werden. DDT gelangt in die Nahrungskette von kleinen zu immer größeren Tieren und reichert sich dabei im Fettgewebe an. Während des Stillens wird Fett freigesetzt und mit ihm das DDT, welches in der Muttermilch erscheint und vom Säugling aufgenommen wird. Dies sind zwei Punkte mit denen wir konfrontiert werden, wenn wir die globalen Probleme der Toxikologie und Umwelthygiene einschätzen wollen, die uns als Individuum beeinflussen.

Gesetzgebung

Der Staat und die Regierung investieren unsere Steuergelder in umwelt- und toxikologische Fragestellungen. Die Food and Drug Administration (FDA) und die Environmental Protection Agency (EPA) wurden in den USA gegründet, um die Gesundheit und das Wohlergehen der Menschen und die Umwelt zu schützen. Für diese beide „Behörden“ wird das Jahr 1962 in Erinnerung bleiben. Eine Wende in den Regulierungsbestimmungen der FDA fand in diesem Jahr statt, nachdem gezeigt wurde, dass Thalidomid (ein Schlafmittel) Geburtsfehler verursacht. Kleinkinder in Europa und Australien, deren Mütter während der Schwangerschaft Thalidomid nahmen, zeigten bei der Geburt Missbildungen. Glücklicherweise verhinderte Dr. Frances O. Kelsey, eine Wissenschaftlerin der FDA, den Verkauf dieses Medikamentes auf dem amerikanischen Markt, trotz intensiver Bemühungen der Industrie, die Zulassung für diese Medikament zu bekommen. Nach diesem Vorfall wurde die Verordnung verabschiedet und die FDA bekam einen großen Einfluss auf die Kontrolle der Medikamentenzulassungen. Im Jahr 1962 veröffentlichte Rachel Carson ihr bahnbrechendes Buch „Silent Spring“ (Stummer Frühling), in dem sie die drastischen Auswirkungen von Chemikalien auf die Umwelt beschrieb und Bedenken über die Effekte von Pestiziden auf die menschliche Gesundheit äußerte. Nach einer verzögerten politischen Reaktion wurde die EPA im Jahr 1970 gegründet, um zahlreiche Gesetze zum Schutz der Gesundheit und der Umgebung zu verabschieden. Die EPA ist zuständig für die Regulierung von Pestiziden, Industriechemikalien, gefährliche Abfälle, Trinkwasserqualität, Luftverschmutzung und anderen Umweltschadstoffe/-einflüsse.

Zusammenfassung

Der Titel des Buchs beinhaltet als primäres Ziel, eine kleine, brauchbare Einführung in die Toxikologie zu geben. Viele der Beispiele wurden gewählt, um zu zeigen, wie Toxikologie in die täglichen Ereignisse und Entscheidungen eingreift. Nehmen wir eine oder zwei Tassen Kaffee? Was sind die Folgen des Alkoholkonsums oder der Gebrauch von Freizeitdrogen? Warum sind manche Menschen empfindlicher auf chemische oder physikalische Einflüsse als andere? Wurde unser Essen lang genug erhitzt, um alle Bakterien abzutöten? Mein Schwerpunkt liegt in der praktischen

alltäglichen Anwendbarkeit der Toxikologie aber ein weiteres Ziel ist es, Prinzipien der Toxikologie für größere gesellschaftliche Aufgaben bereitzustellen. Das Verständnis der Toxikologie ermöglicht, neue Ansichten zur Entscheidungsfindung zu gewinnen. Die Prinzipien der Toxikologie können dann ständig auf wechselnde Einflüsse angewandt werden, und ermöglichen, Probleme zu verstehen. Die Kraft liegt in dem Wissen, neue Situationen zu bewerten.

„Es ist nicht die Wahrheit, die frei macht. Es ist der Besitz der Macht, die Wahrheit zu entdecken. Unser Dilemma ist, dass wir nicht wissen, wie wir diese Macht anwenden sollen.“ (Roger Lewontin, New York Review of Books, 7. Januar 1997)

Jeder von kann von der Erkenntnis profitieren, wie und warum unser Körper mit Stoffen umgeht und welche Auswirkungen unterschiedliche Verbindungen auf die Umwelt haben. Das Abschätzen der Dosis/Antwort-Beziehung und der individuellen Anfälligkeit bietet eine solide Grundlage, um Maßnahmen zu ergreifen, die zu einer Verbesserung sowohl unserer Gesundheit und Wohlbefinden, als auch der Umwelt führen. Die Erkenntnis, dass Säuglinge aufgrund ihres geringen Gewichtes und des sich entwickelnden Nervensystems empfindlicher auf Stoffe wie Blei reagieren als Erwachsene, kann zu kleinen, aber wichtigen Maßnahmen führen, die die Exposition der Säuglinge verringern und dadurch deren Lebensqualität verbessern. Dieses Wissen kann auch Ansporn für Veränderungen am Arbeitsplatz oder für regulierende Maßnahmen durch Behörden sein. Ebenso kann das Wissen die Grundlage sein, um die Umwelthygiene zu formen und zu beeinflussen.

Der Leser wird ermutigt sich bestimmte für ihn interessante Kapitel auszuwählen; Toxikologie ist unterhaltsam, wenn man sie mit Neugierde erkundet. Eine Besonderheit dieses Buches ist es, dass jedem Kapitel eine entsprechende Powerpoint-Präsentation beigelegt ist. Das Präsentationsmaterial wurde entwickelt, um Studenten und Lehrer eine Übersicht über die Informationen jedes Kapitels zu geben und in einigen Fällen andere Ansichten darzustellen. Als Lehrer habe ich mich immer gewundert, wie oft das gleiche Material in einem Vortrag erscheint.

Ich habe einige Details über die Chemie und die Wirkungsweise von manchen Substanzen wegelassen, da diese Informationen in anderen Quellen verfügbar sind. Die Referenzliste enthält eine Reihe ausgezeichnete Bücher, die mehr Informationen sowohl von bekannten als auch von weniger bekannten giftigen Substanzen enthalten. Diese Ausgabe von *Eine kleine Dosis Toxikologie* ist konzipiert, die umfangreichen Informationen in Toxipedia nutzbar zu machen, einer wiki-basierten Website, die darauf ausgelegt ist, mit dem zunehmenden Wissen in der Toxikologie mit zu wachsen. Das Ziel von Toxipedia ist es, wissenschaftliche Informationen im Zusammenhang von Geschichte, Gesellschaft und Kultur zu bringen und damit bessere Entscheidungen bezüglich der menschlichen Gesundheit und der Umwelthygiene für jeden einzelnen und der Gesellschaft zu ermöglichen. Es wurde gesagt, dass Toxikologie in zwei leichten Lektionen zu je zehn Jahren erlernt werden kann (Ich denke, nun sind es drei). Dieses Buch ist eine Einführung in die ersten zehn Jahre.

Der Vollständigkeit halber gebe ich hier die Referenzen des Originals wieder (Anm. d. Übersetzers).

Additional Resources

Below is a list and brief description of a very few of the more detailed web sites and references. Each chapter of has additional specific recourses and reference while the below are more general in nature.

Teaching Resources

- A Small Dose of Toxicology [presentation material and references](#). Website contains presentation material related to this book for each chapter.
- University of Washington. [Center for Ecogenetics and Environmental Health](#). K-12 teacher resources and student aids that address toxicology.
- US National Library of Medicine. [Toxicology Tutorials](#). Site offers three tutorial lessons on toxicology. [accessed December 27, 2011]
- [Toxicology Education Foundation \(TEF\)](#). TEF provides grants and resources for education in toxicology. [accessed December 27, 2011]
- Society of Toxicology (SOT). [K-12 Resources](#). US toxicology organization site has a variety of useful information and links to educational resources on toxicology and related biological sciences. [accessed December 27, 2011]

European, Asian, and International Agencies

- Organization For Economic Co-Operation And Development (OECD). [Chemical Safety and Biosafety](#). OECD Site contains general information on environmental and chemical health and safety. [accessed December 27, 2011]
- European Commission. [Public Health](#). European Commission has extensive healthrelated information in many languages. [accessed December 27, 2011]
- [European Environment Agency](#). European Environment Agency has extensive environmental health-related information in many languages. [accessed December 27, 2011]
- [National Institute for Clinical Excellence \(NICE\)](#). NICE was set up as a Special Health Authority for England and Wales and its role is to provide patients, health professionals, and the public with authoritative, robust, and reliable guidance on current "best practice." [accessed December 27, 2011]
- [UK Department of Health \(DOH\)](#). The aim of DOH is to improve the health and wellbeing of people in England. [accessed December 27, 2011]
- National Institute for Occupational Safety and Health. [International Chemical Safety Cards](#). This international site has information on a large number of agents. [accessed December 27, 2011]
- Toxicology Excellence for Risk Assessment. [International Toxicity Estimates for Risk \(ITER\)](#). "ITER is a compilation of human health risk values from a number of international health organizations and independent groups." [accessed December 27, 2011]
- [Chemical Safety Information from Intergovernmental Organizations](#). INCHEM is a means of rapid access to internationally peer-reviewed information on chemicals commonly used throughout the world, which may also occur as contaminants in the environment and food. It consolidates information from a number of

intergovernmental organizations whose goal it is to assist in the sound management of chemicals. [accessed December 27, 2011]

- [International Programme on Chemical Safety \(IPCS\)](#). [Pesticide Data Sheets](#). Site has large list of pesticide data sheets. [accessed December 27, 2011]
- [International Agency for Research on Cancer \(IARC\)](#). IARC's mission is to coordinate and conduct research on the causes of human cancer, the mechanisms of carcinogenesis, and to develop scientific strategies for cancer control. [accessed December 27, 2011]
- [World Health Organization \(WHO\)](#). The World Health Organization, the United Nations' specialized agency for health, was established on April 7, 1948. WHO's objective, as set out in its constitution, is the attainment by all peoples of the highest possible level of health. Information is in English, Spanish, and French. [accessed December 27, 2011]
- [International Programme on Chemical Safety \(IPCS\)](#). IPCS is a joint programme of three Cooperating Organizations - ILO, UNEP and WHO, implementing activities related to chemical safety. [accessed December 27, 2011]
- [Encyclopaedia of Occupational Health and Safety](#). Published by the International Labour Office to promote "the protection of the worker from sickness, disease and injury arising out of employment." [accessed December 27, 2011]
- [European Environment Agency](#). Site has information on improving Europe's environment. [accessed December 27, 2011]
- [Institute for Global Communications \(IGC\)](#). EcoNet is part of IGC and was the world's first computer network dedicated to environmental preservation and sustainability. [accessed December 27, 2011]
- [Human and Environmental Risk Assessment \(HERA\)](#). HERA is a voluntary industry program to carry out Human and Environmental Risk Assessments on ingredients of household cleaning products. It is a unique European partnership established in 1999 between the makers of household cleaning products (AISE) and the chemical industry (CEFIC) that supplies the raw materials. [accessed December 27, 2011]
- [Australian Institute of Health and Welfare](#). Australia's national agency for health and welfare statistics and information. [accessed December 27, 2011]
- [Japanese Ministry of Health, Labour and Welfare \(MHLW\)](#). Japan's MHLW regulates drug, food and labor safety. [accessed December 27, 2011]
- [Japanese National Institute of Health Sciences \(NIHS\)](#). Japan's NIHS regulates drugs and chemicals. [accessed December 27, 2011]

North American Agencies

- [Health Canada](#). Health Canada provides extensive health-related information in English and French. [accessed December 27, 2011]
- [The Canadian Centre for Occupational Health and Safety \(CCOHS\)](#). CCOHS provides information and advice to promote safe and healthy working environments. [accessed December 27, 2011]
- [Canadian CHEMINDEX database](#). [accessed December 27, 2011] The CHEMINDEX database contains information on over 200,000 chemicals; record contains identification information on a unique chemical substance, including chemical names and synonyms, the CAS registry number, and a list of the CCINFO databases containing information on that substance. [accessed December 27, 2011]
- [Canadian MSDS Database](#). Material Safety Data Sheets on over 120,000 compounds

from 600 North American manufacturers and suppliers. [accessed December 27, 2011]

- [US National Library of Medicine](#). This site provides access to probably the greatest sources of reference material in the world. The Health Information section has specific areas related to toxicology as well as many searchable databases. [accessed December 27, 2011]
- [US Environmental Protection Agency \(EPA\)](#). Contains a wealth of information on many common environmental pollutants such as lead, mercury, and pesticides, including regulatory information. The site also has a great kids section. [accessed December 27, 2011]
- [US Environmental Protection Agency \(EPA\)](#). [Integrated Risk Information System \(IRIS\)](#). "IRIS is a database of human health effects that may result from exposure to various substances found in the environment." An excellent source of information about many compounds and a great starting place. [accessed December 27, 2011]
- [US Environmental Protection Agency \(EPA\)](#). [Toxics Release Inventory \(TRI\) Program](#). "The Toxics Release Inventory (TRI) is a publicly available EPA database that contains information on toxic chemical releases and other waste management activities reported annually by certain covered industry groups as well as federal facilities." [accessed December 27, 2011]
- [US Food and Drug Administration \(FDA\)](#). All you would ever want to know about the drug approval process as well as basic information on diseases and current event topics. [accessed December 27, 2011]
- [US Food and Drug Administration \(FDA\)](#). [Milestones in Food and Drug Law History](#). Site contains an interesting historical perspective on the US FDA. [accessed December 27, 2011]
- [US Occupational Safety and Health Administration \(OSHA\)](#). OSHA is responsible for regulating the workplace environment. The site has information on current standards and business requirements. [accessed December 27, 2011]
- [US National Institute for Occupational Safety and Health \(NIOSH\)](#). NIOSH is responsible for conducting research and making recommendations for the prevention of work-related disease and injury. [accessed December 27, 2011]
- [US Centers for Disease Control and Prevention \(CDC\)](#). CDC is recognized as the lead federal agency for protecting the health and safety of people of the United States. [accessed December 27, 2011]
- [US Consumer Product Safety Commission \(CPSC\)](#). CPSC works to save lives and keep families safe by reducing the risk of injuries and deaths associated with consumer products. [accessed December 27, 2011]
- [US National Toxicology Program \(NTP\)](#). In 1978 the Department of Health and Human Services (DHHS) established the NTP to coordinate toxicological testing programs, strengthen the science base in toxicology, develop and validate improved testing methods, and provide information about potentially toxic chemicals to health regulatory and research agencies, the scientific and medical communities, and the public. [accessed December 27, 2011]
- [US National Institute of Environmental Health Sciences \(NIEHS\)](#). Wide range of information linking the environment, toxicology, and health. [accessed December 27, 2011]
- [California Environmental Protection Agency \(CalEPA\)](#). "The CalEPA mission is to restore, protect, and enhance the environment to ensure public health, environmental

S.19

quality, and economic vitality." [accessed December 27, 2011]

- [California Office of Environmental Health Hazard Assessment \(OEHHA\)](#). The OEHHA mission is to "protect and enhance public health and the environment by scientific evaluation of risks posed by hazardous substances." [accessed December 27, 2011]

Non-Government Organizations

- [Environmental Defense Fund](#). The Environmental Defense Fund is dedicated to protecting the environmental rights of all people, including future generations. Among these rights are clean air and water, healthy and nourishing food, and a flourishing ecosystem. [accessed December 27, 2011]

- [Scorecard: The Pollution Information Site](#). Site has information on health effects and state exposure issues. [accessed December 27, 2011]

- [Toxicology Excellence for Risk Assessment \(TERA\)](#). "TERA is a nonprofit (501(c)(3)) corporation dedicated to the best use of toxicity data for the development of risk values." [accessed December 27, 2011]

- [North American Association for Environmental Education \(NAAEE\)](#). NAAEE is a network of professionals, students, and volunteers working in the field of environmental education throughout North America and in over 55 countries around the world. Since 1971, the association has promoted environmental education and supported the work of environmental educators. [accessed December 27, 2011]

- [American Lung Association \(ALA\)](#). ALA fights lung disease in all its forms, with special emphasis on asthma, tobacco control and environmental health. [accessed December 27, 2011]

- [Society of Toxicology](#). US-based international professional organization for toxicologists. [accessed December 27, 2011]

- [DRCNet Online Library of Drug Policy](#). Offers an incredible history and information on commonly used recreational drugs. [accessed December 27, 2011]

Library References

- [National Library of Medicine](#). Site provides easy access to medical and scientific literature and numerous databases. [accessed December 27, 2011]

- National Library of Medicine. [US TOXNET](#). TOXNET is a cluster of databases on toxicology, hazardous chemicals, and related areas. [accessed December 27, 2011]

- National Library of Medicine. [Environmental Health & Toxicology](#). Site has links to many sites on a variety of toxicology information. [accessed December 27, 2011]

Introductions to Toxicology and Risk

Ottoboni, Alice. *The Dose Makes the Poison: A Plain Language Guide to Toxicology, 2nd Edition*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991. A very good introduction to toxicology.

Berger, Bob. *Beating Murphy's Law: The Amazing Science of Risk*. New York: Delta, 1994. A fun look at risk in everyday life.

Morgan, M. Granger. "Risk Analysis and Management". *Scientific American* 269, (1993): 32-41. This is a good short overview of many of the issues in risk analysis.

Kent, Chris. *Basics of Toxicology*. New York: Wiley, 1998. More detailed overview but still accessible.

Reference Books

S. 20

Hayes, A. Wallace (ed). *Principles and Methods of Toxicology, 5th Edition*. London: Taylor & Francis, 2007.

Klaassen, Curtis D. (ed). *Casarett & Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons, 7th Edition*. New York: McGraw-Hill, 2007. One of the classic toxicology textbooks that contains more than anyone wants to know about toxicology.

Hardman, Joel G. et al. (eds). *Goodman and Gilman's The Pharmacological Basis of Therapeutics, 12th Edition*. New York: McGraw-Hill, 2010. A detailed book on the pharmacological (i.e. beneficial) and toxicological (i.e. adverse) effects of drugs. Also considerable basic physiological information.

US Congress, Office of Technology Assessment. *Neurotoxicity: Identifying and Controlling Poisons of the Nervous System*. Washington, D.C.: US Government Printing Office, 1990. An excellent overview of toxicology with an obvious emphasis on chemical agents that affect the nervous system.