

# Goldgewinnung mit einfachen Methoden: Vielfältige Gesundheitsgefahren im handwerklichen Kleingoldbergbau

## Gold extraction with simple methods: Diverse health hazards in artisanal small-scale gold mining

*Nadine Steckling, Stephan Böse-O'Reilly*

### Abstract

Artisanal small-scale gold mining (ASGM) is a poverty-driven activity in over 70 countries worldwide. Simple technologies and an extensive consumption of mercury are common. In 2013, the Minamata Convention on Mercury was signed to protect humans and the environment from mercury related hazards. However, mercury is just one of several risk factors in ASGM. Besides accidents, gold miners and residents are exposed to several chemical, physical, biological, and socio-economic risk factors. The paper gives an overview of health hazards in ASGM. Interventions which are intended to follow the ratification of the Mercury Convention should include extensive and integrated health safety measures regarding and beyond mercury to ensure the efficient use of resources.

### Zusammenfassung

Handwerklicher Kleingoldbergbau ist armutsgeleitet in über 70 Ländern der Welt verbreitet und zeichnet sich durch einfache Techniken und eine übermäßige Verwendung von Quecksilber aus. Durch die 2013 unterzeichnete Minamata-Konvention zum Schutz von Mensch und Umwelt vor Quecksilber soll die Problematik explizit angegangen werden. Quecksilber ist in diesem Zusammenhang jedoch nur eine von vielen Gefahren. Neben Unfällen sind Goldminenarbeiterinnen und -arbeiter wie auch Anwohnerinnen und Anwohner weiteren chemischen, physikalischen, biologischen und sozioökonomischen Gefahren ausgesetzt. Der Artikel beinhaltet eine Übersicht von Gesundheitsrisiken im Kleingoldbergbau. Die nach Ratifizierung der Minamata-Konvention angestrebten Maßnahmen zur Quecksilbereliminierung im Kleingoldbergbau sollten im Sinne der Ressourcenschonung, Ganzheitlichkeit und Nachhaltigkeit um übergreifende Umwelt- und Gesundheitsschutzmaßnahmen ergänzt werden.

## Einleitung

Berufsbedingte Gesundheitsbelastungen nehmen insbesondere im informellen Sektor, wo regulierende und kontrollierende Systeme fehlen, extreme Ausmaße an (ILO 2013). Handwerklicher Kleingoldbergbau ist eine informelle und häufig auch illegale Tätigkeit, die in armen Bevölkerungsteilen in über 70 Ländern weit verbreitet ist (Telmer, Veiga 2009). Weltweit sind mindestens 10 bis 15 Millionen Menschen involviert – davon 3 Millionen Frauen und Kinder – wobei insbesondere Afrika, Asien und Südamerika betroffen sind (UNEP 2011). Charakteristisch ist die Verwendung von einfachen Techniken und Arbeitsmaterialien (**Abbildung 1**) und speziell ein übermäßiger Gebrauch von Quecksilber. Die im Oktober 2013 verabschiedete Minamata-Konvention zum Schutz von Mensch und Umwelt vor Quecksilber legt entsprechend einen besonderen Schwerpunkt auf Goldbergbau (UNEP

2013). Quecksilber ist jedoch nicht die einzige bedenkliche Gesundheitsgefahr, sondern wird von Unfällen sowie von weiteren chemischen, physikalischen, biologischen und sozioökonomischen Gefahren begleitet (Eisler 2003).

Der Beitrag beinhaltet eine exemplarische Beschreibung des Goldgewinnungsprozesses sowie im Anschluss einen Überblick über assoziierte Gesundheitsgefahren. Der Fokus des Artikels liegt auf dem handwerklichen Kleingoldbergbau im Hartgestein, wobei Überschneidungen zum Kleinbergbau anderer Mineralien, anderer Gewinnungsorte als im Hartgestein (z. B. im Flussbett) als auch zu Bergbauaktivitäten mit professionelleren Gewinnungsmethoden vorliegen. Der Artikel endet mit Schlussfolgerungen zum Interventionsbedarf.

**Abbildung 1: Arbeitende im handwerklichen Kleingoldbergbau in Simbabwe. Foto: Böse-O'Reilly 2004, Simbabwe.**



## Goldgewinnung im handwerklichen Kleingoldbergbau

Die Methoden des handwerklichen Kleingoldbergbaus können variieren, wobei die Verwendung von Quecksilber weit verbreitet ist (UNEP 2011). Im Folgenden wird exemplarisch der in Kadoma in Simbabwe angewendete Prozess zur Goldgewinnung aus Hartgestein beschrieben.

Die Goldgewinnung beginnt mit dem Abbau des Erzes unter Tage (**Abbildung 2**). Das goldhaltige Gestein wird an die Oberfläche befördert und für die weitere Verarbeitung zu einer Erzmühle transportiert. Wenn notwendig, wird eine manuelle Zerkleinerung großer Erzstücke mit Hammer und Meißel vorgenommen, bevor es per Spaten in die Erzmühle gegeben und fein zermahlen wird. Der Erzstaub wird mit Wasser vermengt und über eine quecksilberbeschichtete Kupferplatte geleitet. Das im Erz enthaltene Gold bildet ein Amalgam mit dem Quecksilber und kann im Anschluss von der Kupferplatte entfernt werden. Das Amalgam-Schlamm-Gemisch wird mit Wasser in einem Goldwaschteller geschwenkt (**Abbildung 3**), wobei leichte wertlose Bestandteile beseitigt werden. Das Amalgam wird in einem Baumwollstoff gesammelt. Der restliche Erzschlamm wird nach dem Passieren der Kupferplatte in einer Zentrifuge weiter verarbeitet (beziehungsweise alternativ ist die Zentrifuge vor der Kupferplatte angebracht; **Abbildung 4**). Durch die Rotation werden schwere (z. B. Goldpartikel) und leichte Bestandteile des Abraums getrennt. Der goldhaltige Anteil wird ebenfalls nach Zufuhr von Quecksilber durch Schwenkung in einem Waschteller weiter konzentriert und im Baumwollstoff gesammelt; überschüssiges Quecksilber wird durch

Auswringen des Stoffes beseitigt. Der Amalgamklumpen wird über einem Feuer geschmolzen, sodass das Quecksilber verdampft und das Gold zurückbleibt. Der Abraum, welcher nach Anwendung der Zentrifuge in der Umwelt zurückbleibt, wird in mit Zyanid gefüllte Becken transportiert (**Abbildung 5**). Restliche Goldpartikel werden an das Zyanid gebunden und im Anschluss durch einen Separationsvorgang gewonnen (Steckling et al. 2014).

## Unfälle

Im Goldbergbau sind Unfälle häufig, zumeist schwerwiegend und enden nicht selten mit Todesfolge (Navch et al. 2006). Während der körperlich anstrengenden Erzgewinnung sind Abstürze, Erdbeben, Einstürze der Schächte und Verschüttungen unter Tage möglich (Hinton et al. 2003; ILO 1999; Navch et al. 2006). Typisch ist die Verwendung von rudimentären Techniken, was zu den Unfällen führt (Hinton et al. 2003), sowie auch die Verwendung von Sprengstoff zur Lösung des Erzes aus dem Hartgestein (Navch et al. 2006; Steckling et al. 2014). Unter Tage kann eine schlechte Beleuchtung eine Unfallursache darstellen, und generell ist eine erhöhte Gefahr durch Elektrizität, aufgrund schlechter Arbeitsgeräte und mangelnder Wartung, gegeben (Hinton et al. 2003). Unfälle bei der Erzgewinnung sind einer Befragung von Kleingoldbergarbeiterinnen und -arbeitern in der Mongolei zufolge die am meisten gefürchteten Gefahren. Über 80 Prozent der Befragten im Goldbergbaugbiet Bornuur und über 50 Prozent der Befragten in Zaamar benennen den Einbruch eines Tunnels als eine der größten Sicherheitsorgen im Goldbergbau. Zuviel Staub wird mit 26 Prozent in Bornuur beziehungsweise 46 Prozent in Zaamar noch vor Quecksilber mit 22 beziehungsweise 1 Prozent genannt (Navch et al. 2006).

**Abbildung 2: Einstieg in einen Goldminenschacht. Foto: Muschack 2013, Simbabwe.**



**Abbildung 3: Goldwaschteller mit Erzkonzentrat und Quecksilber. Foto: Böse-O'Reilly 2006, Simbabwe.**



### **Physikalische Gesundheitsbelastungen**

Als physikalische Expositionen im Goldbergbau sind insbesondere die Inhalation von Staub sowie die Belastung durch Lärm von Relevanz. Die Arbeit unter Tage ist mit großen Belastungen durch Staub verbunden, welcher häufig Quarz enthält. Bei Einatmung des darin enthaltenen Siliziumdioxids

kann schleichend eine Staublung (Silikose) entstehen. Diese Lungenerkrankung wiederum ist mit der Entstehung von Tuberkulose assoziiert. Durch die Verwendung von Gesteinsmühlen oder anderen Arbeitsutensilien mit hohem Lärmlevel können Schädigungen des Gehörs verursacht werden, was eine typische Gesundheitsbeeinträchtigung im Bergbausektor darstellt (Strydom, Russel 2013). In einer Studie in Ghana wurde ein Lärmlevel über 100 dB(A) während der Gesteinsverarbeitung mit Gesteinsmühlen und anderen im Goldbergbau verwendeten Maschinen gemessen. Die Arbeiter in diesem Bereich zeigten die höchste Häufigkeit an lärminduzierten Gehörschäden (Amedofu 2002).

### **Chemische Gesundheitsbelastungen**

Die wichtigsten chemischen Belastungen im Kleingoldbergbau sind Quecksilber und Zyanid, wobei toxische Bestandteile im Erz eine zusätzliche Gefahr darstellen. Durch die weitestgehend ungeschützte Verwendung von Quecksilber bei der Goldgewinnung sind vielfältige Expositionspfade und Erscheinungsformen von Quecksilber von Bedeutung. Neben dem weniger gesundheitsrelevanten dermalen Kontakt mit elementarem Quecksilber

**Abbildung 4: Gesteinsmühle mit Zentrifuge und Kupferplatte. Foto: Muschack 2013, Simbabwe.**



Abbildung 5: Zyanidbecken. Foto: Muschack 2013, Simbabwe.



ist insbesondere die Inhalation von Quecksilberdampf, der bei der Amalgamschmelzung auftritt, gesundheitsschädigend. Eine zusätzliche Gefahr entsteht durch in die Umwelt abgegebenes Quecksilber, welches methyliert und sich in der Nahrungskette anhäuft (Bose-O'Reilly et al. 2004; UNEP 2011). Beim Vergleich von sechs Kleingoldbergbaugebieten in Asien und Afrika konnten maximale Quecksilberurinwerte von über  $5.200 \mu\text{g/L}$  bei Amalgamschmelzern in Kalimantan, Indonesien, festgestellt werden (Median:  $5,86 \mu\text{g/L}$ ) (Baeuml et al. 2011). Studien belegen umfangreiche Quecksilber-assoziierte Gesundheitsbelastungen wie neurologische Störungen und Nierenschädigungen (Gibb, O'Leary 2014). Die Gefahr durch Quecksilber ist in seiner Persistenz begründet. Quecksilber bleibt lange in der Umwelt erhalten, kann über weite Strecken transportiert werden und stellt somit ein globales Problem dar (UNEP 2011).

Im Goldbergbau ist die zusätzliche Verwendung von Zyanid als chemisches Arbeitsmaterial gängig. Zyanid ist nicht persistent und kann in der Umwelt abgebaut werden (UNEP 2011). Allerdings geht es komplexe Verbindungen mit Metallen ein (ATSDR 2006). Der Abraum, der im Goldbergbau mit Zyanid bearbeitet wird, beinhaltet üblicherweise Quecksilberreste von den vorherigen Arbeitsschritten. Bei der Bildung von Quecksilber-Zyanid-Komplexen steigt die Quecksilberschmutzung in der Um-

welt, indem seine Bioverfügbarkeit weiter steigt. Die Verbreitung von Quecksilber in Wasser wird durch die gleichzeitige Präsenz von Zyanid deutlich vereinfacht (UNEP 2011). Gesundheitliche Konsequenzen von Quecksilber-Zyanid-Komplexen sind bislang wenig erforscht (Telmer, Veiga 2009). Zyanid wirkt akut toxisch und führt schnell zum Tod (ATSDR 2006), allerdings kann es bei angemessener Verwendung (und insbesondere ohne gleichzeitige Verwendung von Quecksilber) eine weniger gesundheitsschädliche Alternative zu Quecksilber darstellen. Während industrielle Goldbergbaubetriebe nicht Quecksilber sondern Zyanid anwenden, fehlen im informellen Sektor Kapital und Fachwissen für einen kompletten Umstieg auf Zyanid (UNEP 2011).

Neben den beiden chemischen Arbeitsmaterialien besteht eine zusätzliche Gefahr durch toxische Bestandteile des Erzes (z.B. Arsen, Chrom, Radon, Siliziumdioxide) (Eisler 2003). In Nigeria ist ein großer Ausbruch von Kindersterblichkeit in einem Kleingoldbergbaugebiet auf einen hohen Bleianteil im Erz zurückgeführt worden. In der betroffenen Region starben im Zeitraum Mai 2009 bis Mai 2010 25 Prozent der Kinder unter 5 Jahren durch die extreme Bleiexposition. Von den überlebenden Kindern mussten 97 Prozent aufgrund erhöhter Bleiblutwerte mit einer Chelat-Therapie behandelt werden (Dooyema et al. 2012). Goldminenarbeiter

in Ghana wiesen leicht erhöhte Aluminium-, Kupfer-, Mangan-, Nickel-, Selenium- und Zinkwerte im Urin auf, wobei eine starke Exposition gegenüber Arsen und Chrom festgestellt wurde. Die Expositionsquelle bleibt allerdings unklar, da alle Elemente keine Assoziation mit beruflicher Tätigkeit, Alter und Ernährung aufwiesen (Basu et al. 2011).

## **Biologische Gesundheitsbelastungen**

Die Verbreitung von biologischen Risiken wird durch die schlechte Gesamtsituation in Goldbergbaugebieten begünstigt und ist eng mit sozioökonomischen Faktoren verbunden. Generell schlechte Lebensumstände im Bergbau, schlechte Belüftungen, unhygienische Umstände und der enge Kontakt zu anderen Arbeitenden beziehungsweise Mitmenschen erhöhen die Wahrscheinlichkeit der Verbreitung von Infektionskrankheiten (Stuckler et al. 2013). Eine hohe Prävalenz von HIV/AIDS und generell sexuell übertragbaren Erkrankungen ist anzutreffen (Desmond et al. 2005).

In Goldminengebieten sind häufig Wanderarbeiter tätig, die über lange Zeiträume von ihren Frauen getrennt sind. Durch die hohe Bereitschaft zur Prostitution, was eine von oftmals wenigen Alternativen zur Sicherung des Lebensunterhalts von Frauen in Goldminengebieten darstellt, steigt die Infektionsrate (Stuckler et al. 2013). Mit HIV/AIDS wie auch mit Silikose einhergehend, steigt die Anfälligkeit für Tuberkulose (Strydom, Russel 2013). Unangemessene Wohnbedingungen, eine schnelle Übertragbarkeit bevor Symptome auftreten und auch Lebensstilfaktoren, wie Alkohol- und Zigarettenkonsum, fördern die Verbreitung von Tuberkulose in Bergbaugebieten (Strydom, Russel 2013).

Malaria ist ebenfalls ein alarmierender Erkrankungsfaktor, dessen Auftretenswahrscheinlichkeit mit einer Tätigkeit im Goldbergbau steigt (Ferreira et al. 2012). Die Inzidenz von Malaria wird gesteigert durch die informellen Umstände, die hohe Zuwanderungsrate und die schlechten Wohnumstände. Strukturen für gesundheitliche Versorgung fehlen zumeist, was den Zugang zu Behandlungsmöglichkeiten erschwert (Adhin et al. 2014).

## **Sozioökonomische Gesundheitsbelastungen**

Viele der genannten Risiken im Kleingoldbergbau werden durch schlechte sozioökonomische Bedingungen verstärkt. Einige Aspekte wurden bereits im Kapitel zu biologischen Belastungen genannt, wie die Förderung der Verbreitung von Infektionskrankheiten durch Prostitution (Bose-O'Reilly et al. 2004). Ein weiterer Faktor ist der Mangel an sanitären Einrichtungen (Hinton et al. 2003). Während der gefährlichen Arbeit im Goldbergbau mangelt es an Schutzausrüstungen (Navch et al. 2006).

Zumeist ist der Zugang zu medizinischen Versorgungssystemen stark erschwert, was generell zu einer Verschlechterung des Gesundheitszustandes der Bevölkerung beiträgt (Hinton et al. 2003). Während die am nächsten gelegene Erste-Hilfe-Einrichtung in einem Umkreis von 10 bis 20 Kilometern vermutet werden kann, ist das nächste Krankenhaus häufig mehr als 100 Kilometer entfernt (ILO 1999). Starker Alkohol- und Zigarettenkonsum verschlimmern oftmals den Gesundheitszustand außerdem (Eisler 2003). Eine hohe Kriminalitätsrate, Überfälle, Konflikte und Kämpfe sind das Ergebnis von fehlenden regulierenden Systemen in dem informellen Umfeld (Bose-O'Reilly et al. 2004). Weiteres Konfliktpotential entsteht durch häufig erhöhten Alkohol- und Drogenkonsum sowie durch Glückspielaktivitäten (Hinton et al. 2003).

Kinder und auch Frauen im gebärfähigen Alter sind besonders vulnerabel und müssen vor Gesundheitsbelastungen wie Quecksilber geschützt werden (Bose-O'Reilly et al. 2010; Hinton et al. 2003). Die Internationale Arbeitsorganisation (ILO) schätzt, dass mehr als eine Million Kinder im Alter von 5 bis 17 Jahren im Kleinbergbau tätig sind. Ein eingeschränkter oder fehlender Zugang zu Schulbildung und Gesundheitsversorgung bei Ausübung gefährlicher Tätigkeiten sind Auswirkungen der dort vorherrschenden Armut (Bose-O'Reilly et al. 2008; ILO 2005). Sogar Kinderprostitution ist ein Thema in Goldminengebieten mit besonders schlechten Umständen (Hinton et al. 2003).

Einer Erhebung in einem Goldminengebiet in Tansania zufolge ist das Wissen und das Bewusstsein der involvierten Arbeiterinnen und Arbeiter über Gesundheitsgefahren (hier: Quecksilber und Arsen) schlecht ausgeprägt (Charles et al. 2013). Bestätigt wurde dieses auch in der Mongolei, wobei auch

Missverständnisse (z.B. Alkohol lindert Quecksilbervergiftungen) berichtet wurden (Navch et al. 2006).

## Schlussfolgerungen

Arbeiterinnen und Arbeiter im handwerklichen Kleingoldbergbau sind vielfältigen physikalischen, chemischen, biologischen und sozioökonomischen Gesundheitsbelastungen und Unfallgefahren ausgesetzt. Ein Bedarf zur systematischen Dokumentation, Überwachung und Verhinderung der Expositions- und Gesundheitsauswirkungen liegt vor. Mischexpositionen, wie beispielsweise die Wirkung von Quecksilber-Zyanid-Komplexen, sind bislang wenig erforscht. Die Unterzeichnung der Minamata-Konvention lässt auf Interventionstätigkeiten in Kleingoldbergbaugebieten hoffen. Neben dem Fokus auf Quecksilber sollten die geplanten Ressourcen verwendet werden, um übergreifende (Umwelt- und) Gesundheitsschutzmaßnahmen im Sinne der Ganzheitlichkeit und Nachhaltigkeit durchzuführen. Neben dem Schutz der Gesundheit von Arbeiterinnen und Arbeitern kann durch Reduktion der vom Goldbergbau ausgehenden Gefahren die Bevölkerungsgesundheit in den betroffenen Gebieten verbessert werden.

## Literatur

- Adhin MR, Labadie-Bracho M, Vreden S (2014): Gold mining areas in Suriname: reservoirs of malaria resistance? In: *Infect Drug Resist* 7: 111–6.
- Amedofu GK (2002): Hearing-impairment among workers in a surface gold mining company in Ghana. In: *African journal of health sciences* 9(1–2): 91–7.
- ATSDR (2006): Toxicological Profile for Cyanide. Atlanta. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). <http://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp8.pdf> [last access March 01, 2013] (Abrufdatum: 07.08.2014).
- Baeuml J, Bose-O'Reilly S, Matteucci Gothe R et al. (2011): Human Biomonitoring Data from Mercury Exposed Miners in Six Artisanal Small-Scale Gold Mining Areas in Asia and Africa. In: *Minerals* 1: 122–43.
- Basu N, Nam DH, Kwansaa-Ansah E et al. (2011): Multiple metals exposure in a small-scale artisanal gold mining community. In: *Environmental research* 111(3): 463–7.
- Bose-O'Reilly S, McCarty KM, Steckling N et al. (2010): Mercury exposure and children's health. In: *Current problems in pediatric and adolescent health care* 40(8): 186–215.
- Bose-O'Reilly S, Lettmeier B, Gothe RM et al. (2008): Mercury as a serious health hazard for children in gold mining areas. In: *Environmental research* 107(1): 89–97.
- Bose-O'Reilly S, Dahlmann F, Lettmeier B et al. (2004): Removal of barriers to the introduction of cleaner artisanal gold mining and extraction technologie in Kadoma, Zimbabwe – Final Report, Part B Health Assessment. UNIDO Project EG/GLO/01/G34 No.03/089. BRGM Project Nr 822657-3, BRGM Project Nr 822657-3. Orléans, France: Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM). United Nations Industrial Development Organization (UNIDO). [http://www.unites.uqam.ca/gmf/intranet/gmp/countries/zimbabwe/doc/Zimbabwe\\_Health\\_Assessment\\_Final.pdf](http://www.unites.uqam.ca/gmf/intranet/gmp/countries/zimbabwe/doc/Zimbabwe_Health_Assessment_Final.pdf) (Abrufdatum: 07.08.2014).
- Charles E, Thomas DS, Dewey D et al. (2013): A cross-sectional survey on knowledge and perceptions of health risks associated with arsenic and mercury contamination from artisanal gold mining in Tanzania. In: *BMC Public Health* 13: 74.
- Desmond N, Allen CF, Clift S et al. (2005): A typology of groups at risk of HIV/STI in a gold mining town in north-western Tanzania. In: *Soc Sci Med* 60(8): 1739–49.
- Dooyema CA, Neri A, Lo YC et al. (2012): Outbreak of fatal childhood lead poisoning related to artisanal gold mining in northwestern Nigeria, 2010. In: *Environmental health perspectives* 120(4): 601–7.
- Eisler R (2003): Health risks of gold miners: a synoptic review. In: *Environ Geochem Health* 25(3): 325–45.
- Ferreira IM, Yokoo EM, Souza-Santos R et al. (2012): Factors associated with the incidence of malaria in settlement areas in the district of Juruena, Mato Grosso state, Brazil. In: *Cien Saude Colet* 17(9): 2415–24.
- Gibb H, O'Leary KG (2014): Mercury Exposure and Health Impacts among Individuals in the Artisanal and Small-Scale Gold Mining Community: A Comprehensive Review. In: *Environmental health perspectives* 122(7): 667–72.
- Hinton JJ, Veiga MM, Veiga ATC (2003): Clean artisanal gold mining: a utopian approach? In: *Journal of Cleaner Production* 11: 99–115.
- ILO (2013): The prevention of occupational diseases: 2 million workers every killed year. Geneva: International Labour Office (ILO). [http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms\\_208226.pdf](http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_208226.pdf) (Abrufdatum: 07.08.2014).
- ILO (2005): The burden of gold. Child labour in small-scale mines and quarries. In: *World of Work* 54.

ILO (1999): Social and labour issues in small-scale mines. Report for discussion at the Tripartite Meeting on Social and Labour Issues in Small-scale Mines. Geneva: International Labour Office (ILO). [http://www.unites.uqam.ca/gmf/globalmercuryforum/files/articles/small\\_scale\\_mining/General%20ILO%201999%20-%20Social%20and%20labour%20in%20small-scale%20mines.pdf](http://www.unites.uqam.ca/gmf/globalmercuryforum/files/articles/small_scale_mining/General%20ILO%201999%20-%20Social%20and%20labour%20in%20small-scale%20mines.pdf) (Abrufdatum: 07.08.2014).

Navch T, Bolormaa T, Enkhtsetseg B et al. (2006): Informal Gold Mining in Mongolia A Baseline Survey Report Covering Bornuur and Zaamar Soums, Tuv Aimag. Geneva: International Labour Office (ILO). [http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---asia/---ro-bangkok/documents/publication/wcms\\_bk\\_pb\\_123\\_en.pdf](http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---asia/---ro-bangkok/documents/publication/wcms_bk_pb_123_en.pdf) (Abrufdatum: 07.08.2014).

Steckling N, Bose-O'Reilly S, Shoko D et al. (2014): Testing local conditions for the introduction of a mercury-free gold extraction method using borax in Zimbabwe In: Journal of Health and Pollution 4(7): 18–24.

Strydom E, Russel C (2013): Occupational health in the gold sector. South Africa: New Portal „Wage negotiations for the gold industry 2013“. <http://www.goldwagene negotiations.co.za/assets/downloads/fact-sheets/2013/fact-sheet-occupational-health-19july2013.pdf> (Abrufdatum: 07.08.2014).

Stuckler D, Steele S, Lurie M, et al. (2013): Introduction: ‚dying for gold‘: the effects of mineral mining on HIV, tuberculosis, silicosis, and occupational diseases in southern Africa. In: Int J Health Serv 43(4): 639–49.

Telmer K, Veiga MM (2009): World Emissions of Mercury from Artisanal and Small Scale Gold Mining. In: Pirrone N, Mason R, editors: Mercury Fate and Transport in the Global Atmosphere Emissions, Measurements and Models. Dordrecht, Heidelberg, London, New York: Springer Science+Business Media: 131–72.

UNEP (2013): Minamata Convention on Mercury. Nairobi: United Nations Environment Programme (UNEP). <http://www.mercuryconvention.org/Portals/11/documents/publications/MinamataConventiontextEn.pdf> (Abrufdatum: 07.08.2014).

UNEP (2011): A practical guide: Reducing Mercury Use in Artisanal and Small-scale Gold Mining. Geneva: United Nations Environment Programme (UNEP). [http://www.unep.org/chemicalsandwaste/Portals/9/Mercury/Documents/ASGM/Techdoc/UNEP%20Tech%20Doc%20APRIL%202012\\_120608b\\_web.pdf](http://www.unep.org/chemicalsandwaste/Portals/9/Mercury/Documents/ASGM/Techdoc/UNEP%20Tech%20Doc%20APRIL%202012_120608b_web.pdf) (Abrufdatum: 07.08.2014).

## Kontakt

Nadine Steckling  
Klinikum der Universität München  
WHO Collaborating Centre for Occupational Medicine  
Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und  
Umweltmedizin  
Arbeitsgruppe Pädiatrische Umweltepidemiologie  
80336 München  
Ziemssenstr. 1  
E-Mail: [nadine.steckling\[at\]med.uni-muenchen.de](mailto:nadine.steckling[at]med.uni-muenchen.de)

[UBA]