

Bleivergiftung

Klassifikation nach ICD-10

T56.0 Toxische Wirkung: Blei und dessen Verbindungen

ICD-10 online (WHO-Version 2006) ^[1]

Bei der **Bleivergiftung** oder **Saturnismus** handelt es sich um eine Vergiftung durch die Aufnahme von metallischem Blei oder Bleiverbindungen. Blei ist für viele Lebewesen schädlich.

Dieser Artikel befasst sich mit der Bleivergiftung durch anorganische Bleiverbindungen beim *Menschen*. Vergiftungen mit organischen Bleiverbindungen, wie z. B. den Antiklopfmitteln Tetraethylblei und Tetramethylblei, verlaufen völlig anders und werden hier nicht behandelt, siehe dazu den jeweiligen Artikel.

Blei und Bleiverbindungen können über die Nahrung, durch Inhalation oder über die Haut aufgenommen werden. Bei einmaliger Aufnahme führen erst vergleichsweise große Mengen (tödliche Dosis des gut wasserlöslichen Bleisalzes Blei(II)-acetat für erwachsene Menschen: 5–30 g^[2]) von Blei bzw. Bleiverbindungen zu einer akuten Bleivergiftung; dagegen führt eine Bleidosis ab etwa 1 mg pro Tag über die Nahrung nach längerer Zeit zu einer chronischen Vergiftung^[3], weil Blei nur langsam ausgeschieden wird und sich deshalb im Körper (vor allem in den Knochen anstelle von Calcium) anreichert. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) schätzt die durchschnittliche tägliche perorale Bleiaufnahme auf etwa 100–500 µg pro Person^[4]. Die Verwendung von Blei und Bleiverbindungen, z. B. des im Motor zu anorganischen Bleiverbindungen verbrennenden Antiklopfmittels Tetraethylblei in Autokraftstoffen, als wesentliche Bleiquelle ist seit den 1970er Jahren stark zurückgegangen. Gleichzeitig reduzierte sich auch die messbare Belastung der Umwelt mit Blei^{[5] [6]}.

Blei schädigt das zentrale und das periphere Nervensystem, beeinträchtigt die Blutbildung und führt zu Magen-Darm-Beschwerden und Nierenschäden. Bleiverbindungen sind bis auf Ausnahmen als fortpflanzungsgefährdend (fruchtschädigend und Beeinträchtigung der Fruchtbarkeit) eingestuft^[7]. Seit Juli 2006 bewertet die Deutsche Forschungsgemeinschaft Blei und seine anorganischen Verbindungen als „krebserzeugend im Tierversuch“^[8]. Schwere Vergiftungen führen zu Koma und Tod durch Kreislaufversagen.^[5]

Bleivergiftung ist unter der BG-Kennziffer 1101 als Berufskrankheit anerkannt.

Quellen und Aufnahme von Blei

Blei gehört zu den ersten von Menschen verwendeten metallischen Werkstoffen. Zur Zeit der Römer wurde metallisches Blei in großem Maßstab für Wasserleitungen, Gefäße und andere Geräte und Gegenstände genutzt. Die süßschmeckende, aber giftige Bleiverbindung Blei(II)-acetat („Bleizucker“) wurde zum Süßen und Schönen von Wein genutzt. Die ersten Berichte über Bleivergiftungen (lat. *Saturnismus*) stammen aus dieser Zeit^[5].

Eine Untersuchung von 5000 Jahre alten menschlichen Knochen aus dem Sudan ergab einen Bleigehalt von 600 µg/kg, während Knochen aus Münchner Autopsiematerial im Jahr 1980 6500–9000 µg/kg enthielten^[5]. Daraus schließt man, dass die Menschheit den Hauptteil der heutigen Bleibelastung selbst durch die Nutzung dieses Metalls in großem Maßstab verursacht hat. Zusammen mit der Nutzung von Blei ist aber auch die Bleibelastung in den letzten Jahrzehnten stark zurückgegangen: Im Jahr 1971 führte der Rhein an der holländischen Grenze noch 2000 t Blei pro Jahr mit sich; im Jahr 1984 nur noch 500 t pro Jahr^[5]. Der Bleieintrag in die Oberflächengewässer auf deutschem Boden im Einzugsgebiet der Ostsee ist zwischen 1985 und 2000 um 70 % zurückgegangen^[9].

Vor allem der Verzicht auf verbleites Benzin hat die Bleibelastung der Umwelt stark reduziert, aber auch die verbesserte Abgasreinigung mit Feinstaubfiltern in großen Verbrennungsanlagen, bessere Abwasser- und Abluftreinigung in bleiverarbeitenden Betrieben sowie generell die reduzierte Verwendung von bleihaltigen Produkten in der Industrie haben dazu beigetragen.

Erwachsene nehmen mehr als 80 % des Bleis über Lebensmittel auf; wenn Kleinkinder bleibelasteten Boden und Staub verschlucken, können sie dadurch mehr Blei aufnehmen als über die Nahrung. Die pro Tag und Kilogramm Körpergewicht aufgenommene Bleimenge liegt zwischen 0,5 und 30 µg. Sie ist bei Kindern mit durchschnittlich 0,8 µg/kg relativ gesehen höher als bei Erwachsenen mit durchschnittlich 0,55 µg/kg. Die WHO gibt als vorläufig duldbare wöchentliche Aufnahmemenge (Provisional Tolerable Weekly Intake, PTWI) 25 µg/kg Körpergewicht an^[10]. Das entspricht pro Tag etwa 3,6 µg/kg oder etwa 200 µg für einen Erwachsenen mit 60 kg Körpergewicht.

Luftbelastung

Das bleihaltige Antiklopfmittel Tetraethylblei hat etwa zwischen 1920 und 1980 die Bleibelastung der Luft deutlich erhöht. Bei der Verbrennung im Motor entsteht Blei und Blei(II)-oxid, das mit Chlor und Brom aus dem Benzin zugesetzten halogenierten Kohlenwasserstoffen zu feinen Blei(II)-chlorid- und Blei(II)-bromid-Partikeln reagiert. Diese Schwebstoffe setzten sich dann vor allem in der Umgebung der Straßen ab, wo sie, verglichen mit weiter von Straßen entfernten Orten, zu einem um den Faktor 2–10 größeren Bleigehalt in oberirdisch wachsendem Obst und Gemüse führten^[6]. Beim Verhütten von Blei und auch bei seiner Raffination wird es als feiner Blei(II)-oxid-Staub freigesetzt und erhöht die Bleibelastung in der Umgebung. Auch Abfallverbrennungsanlagen und andere Feuerungsanlagen sowie bleiverarbeitende Betriebe geben bleihaltigen Staub ab^[11]. Die feinen Stäube (Partikelgröße: 0,1–10 µm) werden teilweise vom Wind in weiter entfernte Regionen getragen, wo sie sich vor allem mit dem Niederschlag absetzen^[12]. Stark bleihaltiger Staub entsteht auch, wenn bei Korrosionsschutzmaßnahmen alte Bleimennige-Anstriche durch Sandstrahlen entfernt werden^[11].

Eine ebenfalls erhöhte Bleikonzentration im Blut lässt sich gelegentlich bei Sportschützen und solchen Personen finden, die regelmäßig in geschlossenen Räumen mit Schusswaffen trainieren. Gefährliche Werte werden dennoch selten erreicht, vor allem aufgrund der Einkapselung des Bleis in einen Kupfermantel (Vollmantelgeschoss).

Blei aus eingeatmetem Staub reichert sich nicht in der Lunge an, sondern wird entweder resorbiert oder im Rahmen der Selbstreinigung der Atemwege mit dem in den Rachenraum beförderten Bronchialschleim verschluckt. Von den eingeatmeten Bleipartikeln bleiben je nach Größe 30–50% in der Lunge; insgesamt werden etwa 30% der eingeatmeten Bleimenge resorbiert. Bei 20 m³ eingeatmeter Luft pro Tag und einem Bleigehalt von 1 µg/m³ in der Atemluft – dieser Wert wird auch in Städten selten überschritten – resultiert daraus eine Bleiresorption von 6 µg pro Tag.^[5] Seit dem 1. Januar 2005 gilt ein Grenzwert von 0,5 µg/m³ im Jahresmittel^[13].

Potenziell gefährdet sind deshalb vor allem Arbeiter in der Bleigewinnung oder der Verarbeitung bleihaltiger Produkte. In Bleihütten und -raffinerien können Luftkonzentrationen zwischen 80 und 4000 µg/m³ auftreten^[5]. Der MAK-Wert von Blei ist auf 100 µg/m³ (0,1 mg/m³) festgelegt.

Nahrung und Trinkwasser

Der Bleigehalt von Lebensmitteln schwankt stark. Bestimmte Organismen reichern Blei an; manche Pilze können Konzentrationen bis 40.000 µg/kg Trockengewicht oder sogar 80.000 µg/kg erreichen^[12]. In Süßwasserfischen wurden 0,5–1000 µg/kg gefunden^[12]. Höhere Pflanzen nehmen – bis auf wenige Ausnahmen – nur wenig Blei über die Wurzel oder Blattoberfläche auf; deswegen sind pflanzliche Lebensmittel vor allem durch den auf der Oberfläche abgesetzten bleihaltigen Staub belastet, der sich teilweise abwaschen lässt^[12]. Bei Pflanzen mit großer Blattfläche können so Höchstwerte bis zu 20.000 µg/kg^[14] erreicht werden. Verglichen mit den meisten Nahrungsmitteln tierischer Herkunft (Bleigehalt 10–100 µg/kg^[14]) enthalten die Innereien von Schlachttieren mit 100–1000 µg/kg^[14] relativ viel Blei.

Für viele Lebensmittelgruppen existieren von der Europäischen Gemeinschaft individuell festgelegte Blei-Höchstgehalte, die beispielsweise zwischen 20 µg/kg für Milch und 1500 µg/kg für Muscheln liegen können^[10]. Die Werte richten sich danach, welche Mengen man von den jeweiligen Lebensmitteln typischerweise aufnimmt und wie viel Blei die Lebensmittel normalerweise enthalten. Das ist der Grund für den hohen Grenzwert bei Muscheln, die Blei anreichern und deshalb von Natur aus vergleichsweise viel Blei enthalten, aber typischerweise

nicht regelmäßig in großen Mengen verzehrt werden.

In der Vergangenheit waren Bleigeschirr und bleihaltiges Geschirr aus Zinn bedeutsame Bleiquellen, weil insbesondere saure Lebensmittel wie Wein oder Fruchtsaft erhebliche Mengen Blei aus ihnen lösen konnten. Ihre Verwendung ist inzwischen verboten. Heutzutage kann noch bleihaltige Keramikglasur Blei in relevanter Menge an Nahrungsmittel abgeben^[15]. Der im Jahr 1984 festgesetzte Höchstwert für Bleiabgabe an Lebensmittel liegt bei 4000 µg/l, was inzwischen als zu hoch angesehen wird^[15].

Wasserleitungen aus Blei sind vor allem bei weichem oder saurem Wasser problematisch, weil sich keine schützende Schicht aus schwerlöslichem Blei(II)-carbonat bilden kann und im Extremfall bis zu 3000 µg/l^[5] (andere Quellen: 200 µg/l^[6], 500 µg/l^[14]) Blei in Lösung gehen können. Damit kann der seit dem 1. Dezember 2003 bestehende Grenzwert für Trinkwasser von 25 µg/l, der bis Anfang 2013 auf 10 µg/l sinken wird, um ein Vielfaches überschritten werden. Für lange Zeit galt vorher ein Grenzwert von 40 µg/l^[16]. Bleirohre werden seit 1973 nicht mehr eingebaut, sind aber noch in 10–15% der Haushalte in Ballungsgebieten vorhanden^[16]. Blei kann auch aus Messingarmaturen ins Trinkwasser übergehen und den jetzigen Grenzwert überschreiten, wenn es längere Zeit mit dem Metall in Kontakt bleibt^[16].

Insbesondere Kleinkinder können über belasteten Boden Blei aufnehmen; der Bleigehalt im Bereich nahe der Oberfläche schwankt je nach Bleieintrag extrem: Er kann kleiner als 50.000 µg/kg oder größer als 1.000.000 µg/kg sein.^[14]

Erwachsene resorbieren über den Verdauungstrakt nur etwa 10% der aufgenommenen Bleimenge in den Körper, während bei Kindern im Alter zwischen zwei Monaten und sechs Jahren bis zu 50% des Bleis in den Körper gelangen. Deshalb sind Kinder durch Blei in der Nahrung besonders gefährdet.^[5]

Rauchen

Seit Sommer 2006 ist in Deutschland wiederholt Cannabis aufgetaucht, das mit elementarem Blei verunreinigt ist. Im Raum Leipzig wurden 29 Bleivergiftungen dokumentiert, die sich auf den Konsum des verseuchten Marihuanas zurückführen lassen.^[17] Im Februar 2009 sind im Raum München mehrere Patienten mit Bleivergiftungen festgestellt worden, nachdem diese mit Bleisulfid gestrecktes Cannabis konsumiert hatten. Im Blut der Patienten, die an Vergiftungssymptomen litten, fanden sich hohe Bleiwerte.^[18]

Blei im Körper

Verteilung

Man unterscheidet zwischen drei Bleidepots im Körper, die unterschiedlich schnell Blei einlagern und abgeben können und auf ein wechselseitiges Gleichgewicht zustreben: Zunächst gelangt aufgenommenes Blei ins Blut, wo es sich zu 95 % an die roten Blutkörperchen bindet. Zwischen Blut und Herz, Lunge, Leber, Niere, Gehirn und Verdauungstrakt stellt sich schnell ein Gleichgewicht ein. Langsamer läuft der Austausch mit Muskeln und Haut.^[12] In Weichgewebe hat Blei eine Halbwertszeit von etwa 20 Tagen^[5]. Das Blei in diesen Depots wird entweder ausgeschieden oder als Bleiphosphat anstelle von Calciumphosphat in die Knochen und Zähne eingelagert. Dort bildet es ein sehr langlebiges Depot mit einer Halbwertszeit von 5–20 Jahren. Bei Erwachsenen befinden sich 90 % des Bleis im Körper in den Knochen, bei Kindern nur 60%. Wenn Knochensubstanz abgebaut wird, z. B. bei Calciummangel, Stress, während einer Cortisontherapie, durch Azidose oder während der Schwangerschaft, kann der Blutbleispiegel ansteigen und ohne zusätzliche Bleizufuhr von außen Symptome einer akuten Bleivergiftung auslösen, die sogenannte Bleikrise.

Blei ist plazentagängig; somit kann Blei aus dem Blut einer schwangeren Mutter auf das ungeborene Kind übergehen und es schädigen.

Wirkung

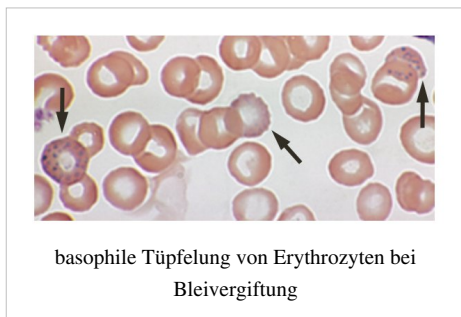
Auswirkung	Blutkonzentration in µg/l (Kinder)	Blutkonzentration in µg/l (Erwachsene)
Leicht beeinträchtigte Nierenfunktion	100	-
Statistisch geringerer IQ	100-200	-
Statistisch früherer Geburtstermin	-	140
Enzymhemmung in der Blutbildung	ab 150	ab 150
BAT (Frauen unter 45 Jahren)	-	300
Delta-Aminolävulinsäure und Koproporphyrin im Harn erhöht	400	400
BAT	-	400
Visuomotorische Leistung verringert	100-200	500
Blutarmut	200	500
chronische Enzephalopathie	500-600	800
Lähmungen	600-800	600-800
akute Enzephalopathie	800-1000	1200

Die Wirkung von Blei auf den Körper hängt von der Bleikonzentration im Blut ab. Für erwachsene Männer hat die DFG 400 µg/l als höchsten zulässigen Wert am Arbeitsplatz (BAT-Wert) festgelegt, für Frauen unter 45 Jahren 300 µg/l. Da man in Tierversuchen und breit angelegten Studien bei Kindern und Schwangeren schon ab etwa 150 µg/l Blei im Blut Hinweise darauf gefunden hat, dass IQ und Lernverhalten beeinträchtigt sind, sollte laut WHO ein Blutbleispiegel von 100 µg/l in 98% der Bevölkerung (Kinder eingeschlossen) nicht überschritten werden^[4].

Glatte Muskulatur zieht sich durch Blei zusammen, was zu Darmkrämpfen führt. Außerdem verengen sich kleine Blutgefäße; dadurch erscheint die Haut blass und der Blutdruck steigt geringfügig an.

Blutbildung

Blei hemmt drei an der Blutbildung beteiligte Enzyme (Delta-Aminolävulinsäure-Dehydratase (ALAD), Koprogenase und Ferrochelatase), was dazu führt, dass einerseits die Blutbildung insgesamt gestört ist und sich andererseits Zwischenprodukte (die Substrate der betroffenen Enzyme bzw. ihre Stoffwechselprodukte, d. h. δ-Aminolävulinsäure (ALA), das Dehydrierungsprodukt Koproporphyrin III des Koproporphyrinogen III und Protoporphyrin IX) anreichern.^[19]



Ab einem Blutbleispiegel von etwa 150 µg/l lässt sich die Hemmung der ALAD nachweisen, ab 400 µg/l ist der ALA-Gehalt im Harn erhöht. Das braune Koproporphyrin III lässt sich ebenfalls ab dieser Blutbleikonzentration im Urin vermehrt nachweisen und färbt ihn in schwereren Fällen (hoher Blutbleispiegel) dunkelbraun. Es trägt auch zur blass-grau-gelben Färbung der Haut bei chronischer Bleivergiftung bei^{[3] [5]}. Zwischen 200 und 600 µg/l steigt der Gehalt an Protoporphyrin in den roten Blutkörperchen und verursacht eine sog. „basophile Tüpfelung“ der roten Blutkörperchen, die sich

mikroskopisch nachweisen lässt.

Über 500 µg/l (bei Kindern 200 µg/l) Blei im Blut kann Blutarmut verursachen^[4], weil es die Blutbildung einschränkt und die Lebensdauer der roten Blutkörperchen verringert.

Herz-Kreislauf-System

Blei verursacht eine Erhöhung des Blutdrucks, weil vermindert gefäßerweiternde Hormone (Prostaglandine) freigesetzt werden. Stattdessen werden gefäßverengende produziert. Herzrhythmusstörungen kommen ebenfalls vor, durch Störung des zellulären Kalziumhaushalts. Blei erhöht auch das Risiko für Herzinfarkt, Herzinsuffizienz und Herzrhythmusstörungen meist als Folge von Arteriosklerose. Diese wird unter anderem durch die Bildung freier Radikale und die Vermehrung glatter Muskelzellen in den Blutgefäßen gefördert.^[20]

Nervensystem

Bei Kindern sind schon ab 100–200 µg/l Blei im Blut statistisch psychische Veränderungen wie geringfügig verringerte Intelligenz und psychomotorische Defizite feststellbar^[14]. Bei Erwachsenen ist die Leistung bei visumotorischen Tests ab 500 µg/l reduziert^[14]. Zur Enzephalopathie kommt es bei Erwachsenen ab 1200 µg/l, bei Kindern schon ab 800–1000 µg/l. Diese Enzephalopathie endet bei Kindern unbehandelt häufig tödlich und verursacht bei Überlebenden oft bleibende neurologische und neuropsychologische Schäden^[4]. Zu den Symptomen einer solchen Enzephalopathie gehören Kopfschmerzen, Desorientierung, Schlaflosigkeit, Erbrechen, Apathie, Stupor, Überaktivität und Aggressivität^[5]. In schweren Fällen führt sie zu Delirium, Krämpfen, Koma und Tod durch Kreislaufversagen^[5].

Chronische Bleivergiftung mit Blutkonzentrationen ab 600–800 µg/l^[5] lähmt durch Nervenschäden bevorzugt stärker beanspruchte Extensoren. Erstes Zeichen einer chronischen Bleivergiftung ist häufig die Fallhand, bei der die Hand gegenüber dem Unterarm nicht gehoben werden kann. Diese auch als „Fallhandstellung“ bezeichnete Lähmung ist Folge einer Schädigung des Nervus Radialis (Speichennerv).^[3]

Verdauungsorgane

Eine Bleivergiftung verursacht typische Darmkoliken („Bleikolik“) und Verstopfung, in schweren Fällen einen spastischen Ileus. Eine akute Vergiftung durch große Mengen einer Bleiverbindung kann Erbrechen auslösen; das Erbrochene kann durch im Magen mit der Magensäure gebildetes Blei(II)-chlorid weiß gefärbt sein^[2].

Nieren

Die Nierenfunktion wird bei Kindern ab 100 µg/l Blei im Blut leicht beeinträchtigt^[14]. In schweren Vergiftungsfällen kann das Nierengewebe geschädigt werden^[5]. Bei Ratten hat Blei in hohen Dosen über lange Zeiträume Nierentumore ausgelöst^[4].

Fortpflanzung

Bei Ratten und Primaten haben in Tierversuchen Blutbleispiegel ab etwa 150 µg/l vor der Geburt zu bleibender Lern- und Gedächtnisschwäche geführt^[4]. Blei hat im Tierversuch auch Wurfgröße, Geburtsgewicht und Überlebensrate der Neugeborenen reduziert^[5]. Bei Menschen scheint ein Blutbleispiegel der Mutter von mehr als 140 µg/l das Geburtsalter verringern zu können^[14].

Ausscheidung

Blei wird nur sehr langsam ausgeschieden, so dass sich nach Ende der Bleiaufnahme erst nach Jahren normale Werte einstellen^[3]. Über die Nieren wird der Großteil (76%) des Bleis ausgeschieden; über Galle und Darm 16% und weniger als 8% mit Haaren, Nägeln, Hautabschilferung und Schweiß^[5]^[3].

Diagnose und Monitoring

Zu den äußeren Symptomen einer Bleivergiftung gehört das sog. „Bleikolorit“ (blass-grau-gelbe Verfärbung der Haut), Darmkoliken, diffuse zentralnervöse Symptome wie Müdigkeit, Kopfschmerzen, Appetitlosigkeit usw., Lähmungen, ein blauschwarzer, Blei(II)-sulfid enthaltender „Bleisaum“ im Zahnfleisch um die Zahnhäse und in schweren Fällen eine Enzephalopathie.^[3]

Um die Bleibelastung von Menschen zu bestimmen, kommen Blut, Harn, Zähne und Haare in Frage. Blut eignet sich am besten zur Diagnose und zur Erfolgskontrolle einer Behandlung.^[14]

Der Bleigehalt des Harns schwankt zu stark in Abhängigkeit vom Flüssigkeitskonsum und von der Nierenfunktion; außerdem ist der Bleigehalt im Harn um den Faktor 10 geringer als der im Blut und damit schwieriger zu bestimmen. Da erst ab der bereits schädigenden Blutbleikonzentration von 400 µg/l der Gehalt an ALA und Koproporphyrin III im Harn signifikant erhöht ist, eignen sich diese Parameter nur, um stärkere Belastungen – z. B. berufsbedingte – zu erkennen^[5]. Um die Bleibelastung in der Bevölkerung zu überwachen, ist dieser Parameter ungeeignet.^[14]

Zähne eignen sich prinzipiell dazu, die Langzeitbelastung mit Blei zu bestimmen, weil der Bleigehalt mit Lebensalter und Bleiexposition ansteigt. Sie sind aber bei Erwachsenen im Allgemeinen nicht verfügbar; um die Bleibelastung bei Kindern zu bestimmen, sind sie aber gut geeignet, weil bei ihnen die ausgefallenen Milchzähne untersucht werden können.^[14]

Über die Ablagerung in den Haaren ließe sich die Belastung der vorangegangenen Monate abschätzen; das Ergebnis kann aber durch an den Haaren haftendes Blei verfälscht sein.^[14]

Um Bleidepots in den Knochen durch zurückliegende Belastung nachzuweisen, ist der Blutbleispiegel weniger gut geeignet, denn er ist oft nicht mehr erhöht. Stattdessen kann man das entweder direkt über Röntgenfluoreszenzanalyse das Blei in den Knochen bestimmen, oder man führt einen EDTA-Provokationstest durch. Dazu injiziert man dem Patienten EDTA und überwacht die Bleiausscheidung. Ist sie signifikant höher als ein typischer Vergleichswert, deutet das auf ein zu großes Bleidepot im Körper hin.^[5]

Behandlung

Nach oraler Aufnahme einer bleihaltigen Substanz versucht man zunächst durch Erbrechen und Magenspülung zu verhindern, dass das Blei resorbiert wird. Einer akuten Vergiftung wird mit einer Magenspülung mit 3%iger Natriumsulfatlösung und gleichzeitiger Gabe von Aktivkohle entgegengewirkt^[21]. Dadurch werden Bleiionen in schwer lösliches Bleisulfat überführt und an die Kohle gebunden.

Um Blei aus dem Blut und aus leichtverfügbaren Depots zu entfernen, kommt eine Therapie mit Chelatbildnern wie EDTA, DTPA und/oder D-Penicillamin in Frage. Die Chelate werden über die Nieren ausgeschieden. Chelatbildner verursachen aber starke Nebenwirkungen und können nicht über einen längeren Zeitraum gegeben werden, weil sie auch lebensnotwendige Spurenelemente aus dem Körper schwemmen. Bei Kindern ist eine Chelat-Therapie bei einem Blutbleispiegel über 450 µg/kg zu erwägen^[14].

Nach einer Vergiftung mit unklarer Ursache ist es wichtig, die Bleiquelle(n) zu identifizieren und auszuschalten, um eine erneute Intoxikation zu verhindern.

Prävention

Der einzige Schutz vor Blei ist, es möglichst nicht freizusetzen und aufzunehmen. Viele Anwendungen für Blei sind inzwischen verboten oder stark eingeschränkt; dazu gehören Bleiweiß als Weißpigment, Mennige als Rostschutz, Tetraethylblei als Antiklopfmittel, bleihaltiges Lötzinn und viele mehr. Wo Blei nicht ersetzbar ist, sollen Produktionsverfahren eingesetzt werden, die möglichst wenig bleihaltigen Staub und bleihaltiges Abwasser produzieren. Entstehen unvermeidbar Staub und Abwasser, müssen diese abgesaugt bzw. abgefangen, gesammelt und gereinigt und dann geeignet entsorgt werden. Um potenziell gefährdete Arbeitskräfte, die mit Blei oder

bleihaltigen Verbindungen in Kontakt kommen könnten, zu schützen, müssen Arbeitgeber und Arbeitnehmer die einschlägigen Arbeitsschutzvorschriften einhalten. Dazu gehört Überwachung der Luftkonzentration, Überwachung des Blutbleispiegels beim Personal, Hygienemaßnahmen und ggf. Schutzausrüstung.

Bleihaltige Produkte und Abfälle wie alte Autobatterien müssen ggf. gesondert gesammelt und entsorgt werden.

Für Personen, die nicht beruflich mit Blei in Kontakt kommen oder in stark kontaminierten Gegenden wohnen, besteht inzwischen meist keine Gefahr mehr, über Luft und Nahrung zu viel Blei aufzunehmen. Problematisch sind immer noch vorhandene Wasserleitungen aus Blei, die erhebliche Bleimengen ins Trinkwasser abgeben können. Sie sollten wenn möglich durch Wasserleitungen aus geeignetem Material ersetzt werden. „Ablaufenlassen“ des Wassers, das lange in der Leitung stand, ist nur eine Notmaßnahme für Erwachsene und nicht geeignet für Säuglinge und Schwangere.^[22] Für die Zubereitung von Säuglingsnahrung ist Wasser mit zu hohem Bleigehalt unbedingt zu vermeiden, denn Kinder sind besonders durch Blei in der Nahrung gefährdet. Obst und Gemüse sollte man vor dem Verzehr abwaschen, um anhaftenden Staub zu entfernen. Nahrungsmittel mit von Natur aus erhöhtem Bleigehalt wie Wildpilze, Muscheln und Innereien sollte man nur in geringen Mengen verzehren.

Für Lebensmittel darf man nur ausdrücklich als dafür geeignet gekennzeichnete Gefäße und Geräte benutzen. Problematisch können mit bleihaltiger Glasur überzogene Keramikgefäße sein; Vorsicht ist bei „No-Name-Produkten“ und Importen aus dem Ausland geboten. 2007 wurde entdeckt, dass Spielwaren mit Farbe überzogen wurde, die unverhältnismäßig hoch mit Blei belastet war. Hier kam es mehrfach zu Rückrufaktionen beispielsweise des amerikanischen Unternehmens Mattel^[23], das billigst in der Volksrepublik China produziert und Maßnahmen zur Qualitätssicherung nicht oder zumindest nicht ausreichend stattgefunden haben.

Einzelnachweise

- [1] <http://www.dimdi.de/dynamic/de/klassi/diagnosen/icd10/htmlamtl2006/fr-icd.htm>
- [2] Reinhard Ludewig, Karlheinz Lohs: *Akute Vergiftungen*. 6. Auflage. Gustav-Fischer-Verlag, Stuttgart 1981. ISBN 3-437-10697-X S. 127-129
- [3] C.-J. Estler (Hrsg.): *Pharmakologie und Toxikologie*. 5. Auflage. F. K. Schattauer Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart 2000. ISBN 3-7945-1898-5 S. 735–738
- [4] WHO: *Chapter 6.7 Lead* (http://www.euro.who.int/document/aic/6_7lead.pdf) (2001)
- [5] Hans Marquardt, Siegfried G. Schäfer (Hrsg.): *Lehrbuch der Toxikologie*. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg 1997. ISBN 3-8274-0271-9 S. 513–517
- [6] Konrad Lang: *Biochemie der Ernährung*. 4. Auflage. Steinkopff, Darmstadt 1979. ISBN 3-7985-0553-5 S. 379–381
- [7] Umweltbundesamt: *Leitfaden zur Anwendung umweltverträglicher Stoffe* (<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/fpdf-1/2325.pdf>) (Februar 2003)
- [8] Deutsche Forschungsgemeinschaft: *DFG legt MAK- und BAT-Werte-Liste 2006 vor* (http://www.dfg.de/aktuelles_presse/pressemitteilungen/2006/presse_2006_34.html) (Pressemitteilung Nr. 34, 5. Juli 2006)
- [9] Umweltbundesamt: *Emissionen aus dem Ostseeinzugsgebiet* (<http://www.umweltbundesamt.de/wasser/themen/stoffhaushalt/sseidm/ssm22.htm>) (Stand 16. November 2005)
- [10] Verbraucherinformationssystem Bayern: *Schwermetalle in Lebensmitteln* (http://www.vis-ernaehrung.bayern.de/de/left/fachinformationen/verbraucherschutz/unerwunschte_stoffe/schwermetalle.htm) (Stand 13. Januar 2006)
- [11] Umweltbundesamt: *Blei* (<http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-daten/daten/blei.htm>) (Stand 18. November 1998)
- [12] Bruno Streit: *Lexikon Ökotoxikologie*. VCH, Weinheim 1991. ISBN 3-527-28104-5 S. 104–110
- [13] Umweltbundesamt: *Informationen zum Luftschadstoff Blei* (http://www.env-it.de/luftdaten/download/public/docs/pollutants/others/infoblatt_blei.pdf) (Stand: November 2005)
- [14] Umweltbundesamt: *Stoffmonographie Blei* (<http://www.umweltbundesamt.de/daten/monitor/pbmono.pdf>) (1996)
- [15] Bundesinstitut für Risikobewertung: *Blei und Cadmium aus Keramik* (http://www.bfr.bund.de/cm/216/blei_und_cadmium_aus_keramik.pdf) (7. Juni 2005)
- [16] Umweltbundesamt: *Grenzwert für Blei im Trinkwasser gesenkt* (<http://www.eco-world.de/service/news/archiv/9739/index.html>) (12. Dezember 2003)
- [17] New England Journal of Medicine: *Lead Poisoning Due to Adulterated Marijuana* (<http://content.nejm.org/cgi/reprint/358/15/1641.pdf>)
- [18] Blei-verseuchtes Marihuana in Bayern aufgetaucht (http://hanfverband.de/aktuell/meldung_1235140154.html)
- [19] Rainer Braun: *Spezielle Toxikologie für Chemiker: eine Auswahl toxischer Substanzen*. Vieweg+Teubner Verlag, 1999, ISBN 978-3-519-03538-1, S. 38
- [20] Quecksilber und Blei machen es ihrem Herz schwer (http://www.tierversuchsfreie-medizin.de/?download=Quecksilber-und-Blei_Herz.pdf).

- [21] Mutschler alii: *Arzneimittelwirkungen, Lehrbuch der Pharmakologie und Toxikologie*, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart, 8.Auflage, S. 970f
- [22] Bundesumweltamt: TRINK WAS - TRINKWASSER AUS DEM HAHN (<http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3058.pdf>)
- [23] Blei in Fisher-Price-Spielzeug (http://www.focus.de/finanzen/news/rueckruf_aid_68598.html)

Siehe auch

- Blei
- RoHS
- Schwermetalle
- Bleikinder
- Gressenicher Krankheit

Literatur

- Klaus Schümann: *Historische Aspekte der Bleivergiftung*, in: Bergknappe 31(2007)1, S. 14-22 (Digitalisat des gesamten Heftes (http://www.silberberg-davos.ch/PDF_BK/BK_110.pdf))
- Detlev Stöfen: *Blei als Umweltgift: die verdeckte Bleivergiftung, ein Massenphänomen?*, Verlag Schroeder, Eschwege 1974, ISBN 3-87721-023-6

Weblinks

- Technische Regeln für Gefahrstoffe: Blei und bleihaltige Gefahrstoffe (TRGS 505) (http://www.baua.de/nr_nn_5846/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/TRGS/pdf/TRGS-505.pdf) (PDF, 66 kB)
- Merkblatt zur BK Nr. 1101: Erkrankungen durch Blei oder seine Verbindungen (<http://arbmed.med.uni-rostock.de/bkvo/m1101.htm>)
- Lead Poisoning: A Historical Perspective – Historische Perspektive zur Bleivergiftung (US-amerikanische Webseite) (<http://www.epa.gov/history/topics/perspect/lead.htm>)
- Untersuchung eines Bleibelastungsfalls am Arbeitsplatz (pdf-Datei) (<http://www.aerztekammer-bw.de/25/10praxis/85arbeitsmedizin/0501.pdf>)
- Englischsprachige Bibliografie zu Bleivergiftungen in der Antike (<http://www.nipissingu.ca/department/history/MUHLBERGER/orb/lead.htm>)
- Informationen über bleihaltige Cannabisprodukte (http://hanfverband.de/themen/blei_in_marihuana.html) des Deutschen Hanf Verbandes
- Bleiintoxikationen durch gestrecktes Marihuana in Leipzig (<http://www.aerzteblatt.de/v4/archiv/pdf.asp?id=62150>), erschienen im Deutschen Ärzteblatt (PDF, 145 kB)

Quelle(n) und Bearbeiter des/der Artikel(s)

Bleivergiftung *Quelle:* <http://de.wikipedia.org/w/index.php?oldid=83582608> *Bearbeiter:* -picard, Aka, Andante, Armin P., Ayacop, BBitterwolf, Baumfreund-FFM, Cholo Aleman, ChrisHamburg, Cvf-ps, DarkScipio, Der Lange, Diba, Don Leut, Don Magnifico, Drlunge, Draheg01, Druffeler, Fortress, GD Berlin, Gako, ILA-boy, J.-H. Janßen, JWBE, Koerpertraining, Kuebi, Leider, Lunus, MBq, MarcoBorn, Medwikier, Nepenthes, Nephelin, Norbert Kaiser, Pendulin, Pittimann, Q344, Raststätte, Reinhard Kraasch, Rogald, Shadak, Sr. F, Srbauer, Stadtschrat, Tschäfer, Tsor, Uellue, UsualRedAnt, Uwe Gille, Westiand, Wettig, Wikipit, Zbisasimone, 78 anonyme Bearbeitungen

Quelle(n), Lizenz(en) und Autor(en) des Bildes

Datei:Lead poisoning - blood film.jpg *Quelle:* http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Lead_poisoning_-_blood_film.jpg *Lizenz:* Creative Commons Attribution 2.0 *Bearbeiter:* Herbert L. Fred, MD and Hendrik A. van Dijk

Lizenz

Wichtiger Hinweis zu den Lizenzen

Die nachfolgenden Lizenzen beziehen sich auf den Artikeltext. Im Artikel gezeigte Bilder und Grafiken können unter einer anderen Lizenz stehen sowie von Autoren erstellt worden sein, die nicht in der Autorensite erscheinen. Durch eine noch vorhandene technische Einschränkung werden die Lizenzinformationen für Bilder und Grafiken daher nicht angezeigt. An der Behebung dieser Einschränkung wird gearbeitet. Das PDF ist daher nur für den privaten Gebrauch bestimmt. Eine Weiterverbreitung kann eine Urheberrechtsverletzung bedeuten.

Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 Unported - Deed

Diese "Commons Deed" ist lediglich eine vereinfachte Zusammenfassung des rechtsverbindlichen Lizenzvertrages (http://de.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Lizenzbestimmungen_Commons_Attribution-ShareAlike_3.0_Unported) in allgemeinverständlicher Sprache.

Sie dürfen:

- das Werk bzw. den Inhalt **vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen**
- Abwandlungen und Bearbeitungen** des Werkes bzw. Inhaltes anfertigen

Zu den folgenden Bedingungen:

- Namensnennung** — Sie müssen den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen.
- Weitergabe unter gleichen Bedingungen** — Wenn Sie das lizenzierte Werk bzw. den lizenzierten Inhalt bearbeiten, abwandeln oder in anderer Weise erkennbar als Grundlage für eigenes Schaffen verwenden, dürfen Sie die daraufhin neu entstandenen Werke bzw. Inhalte nur unter Verwendung von Lizenzbedingungen weitergeben, die mit denen dieses Lizenzvertrages identisch, vergleichbar oder kompatibel sind.

Wobei gilt:

- Verzichtserklärung** — Jede der vorgenannten Bedingungen kann aufgehoben werden, sofern Sie die ausdrückliche Einwilligung des Rechteinhabers dazu erhalten.
- Sonstige Rechte** — Die Lizenz hat keinerlei Einfluss auf die folgenden Rechte:
 - Die gesetzlichen Schranken des Urheberrechts und sonstigen Befugnisse zur privaten Nutzung;
 - Das Urheberpersönlichkeitsrecht des Rechteinhabers;
 - Rechte anderer Personen, entweder am Lizenzgegenstand selber oder bezüglich seiner Verwendung, zum Beispiel Persönlichkeitsrechte abgebildeter Personen.
- Hinweis** — Im Falle einer Verbreitung müssen Sie anderen alle Lizenzbedingungen mitteilen, die für dieses Werk gelten. Am einfachsten ist es, an entsprechender Stelle einen Link auf <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.de> einzubinden.

Haftungsbeschränkung

Die „Commons Deed“ ist kein Lizenzvertrag. Sie ist lediglich ein Referenztext, der den zugrundeliegenden Lizenzvertrag übersichtlich und in allgemeinverständlicher Sprache, aber auch stark vereinfacht wiedergibt. Die Deed selbst entfaltet keine juristische Wirkung und erscheint im eigentlichen Lizenzvertrag nicht.

GNU Free Documentation License

Version 1.2, November 2002

Copyright (C) 2000,2001,2002 Free Software Foundation, Inc.

51 Franklin St, Fifth Floor, Boston, MA 02110-1301 USA

Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies

of this license document, but changing it is not allowed.

0. PREAMBLE

The purpose of this License is to make a manual, textbook, or other functional and useful document "free" in the sense of freedom: to assure everyone the effective freedom to copy and redistribute it, with or without modifying it, either commercially or noncommercially. Secondly, this License preserves for the author and publisher a way to get credit for their work, while not being considered responsible for modifications made by others. This License is a kind of "copyleft", which means that derivative works of the document must themselves be free in the same sense. It implements the GNU General Public License, which is a copyleft license designed for free software.

We have designed this License in order to use it for manuals for free software, because free software needs free documentation: a free program should come with manuals providing the same freedoms that the software does. But this License is not limited to software manuals; it can be used for any textual work, regardless of subject matter or whether it is published as a printed book. We recommend this License principally for works whose purpose is instruction or reference.

1. APPLICABILITY AND DEFINITIONS

This License applies to any manual or other work, in any medium, that contains a notice placed by the copyright holder saying it can be distributed under the terms of this License. Such a notice grants a world-wide, royalty-free license, unlimited in duration, to use that work under the conditions stated herein. The "Document", below, refers to any such manual or work. Any member of the public is a licensee, and is addressed as "you". You accept the license if you copy, modify or distribute the work in a way requiring permission under copyright law.

A "Modified Version" of the Document means any work containing the Document or a portion of it, either copied verbatim, or with modifications and/or translated into another language.

A "Secondary Section" is a named appendix or a front-matter section of the Document that deals exclusively with the relationship of the publishers or authors of the Document to the Document's overall subject (or to related matters) and contains nothing that could fall directly within that overall subject. (Thus, if the Document is in part a textbook of mathematics, a Secondary Section may not explain any mathematics.) The relationship could be a matter of historical connection with the subject or with related matters, or of legal, commercial, philosophical, ethical or political position regarding them.

The "Invariant Sections" are certain Secondary Sections whose titles are designated, as being those of Invariant Sections, in the notice that says that the Document is released under this License. If a section does not fit the above definition of Secondary then it is not allowed to be designated as Invariant. The Document may contain zero Invariant Sections. If the Document does not identify any Invariant Sections then there are none.

The "Cover Texts" are certain short passages of text that are listed, as Front-Cover Texts or Back-Cover Texts, in the notice that says that the Document is released under this License. A Front-Cover Text may be at most 5 words, and a Back-Cover Text may be at most 25 words.

A "Transparent" copy of the Document means a machine-readable copy, represented in a format whose specification is available to the general public, that is suitable for revising the document straightforwardly with generic text editors or (for images composed of pixels) generic paint programs or (for drawings) some widely available drawing editor, and that is suitable for input to text formatters or for automatic translation to a variety of formats suitable for input to text formatters. A copy made in an otherwise Transparent file format whose markup, or absence of markup, has been arranged to thwart or discourage subsequent modification by readers is not Transparent. An image format is not Transparent if used for any substantial amount of text. A copy that is not "Transparent" is called "Opaque".

Examples of suitable formats for Transparent copies include plain ASCII without markup, Texinfo input format, LaTeX input format, SGML or XML using a publicly available DTD, and standard-conforming simple HTML, PostScript or PDF designed for human modification. Examples of transparent image formats include PNG, XCF and JPG. Opaque formats include proprietary formats that can be read and edited only by proprietary word processors, SGML or XML for which the DTD and/or processing tools are not generally available, and the machine-generated HTML, PostScript or PDF produced by some word processors for output purposes only.

The "Title Page" means, for a printed book, the title page itself, plus such following pages as are needed to hold, legibly, the material this License requires to appear in the title page. For works in formats which do not have any title page as such, "Title Page" means the text near the most prominent appearance of the work's title, preceding the beginning of the body of the text.

A section "Entitled XYZ" means a named subunit of the Document whose title either is precisely XYZ or contains XYZ in parentheses following text that translates XYZ in another language. (Here XYZ stands for a specific section name mentioned below, such as "Acknowledgements", "Dedications", "Endorsements", or "History".) To "Preserve the Title" of such a section when you modify the Document means that it remains a section "Entitled XYZ" according to this definition.

The Document may include Warranty Disclaimers next to the notice which states that this License applies to the Document. These Warranty Disclaimers are considered to be included by reference in this License, but only as regards disclaiming warranties; any other implication that these Warranty Disclaimers may have is void and has no effect on the meaning of this License.

2. VERBATIM COPYING

You may copy and distribute the Document in any medium, either commercially or noncommercially, provided that this License, the copyright notices, and the license notice saying this License applies to the Document are reproduced in all copies, and that you add no other conditions whatsoever to those of this License. You may not use technical measures to obstruct or control the reading or further copying of the copies you make or distribute. However, you may accept compensation in exchange for copies. If you distribute a large enough number of copies you must also follow the conditions in section 3. You may also lend copies, under the same conditions stated above, and you may publicly display copies.

3. COPYING IN QUANTITY

If you publish printed copies (or copies in media that commonly have printed covers) of the Document, numbering more than 100, and the Document's license notice requires Cover Texts, you must enclose the copies in covers that carry, clearly and legibly, all these Cover Texts: Front-Cover Texts on the front cover, and Back-Cover Texts on the back cover. Both covers must also clearly and legibly identify you as the publisher of these copies. The front cover must present the full title with all words of the title equally prominent and visible. You may add other material on the covers in addition. Copying with changes limited to the covers, as long as they preserve the title of the Document and satisfy these conditions, can be treated as verbatim copying in other respects.

If the required texts for either cover are too voluminous to fit legibly, you should put the first ones listed (as many as fit reasonably) on the actual cover, and continue the rest onto adjacent pages.

If you publish or distribute Opaque copies of the Document numbering more than 100, you must either include a machine-readable Transparent copy along with each Opaque copy, or state in or with each Opaque copy a computer-network location from which the general network-using public has access to download using public-standard network protocols a complete Transparent copy of the Document. Free of added material. If you use the latter option, you must take reasonably prudent steps, when you begin distribution of Opaque copies in quantity, to ensure that this Transparent copy will remain thus accessible at the stated location until at least one year after the last time you distribute an Opaque copy (directly or through your agents or retailers) of that edition to the public.

It is requested, but not required, that you contact the authors of the Document well before redistributing any large number of copies, to give them a chance to provide you with an updated version of the Document.

4. MODIFICATIONS

You may copy and distribute a Modified Version of the Document under the conditions of sections 2 and 3 above, provided that you release the Modified Version under precisely this License, with the Modified Version filling the role of the Document, thus licensing distribution and modification of the Modified Version to whoever possesses a copy of it. In addition, you must do these things in the Modified Version:

- A. Use in the Title Page (and on the covers, if any) a title distinct from that of the Document, and from those of previous versions (which should, if there were any, be listed in the History section of the Document). You may use the same title as a previous version if the original publisher of that version gives permission.
- B. List on the Title Page, as authors, one or more persons or entities responsible for authorship of the modifications in the Modified Version, together with at least five of the principal authors of the Document (all of its principal authors, if it has fewer than five), unless they release you from this requirement.
- C. State on the Title page the name of the publisher of the Modified Version, as the publisher.

- **D.** Preserve all the copyright notices of the Document.
- **E.** Add an appropriate copyright notice for your modifications adjacent to the other copyright notices.
- **F.** Include, immediately after the copyright notices, a license notice giving the public permission to use the Modified Version under the terms of this License, in the form shown in the Addendum below.
- **G.** Preserve in that license notice the full lists of Invariant Sections and required Cover Texts given in the Document's license notice.
- **H.** Include an unaltered copy of this License.
- **I.** Preserve the section Entitled "History", Preserve its Title, and add to it an item stating at least the title, year, new authors, and publisher of the Modified Version as given on the Title Page. If there is no section Entitled "History" in the Document, create one stating the title, year, authors, and publisher of the Document as given on its Title Page, then add an item describing the Modified Version as stated in the previous sentence.
- **J.** Preserve the network location, if any, given in the Document for public access to a Transparent copy of the Document, and likewise the network locations given in the Document for previous versions it was based on. These may be placed in the "History" section. You may omit a network location for a work that was published at least four years before the Document itself, or if the original publisher of the version it refers to gives permission.
- **K.** For any section Entitled "Acknowledgements" or "Dedications", Preserve the Title of the section, and preserve in the section all the substance and tone of each of the contributor acknowledgements and/or dedications given therein.
- **L.** Preserve all the Invariant Sections of the Document, unaltered in their text and in their titles. Section numbers or the equivalent are not considered part of the section titles.
- **M.** Delete any section Entitled "Endorsements". Such a section may not be included in the Modified Version.
- **N.** Do not retitle any existing section to be Entitled "Endorsements" or to conflict in title with any Invariant Section.
- **O.** Preserve any Warranty Disclaimers.

If the Modified Version includes new front-matter sections or appendices that qualify as Secondary Sections and contain no material copied from the Document, you may at your option designate some or all of these sections as invariant. To do this, add their titles to the list of Invariant Sections in the Modified Version's license notice. These titles must be distinct from any other section titles.

You may add a section Entitled "Endorsements", provided it contains nothing but endorsements of your Modified Version by various parties—for example, statements of peer review or that the text has been approved by an organization as the authoritative definition of a standard.

You may add a passage of up to five words as a Front-Cover Text, and a passage of up to 25 words as a Back-Cover Text, to the end of the list of Cover Texts in the Modified Version. Only one passage of Front-Cover Text and one of Back-Cover Text may be added by (or through arrangements made by) any one entity. If the Document already includes a cover text for the same cover, previously added by you or by arrangement made by the same entity you are acting on behalf of, you may not add another; but you may replace the old one, on explicit permission from the previous publisher that added the old one.

The author(s) and publisher(s) of the Document do not by this License give permission to use their names for publicity for or to assert or imply endorsement of any Modified Version.

5. COMBINING DOCUMENTS

You may combine the Document with other documents released under this License, under the terms defined in section 4 above for modified versions, provided that you include in the combination all of the Invariant Sections of all of the original documents, unmodified, and list them all as Invariant Sections of your combined work in its license notice, and that you preserve all their Warranty Disclaimers.

The combined work need only contain one copy of this License, and multiple identical Invariant Sections may be replaced with a single copy. If there are multiple Invariant Sections with the same name but different contents, make the title of each such section unique by adding at the end of it, in parentheses, the name of the original author or publisher of that section if known, or else a unique number. Make the same adjustment to the section titles in the list of Invariant Sections in the license notice of the combined work.

In the combination, you must combine any sections Entitled "History" in the various original documents, forming one section Entitled "History"; likewise combine any sections Entitled "Acknowledgements", and any sections Entitled "Dedications". You must delete all sections Entitled "Endorsements".

6. COLLECTIONS OF DOCUMENTS

You may make a collection consisting of the Document and other documents released under this License, and replace the individual copies of this License in the various documents with a single copy that is included in the collection, provided that you follow the rules of this License for verbatim copying of each of the documents in all other respects.

You may extract a single document from such a collection, and distribute it individually under this License, provided you insert a copy of this License into the extracted document, and follow this License in all other respects regarding verbatim copying of that document.

7. AGGREGATION WITH INDEPENDENT WORKS

A compilation of the Document or its derivatives with other separate and independent documents or works, in or on a volume of a storage or distribution medium, is called an "aggregate" if the copyright resulting from the compilation is not used to limit the legal rights of the compilation's users beyond what the individual works permit. When the Document is included in an aggregate, this License does not apply to the other works in the aggregate which are not themselves derivative works of the Document.

If the Cover Text requirement of section 3 is applicable to these copies of the Document, then if the Document is less than one half of the entire aggregate, the Document's Cover Texts may be placed on covers that bracket the Document within the aggregate, or the electronic equivalent of covers if the Document is in electronic form. Otherwise they must appear on printed covers that bracket the whole aggregate.

8. TRANSLATION

Translation is considered a kind of modification, so you may distribute translations of the Document under the terms of section 4. Replacing Invariant Sections with translations requires special permission from their copyright holders, but you may include translations of some or all Invariant Sections in addition to the original versions of these Invariant Sections. You may include a translation of this License, and all the license notices in the Document, and any Warranty Disclaimers, provided that you also include the original English version of this License and the original versions of those notices and disclaimers. In case of a disagreement between the translation and the original version of this License or a notice or disclaimer, the original version will prevail.

If a section in the Document is Entitled "Acknowledgements", "Dedications", or "History", the requirement (section 4) to Preserve its Title (section 1) will typically require changing the actual title.

9. TERMINATION

You may not copy, modify, sublicense, or distribute the Document except as expressly provided for under this License. Any other attempt to copy, modify, sublicense or distribute the Document is void, and will automatically terminate your rights under this License. However, parties who have received copies, or rights, from you under this License will not have their licenses terminated so long as such parties remain in full compliance.

10. FUTURE REVISIONS OF THIS LICENSE

The Free Software Foundation may publish new, revised versions of the GNU Free Documentation License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns. See <http://www.gnu.org/copyleft/>.

Each version of the License is given a distinguishing version number. If the Document specifies that a particular numbered version of this License "or any later version" applies to it, you have the option of following the terms and conditions either of that specified version or of any later version that has been published (not as a draft) by the Free Software Foundation. If the Document does not specify a version number of this License, you may choose any version ever published (not as a draft) by the Free Software Foundation.

ADDENDUM: How to use this License for your documents

To use this License in a document you have written, include a copy of the License in the document and put the following copyright and license notices just after the title page:

Copyright (c) YEAR YOUR NAME.

Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document

under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.2

or any later version published by the Free Software Foundation;

with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts.

A copy of the license is included in the section entitled

"GNU Free Documentation License".

If you have Invariant Sections, Front-Cover Texts and Back-Cover Texts, replace the "with...Texts." line with this:

with the Invariant Sections being LIST THEIR TITLES, with the

Front-Cover Texts being LIST, and with the Back-Cover Texts being LIST.

If you have Invariant Sections without Cover Texts, or some other combination of the three, merge those two alternatives to suit the situation.

If your document contains nontrivial examples of program code, we recommend releasing these examples in parallel under your choice of free software license, such as the GNU General Public License, to permit their use in free software.