

Zeitschrift: Regio Basiliensis : Basler Zeitschrift für Geographie

Herausgeber: Geographisch-Ethnologische Gesellschaft Basel ; Geographisches Institut der Universität Basel

Band: 59 (2018)

Heft: 2

Artikel: Bodenbelastungen natürlichen Ursprungs : Umgang mit geogen vorliegenden Schadstoffen in Baselbieter Böden

Autor: Schmutz, Daniel / Uttinger, Dominic / Bono, Roland

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1088161>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 15.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Bodenbelastungen natürlichen Ursprungs

Umgang mit geogen vorliegenden Schadstoffen in Baselbieter Böden

Daniel Schmutz, Dominic Uttinger, Roland Bono

Zusammenfassung

Im Boden wurzeln und wachsen eine Vielzahl von Pflanzen. Die Wurzeln nehmen die Nährstoffe aus der Bodenlösung auf. Mit aufgenommen werden aber auch allfällig vorliegende Schadstoffe. Es ist bekannt, dass einige Böden in der Region erhöhte bis stark erhöhte Gehalte an Schwer- und Halbmetallen mit ökotoxikologischer Wirkung auf Menschen, Tiere und Pflanzen aufweisen. Die Ursache für diese Bodenbelastungen sind zum grossen Teil anthropogene Tätigkeiten und Einflüsse. Daneben finden sich lokal auch hohe Belastungen in den Böden, welche geogen, also natürlicherweise bedingt sind. Bei der Bodenbildung können Schwermetalle durch Gesteins- und Mineralienverwitterung in den neu gebildeten Tonmineralien und Oxiden angereichert werden. Im Kanton Basel-Landschaft finden sich in den Oberböden im Raum Nenzlingen und Blauen erhöhte Gehalte an Cadmium. In der Gegend um Buus zeigen sich stark erhöhte Gehalte an Arsen und Thallium, und in der Region Laufen finden sich lokal stark erhöhte Arsengehalte.

1 Einleitung

Schadstoffe in den Böden haben zunächst einen negativen Einfluss auf das Ökosystem Boden in seiner Gesamtheit. Dieses steht zudem in vielfältigen stofflichen Verbindungen zu den von ihm abhängigen Lebewesen und zum gesamten Ökosystem. Menschen, Tiere und Pflanzen nehmen Schadstoffe auf, und diese können sich in den Nahrungsketten anreichern (Blume 1990). Bekannterweise sind einige Schwer- und Halbmetalle für Menschen, Tiere und Pflanzen giftig. Dabei spielt es keine Rolle, ob die Schadstoffe von anthropogen bedingten Einträgen stammen oder natürlicherweise, also geogen bedingt vorliegen. Es können deshalb unabhängig von der Herkunft der Schadstoffe Massnahmen zur Gefahrenabwehr nötig sein. Als Massnahmen kommen gemäss

Adresse der Autoren: Daniel Schmutz, Dominic Uttinger, Dr. Roland Bono, Kanton Basel-Landschaft, Bau- und Umweltschutzzdirektion, Amt für Umweltschutz und Energie, Rheinstrasse 29, CH-4410 Liestal; E-Mail: daniel.schmutz@bl.ch

Art. 8 der Verordnung über Schadstoffe im Boden (VSBo von 1986, 1998 aufgehoben und ersetzt durch die Verordnung über Belastungen des Bodens VBBo) Quellenstopp, Empfehlungen oder Nutzungseinschränkungen in Frage.

Erste Hinweise auf geogen erhöhte Gehalte an Schwermetallen in den Baselbieter Böden ergab die Rasteruntersuchung Anfangs der 1990er Jahre (*AUE BL* 1993). Auffällige Gehalte an Cadmium im Brotgetreide aus den Gemeinden Blauen und Nenzlingen lösten ab dem Jahre 1994 umfangreiche Boden-, Nahrungs- und Futtermitteluntersuchungen aus. Diese bestätigten geogen bedingte erhöhte Gehalte an Cadmium in gewissen Juraböden. Als Folge davon wurden in den letzten sechs Jahren kantonsweit verschiedene Bodenuntersuchungen durchgeführt. Der Fokus lag dabei auf den natürlicherweise vorliegenden erhöhten Schadstoffgehalten in den Baselbieter Böden und den Gesteinen. All diese Untersuchungen dienten dem Ziel, eine möglichst flächendeckende Übersicht über lokale Vorkommen von geogen belasteten Böden zu gewinnen. Zusammenfassende Ausführungen dazu finden sich auch bei *Mosimann* (2015: 308–312).

Vorliegend wird auf diese geogen bedingten Bodenbelastungen näher eingegangen. Nicht Gegenstand der Ausführungen sind die so genannten belasteten Standorte, das heißt Ablagerungs-, Betriebs- und Unfallstandorte, wie sie in den kantonalen Katastern der belasteten Standorte (Kbs) erfasst sind. Ebenfalls nicht Gegenstand sind die anthropogen verursachten Bodenbelastungen durch Schwermetalle und organische Schadstoffe.

2 Cadmium in den Böden von Blauen und Nenzlingen

Chronische Belastungen mit Cadmium schädigen beim Menschen die Niere, vermindern die Knochendichte und können negative kardiovaskuläre Effekte auslösen. Cadmium wird als krebsfördernd eingestuft (*BAG* 2011). Aktives und passives Rauchen sind bedeutende Cadmiumexpositionen. Nichtraucher nehmen Cadmium hauptsächlich durch die Nahrung auf (*BAG* 2011).

In der Rasteruntersuchung der Baselbieter Böden zeigten viele Proben aus dem Tafel- und Faltenjura Cadmiumgehalte, die deutlich über den schweizerischen Durchschnittswerten lagen (*AUE BL* 1993). Bestätigt wurde dies durch erhöhte Gehalte an Cadmium in Böden des Jurabogens von Neuenburg über die Freiberge bis hin zum Aargau, die ebenfalls schon Anfangs der 1990er Jahre in der Literatur erwähnt wurden (*Atteia* et al. 1994) Erhöhte Gehalte in Rendzinenböden wiesen auf Kalkgesteine als Quellen des Cadmiums hin. Das Cadmium reichert sich natürlicherweise durch Gesteinsverwitterung in den Böden an.

Zu einem Problem für Menschen und Tiere kann Cadmium dann werden, wenn es durch Anreicherung in Nahrungs- und Futterpflanzen in die Nahrungskette gelangt. 1994 und 1995 wurden durch das Kantonale Laboratorium Basel-Landschaft bei Marktkontrollen in Brotgetreide aus Blauen und Nenzlingen erhöhte Cadmiumgehalte in den Körnern gefunden. In den Folgejahren wurden in diesem Gebiet grossflächige Bodenuntersuchungen wie auch Getreideuntersuchungen durchgeführt (Abb. 1). Im ersten Schritt wurden in Zusammenarbeit mit der École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL Lausanne) mit einem geostatistischen Verfahren (Kriging) zur räumlichen Abgrenzung in einem engmaschigen Raster die Böden im Gebiet untersucht. Es zeigte sich, dass keine eindeutige Zuordnung der erhöhten Cadmiumgehalte zu einzelnen stratigraphischen Gesteinseinheiten oder Gesteinstypen möglich ist. Betroffen ist jedoch auf jeden Fall der Hauptrogenstein (*Genolet & Dubois* 1996).

Im zweiten Schritt wurden die Cadmiumgehalte in ausgewählten Ackerbaupflanzen untersucht (*Wenk* et al. 1997). Im dritten Schritt wurden die Ergebnisse kantonsintern sowie mit Fachleuten des Bundes diskutiert und Massnahmen festgelegt. Es folgten Anbauversuche mit verschiedenen Weizensorten (*Frossard* et al. 2000). In der Folge wurde allen Bewirtschafterinnen und Be-

Cadmium in den Böden im Gebiet Blauen/Nenzlingen

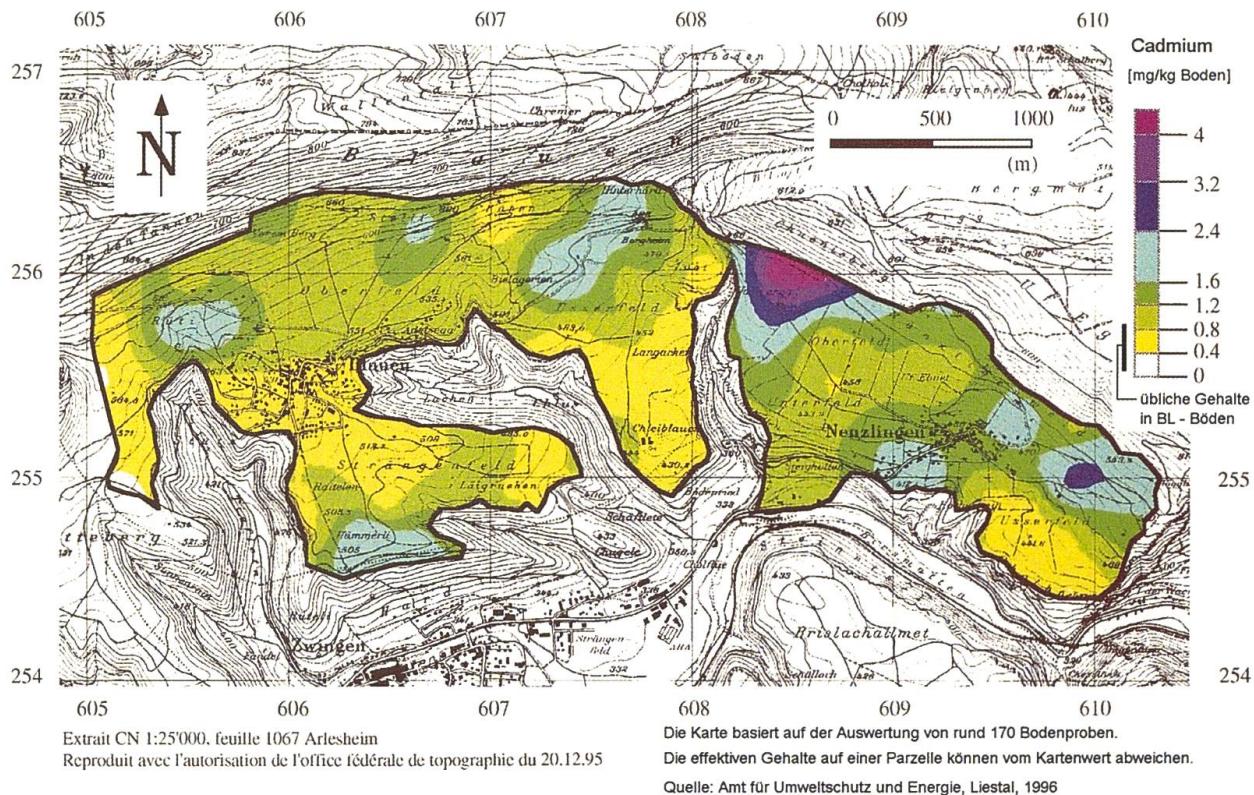


Abb. 1 Räumliche Verteilung der Cadmiumbelastung der Böden in den Gemeinden Blauen und Nenzlingen, modelliert mit der Interpolationsmethode Kriging (Genolet & Dubois 1996).

wirtschaftern im Gebiet Blauen und Nenzlingen ein Merkblatt mit Bewirtschaftungsempfehlungen abgegeben (AUE BL 2003). Darin wird als Ziel genannt, dass die produzierten Nahrungs- und Futtermittel eine gute Qualität aufweisen und dass kein zusätzliches Cadmium in die Böden eingebracht wird. Bei Bodengehalten mit mehr als 2 mg Cd/kg Boden soll auf den Anbau von Brotgetreide verzichtet werden.

Die Rasteruntersuchung (AUE BL 1993) zeigte weiter, dass sich im Leimental gering erhöhte Cadmiumgehalte auch in den Schwemmlehmern der Lössböden finden. Daneben kommen dort teilweise ebenfalls geogen bedingt leicht erhöhte Gehalte an Nickel und Chrom vor.

3 Arsen und Thallium im Boden der Erzmatt bei Buus

Metallisches Arsen ist für Menschen nahezu ungiftig. Dagegen ist bereits eine Dosis von 60 bis 170 Milligramm Arsentsrioxid (As_2O_3) für Menschen tödlich (akute Toxizität). Arsen wirkt bei chronischer Vergiftung cancerogen, mutagen und reproduktionstoxisch. Der Transferquotient Boden/Pflanzen ist im Allgemeinen gering. Die Hauptgefährdung liegt bei der direkten Aufnahme von Bodenmaterial oder durch arsenbelastetes Trinkwasser.

Thallium und thalliumhaltige Verbindungen sind extrem giftig (Greenwood & Earnshaw 1990, 275). Die tödliche Dosis Thallium für Erwachsene beträgt rund 800 Milligramm (akute Toxizität). Geringere Mengen führen zu einer chronischen Vergiftung. Der Transfer von Thallium vom Boden in die Pflanzen liegt höher als beim Arsen, ist aber immer noch als gering einzustufen. Die Hauptgefährdung liegt bei der direkten Aufnahme von Bodenmaterial.

Schon in den 1920er Jahren stellten die Landwirte fest, dass der Ackerbau im Gebiet Erzmatt nicht möglich ist. Untersuchungen durch die damalige Agrikulturchemische Anstalt des Bundes ergaben, dass der Boden stark mit dem Halbmetall Arsen belastet ist (*Truninger* 1922).

Ab dem Jahr 2013 führte das Amt für Umweltschutz und Energie (AUE) im Gebiet Erzmatt umfangreiche Untersuchungen durch (AUE BL 2016a): In drei Bodenprofilen wurde die Tiefenverteilung der Schadstoffbelastung untersucht (Abb. 2). Weiter wurden auf einer Gesamtfläche von rund 170 Hektaren insgesamt 180 Rasterpunkte-Beprobungen der Oberböden auf Arsen und Thallium untersucht. Verschiedene im Einzugsgebiet der Erzmatt liegende Bäche sowie zwei Quellen wurden ebenfalls auf auffällige Schwermetallgehalte untersucht. Letztlich wurden insgesamt 18 Futtergrasproben, rund 50 Getreideproben und rund 30 Milchproben untersucht.

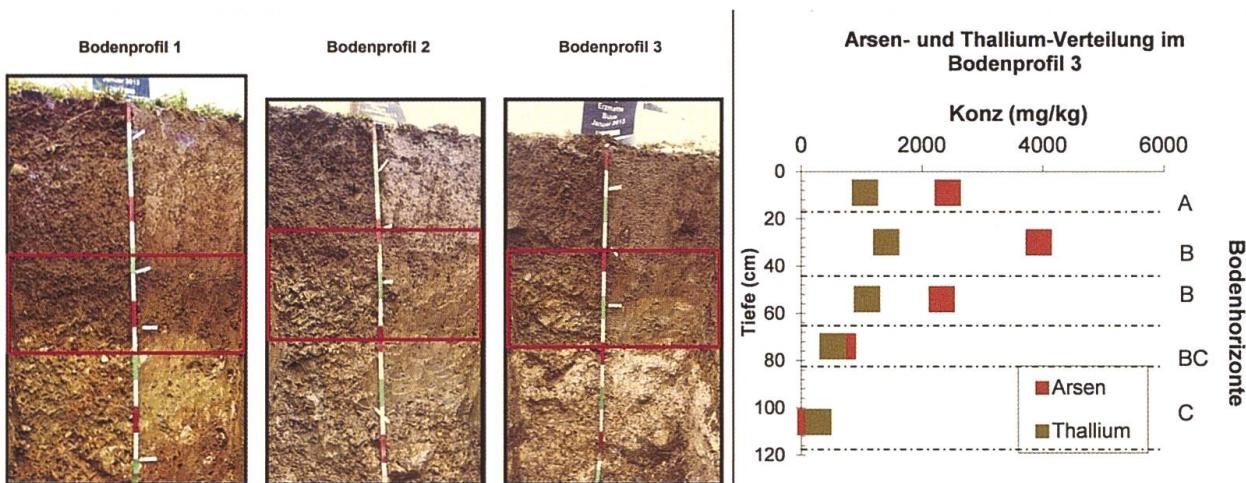


Abb. 2 Aufnahmen der drei Bodenprofile in Buus mit rot markierter Erzsicht sowie grafischer Darstellung der Verteilung von Arsen und Thallium im Bodenprofil Nr. 3. Die üblichen Gehalte in Böden im Baselbieter Gebiet liegen bei rund 20 mg Arsen pro kg Boden (TS) und 0.1 mg Thallium pro kg Boden (TS) (aus AUE BL 2016a).

Dabei zeigte sich, dass Arsen und ebenfalls Thallium in einer Erzsicht in rund 40 bis 80 cm Tiefe sehr stark erhöhte Gehalte aufweisen. Es fanden sich Gehalte, die beim Arsen rund 170-fach und beim Thallium rund 10'000-fach über den üblicherweise in den Böden vorkommenden Gehalten liegen.

Mineralogisch betrachtet, handelt es sich bei den in Buus vorliegenden Arsen- und Thallium-Mineralen um eine kleine Sensation (Majzlan et al. 2016). Durch die EAWAG (Wasserforschungsinstitut des ETH-Bereichs) und weitere Forschungsinstitute wurde diese Lokalität untersucht und die Befunde veröffentlicht (Voegelin et al. 2017). Das häufigste Arsenat-Mineral in den untersuchten Proben ist Bariopharmakosiderit. Thallium kommt in spektakulären, mikroskopischen Kristallen und massiven Aggregaten des Minerals Avicennit (Tl_2O_3) vor (Vögelin et al. 2015).

Auf den rund 170 Hektaren Untersuchungsfläche wurde eine Kernzone von rund 1.5 Hektaren mit sehr stark erhöhten Gehalten identifiziert (Abb. 3 und 4). Die Gehalte nehmen beim Arsen und beim Thallium von der Kernzone ausgehend kontinuierlich ab. Die Gehalte liegen jedoch über die gesamten 170 Hektaren betrachtet höher als in den durchschnittlichen Baselbieter Böden.

Die Analyse von Futterpflanzen ergab deutliche Grenzwertüberschreitungen gemäss Futtermittelbuch-Verordnung (Art. 19 FMBV) in der Kernzone. Ausserhalb dieser Kernzone wurden jedoch keine Überschreitungen festgestellt.

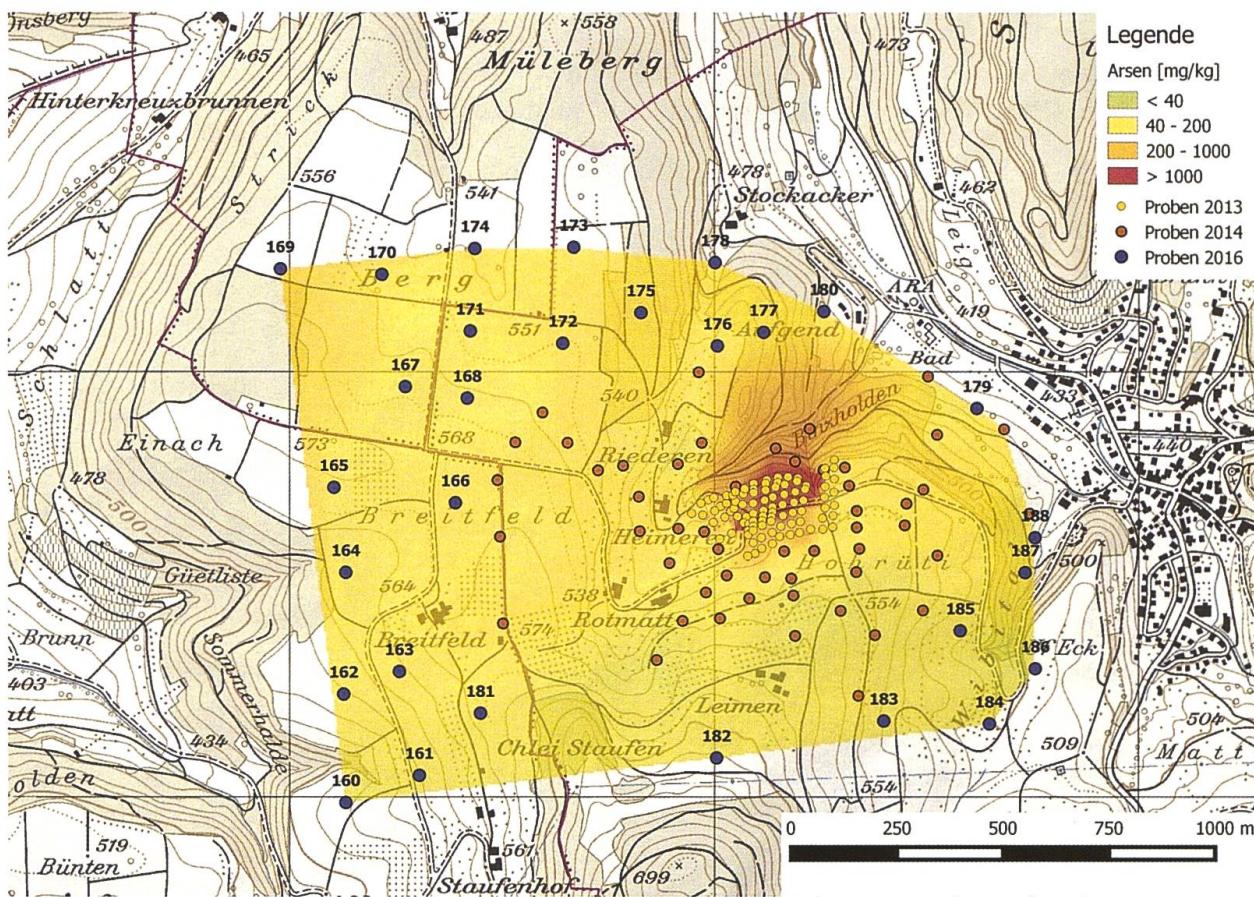
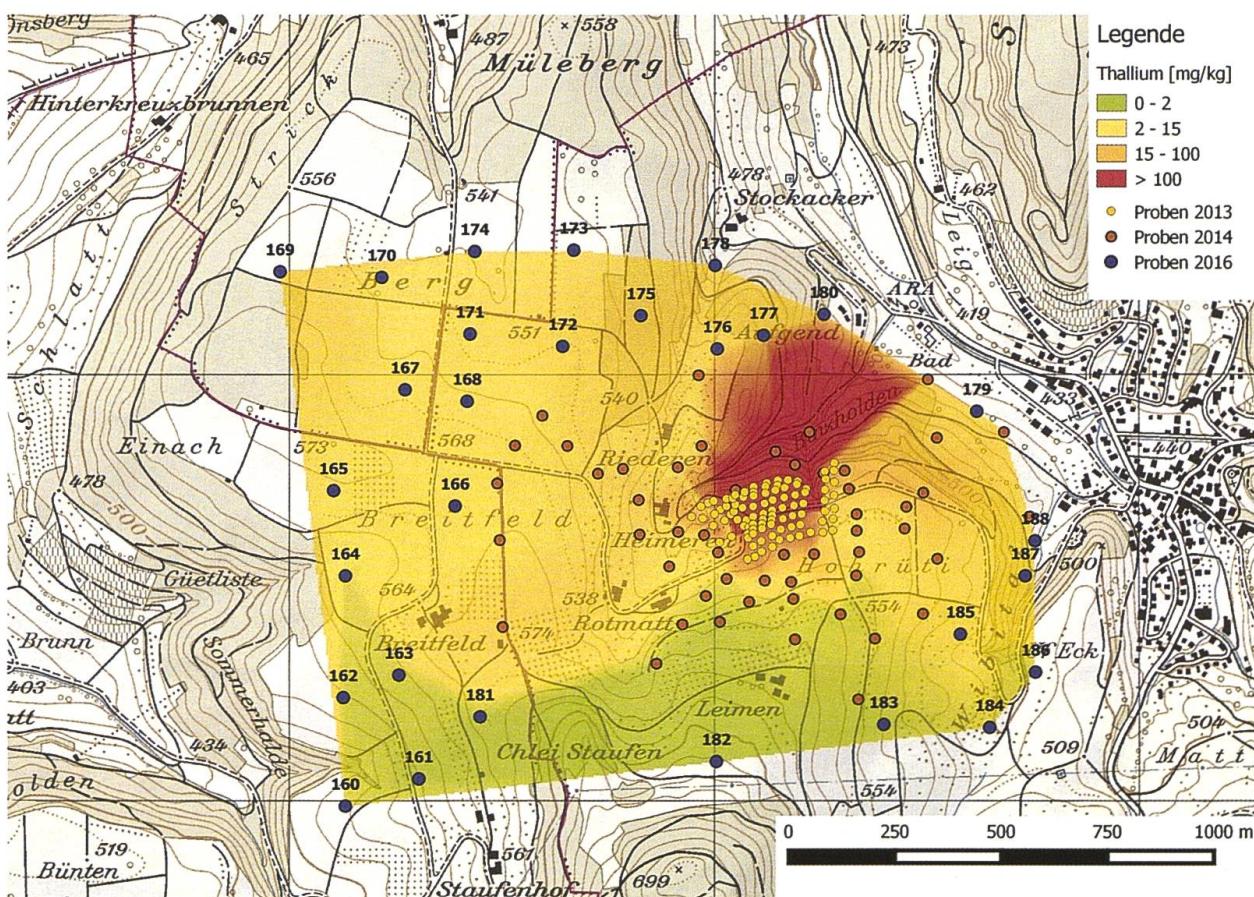


Abb. 3 und 4 Grafische Darstellung der Verteilung der Gehalte an Arsen (Abb. 3 oben) und an Thallium (Abb. 4 unten) in den Oberböden der Region Erzmatt (Interpolationsmethode TIN [Triangulated Irregular Network]) (aus AUE BL 2016a).



Die Analysen von Quellwasser und Wasser aus Oberflächengewässern im Gebiet Erzmatt ergeben keine kritischen Konzentrationen von Arsen und Thallium. Lediglich das Wasser des Binzholdenbächli (liegt direkt unterhalb der hochbelasteten Kernzone) zeigte im Oberlauf erhöhte Gehalte an Arsen und Thallium. Auch sämtliche untersuchten Lebensmittel wurden als "in Ordnung" beurteilt.

Zum Schutze von Mensch und Tier wurde die sehr hoch belastete Kernzone der landwirtschaftlichen Nutzung entzogen. Die Fläche wurde in eine abgeltungsberechtigte Dauerbuntbrache umgewandelt. Für die Bewirtschaftung der anliegenden Landwirtschaftsflächen wurden folgende Empfehlungen für den richtigen sorgsamen Umgang zum Schutze der Tiergesundheit an die Landwirte abgegeben: Verunreinigungen der Pflanzen sollen durch anhaftenden Boden möglichst gering gehalten werden. Dies lässt sich durch Anpassung der Schnitthöhe und Mähen nur bei abgetrockneten Böden erreichen. Die Beweidungszeit soll zeitlich begrenzt werden (frühzeitiger Wechsel der Weide).

4 Arsen in den Böden der Region Laufen

Verschiedene Untersuchungen durch das AUE BL (Jahre 2015–2018) zeigten erhöhte Gehalte an Arsen in den Böden im Raum Laufen. Ab dem Jahre 2015 wurden in mehreren Untersuchungskampagnen die Gebiete mit erhöhten Gehalten an Arsen in den Oberböden detailliert untersucht. Auffällig hohe Arsenkonzentrationen im Boden fanden sich in den Gemeinden Liesberg, Röschenz und Roggenburg (Abb. 5).

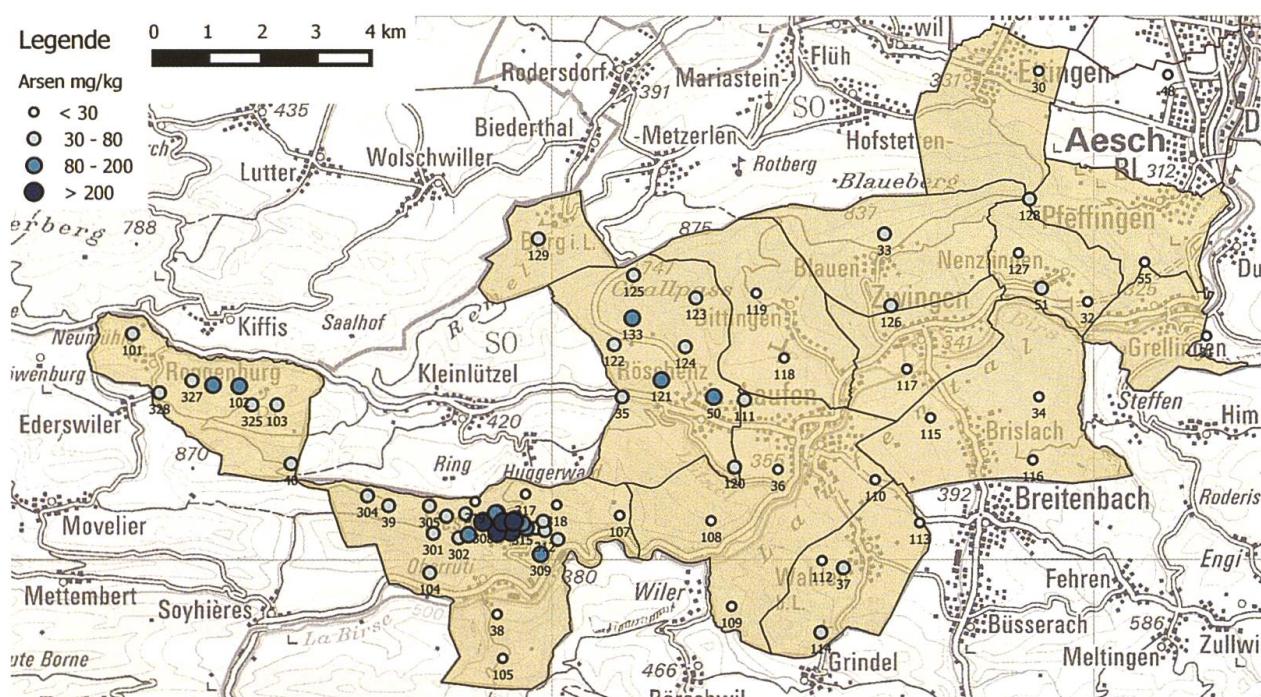


Abb. 5 Gehalte an Arsen in den Oberböden in der Region Laufen (AUE BL 2016b).

Ab dem Jahr 2016 wurde der Untersuchungsschwerpunkt auf das Gebiet Liesberg gelegt. Die Untersuchung der Böden wurde durch eine Gefährdungsabschätzung ergänzt. Dazu wurden neben den Oberböden auch Futterpflanzen, Gemüse aus Hausgärten sowie das Trinkwasser untersucht. Die Untersuchung von Gemüse und Trinkwasser erfolgte durch das Amt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen des Kantons als zuständiger Vollzugsbehörde.

Zusammenfassend ergibt sich Folgendes: Die landwirtschaftlich genutzten Böden und die Böden der Hausgärten in Liesberg sind teilweise stark mit Arsen belastet. So fand sich ein Maximalwert von 560 mg Arsen pro kg Boden in einem Landwirtschaftsboden. Das Trinkwasser zeigte zum Teil leicht erhöhte Gehalte an Arsen. Diese liegen aber deutlich unter dem Toleranzwert der Lebensmittelgesetzgebung. Als kritisch einzustufen ist aufgrund der möglichen oralen Bodenaufnahme beim Spielen der Aufenthalt von Kleinkindern (Alter 0–4 Jahre) auf nacktem, unbewachsem Boden (*SCAHT* 2018). Dies führte im Sinne der vorsorgenden Gefahrenabwehr zu einer vorläufigen Empfehlung der Behörde. Die Ergebnisse wurden im Verlauf des Monates Mai 2018 den Landbewirtschaftern und der Bevölkerung kommuniziert.

5 Weitere geogene Belastungen im Kanton Basel-Landschaft

Kantonsweit wurden durch die Behörde bis anhin an rund 2'000 Standorten die Oberböden – und teilweise auch tiefere Bodenhorizonte – auf Schadstoffe untersucht. Dies entspricht dem gesetzlichen Auftrag gemäss Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo). Die aufbereiteten Bodenproben werden in der Pedothek (Bodenprobenarchiv) des AUE BL archiviert und somit langfristig aufbewahrt.

Wenig Wissen bestand bezüglich der in der VBBo nicht geregelten Metalle. Im Vordergrund standen bei diesen “Unbekannten” die Elemente Arsen, Thallium, Vanadium, Uran und Antimon. Es wurden deshalb in einer Übersichtsuntersuchung (*AUE BL* 2015a) Archivproben der Oberböden von 64 Standorten mittels Königswasseraufschluss (Gemisch aus konzentrierter Salzsäure und konzentrierter Salpetersäure im Verhältnis 3:1) nach den Vorgaben der deutschen Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) analysiert. Insgesamt wurden die Bodengehalte von jeweils 30 Elementen (Schwer- und Halbmetalle, Alkalie- und Erdalkalielelemente) bestimmt. Die ausgewählten Standorte verteilen sich über diejenigen Landwirtschaftsflächen des Kantons, bei denen keine bekannten anthropogenen Einflüsse vorliegen. Es zeigten sich im Vergleich zu den Hintergrundwerten aus Deutschland (*LABO* 2003; schweizweit liegen nur wenige Vergleichswerte vor) keine wesentlichen Auffälligkeiten bei den obgenannten Elementen.

Ein weiterer Spezialfall sei noch erwähnt: Bei zwei Baugrunduntersuchungen im Jahre 2015 im Raum Laufen wurden im steinigen Untergrund stark erhöhte Gehalte an Arsen festgestellt. Aufgegebene Steinbrüche und -gruben sind beliebte Ausflugsziele und Naherholungsgebiet, insbesondere für Familien. Aufgrund der Erkenntnisse im Rahmen der Baugrunduntersuchungen im Raum Laufen wurden 2015 insgesamt 31 Steinbrüche und offene Felsbänder im Kantonsgebiet Basel-Landschaft beprobt und auf Schadstoffe analysiert (*AUE BL* 2015b). Eine der Zielsetzungen der Untersuchung war, mehr Wissen über mögliche Schadstoffanreicherungen in den Böden durch die Gesteinsverwitterungen zu erhalten. Die Auswahl der Standorte wurde mit Hilfe des Inventars “Geologische Naturobjekte im Kanton Basel-Landschaft” getroffen. Dabei wurden, abgestützt auf die Fachliteratur, geologische Schichten ausgewählt, bei welchen am ehesten Auffälligkeiten bei den Schadstoffen zu erwarten waren. Die Proben wurden gemahlen und mit Königswasser aufgeschlossen.

Die Analysedaten zeigten, dass lediglich einzelne Gesteinsproben bei Arsen, Cadmium und Vanadium erhöhte Konzentrationen aufweisen. Erhöhte Gehalte an Cadmium fanden sich in Gesteinsproben aus Nenzlingen. In einer Bohnerzprobe aus der Huppergrube in Lausen wurden erhöhte Gehalte an Vanadium gemessen. Beim Arsen lag der Medianwert aller 31 Gesteinsproben bei 8.8 mg Arsen pro kg Probe, die Spannweite reichte dabei von 1.1 bis 1'200 mg Arsen pro kg Probenmaterial. Die beiden Proben mit den höchsten Gehalten stammen von der "Redelsfluh" in Röschenz (Abb. 6).

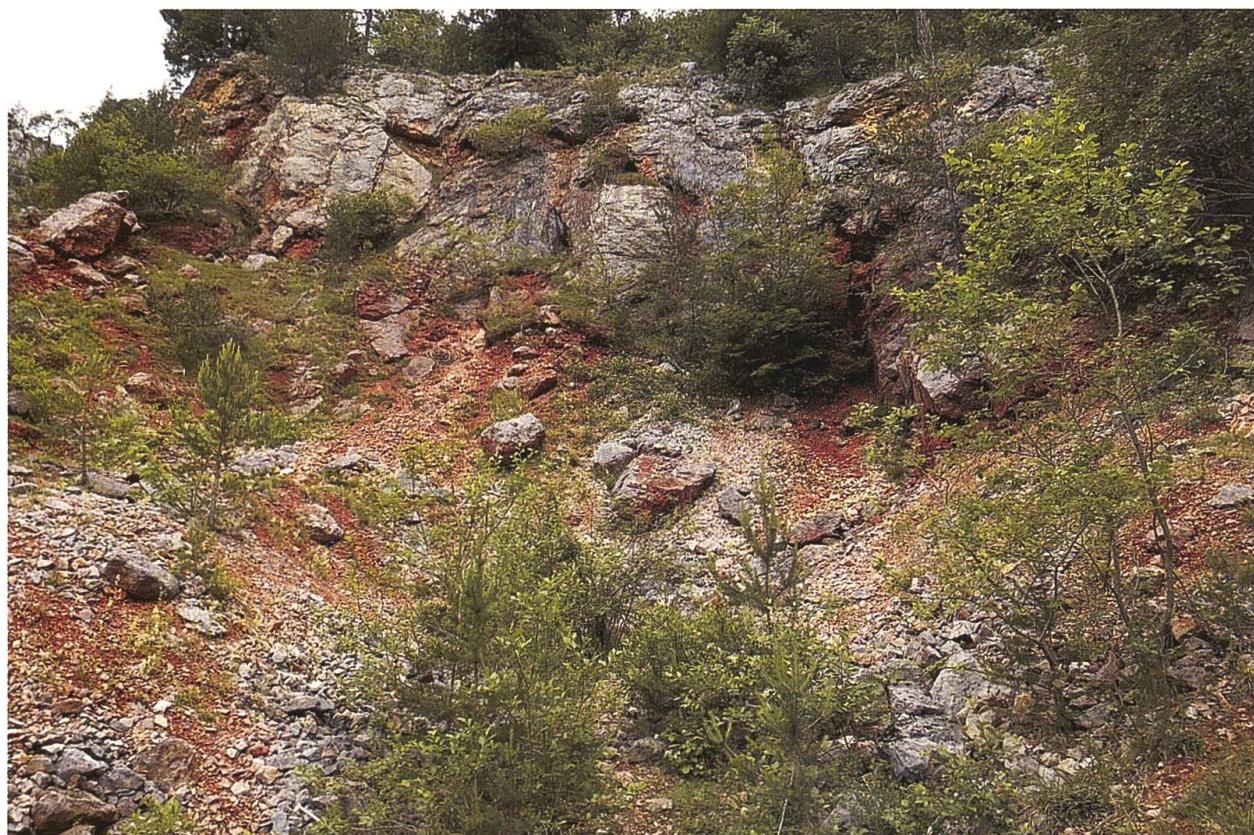


Abb. 6 Tonhaltige Feinmaterialien in verschiedenen Rottönen in der Redelsfluh bei Röschenz.

Die hohen Gehalte fanden sich in dem in verschiedenen Rottönen vorkommenden tonhaltigen Feinmaterial aus den Gesteinsklüften. Dieses stark arsenhaltige Feinmaterial animiert zum Spielen. Dabei kann unbeabsichtigt Feinmaterial oral (Kontakt Hand/Mund) aufgenommen werden. Bei allen Zugängen zur Fluh werden deshalb Besucherinnen und Besucher mit Hinweistafeln über diese Gefährdung informiert.

6 Umgang mit Aushubmaterial bei Bauarbeiten

Beim Bauen fallen meist Bodenaushub (Ober- und Unterboden) sowie mineralischer Aushub an, die zwischengelagert und allenfalls später vor Ort oder andernorts verwertet werden. Werden belasteter Bodenaushub oder mineralischer Aushub unkontrolliert verschoben und andernorts verwertet, besteht die Gefahr, dass bisher unbelastete Böden belastet werden. Dabei spielt es keine Rolle, ob die Schadstoffe natürlicherweise, also geogen vorliegen oder durch menschliche Tätig-

keiten in die Böden eingebracht wurden. Der Umgang mit belastetem Bodenaushub ist, abgestützt auf das Umweltgesetz, gesetzlich geregelt. Im Merkblatt “Ober- und Unterboden sowie Aushub- und Ausbruchmaterial mit geogen bedingter Schadstoffbelastung – was tun?” finden sich die Vorgaben zum Umgang mit geogenbedingt belastetem Boden- und Aushubmaterial (AUE BL 2017).

7 Vorsorge, Gefahrenabwehr und Information

Belastungen und negative Entwicklungen für den Boden sowie die Gefährdung der Schutzgüter Menschen, Tiere und Pflanzen müssen rechtzeitig erkannt und darauf aufbauend müssen geeignete Schutzmassnahmen eingeleitet werden. Dies sicherzustellen ist die Aufgabe der Bodenüberwachung. Der gesetzliche Auftrag dazu findet sich in der VBBo und im Umweltschutzgesetz Basel-Landschaft (USG BL). Dazu gehört die Identifizierung von Flächen mit vermuteter oder tatsächlicher Gefährdung der Bodenfruchtbarkeit durch Schwermetalle, organische Schadstoffe, Erosion, Verdichtung oder Fremdorganismen. Anhand dieser Erkenntnisse werden Vorsorgemaßnahmen getroffen: Einerseits wird ein Quellenstopp zur langfristigen Erhaltung gesunder Böden verlangt, andererseits erfolgt bei bereits bestehenden Belastungen die Gefahrenabwehr zum Schutz von Mensch, Tier und Pflanzen. Vom Gesetzgeber vorgegeben und von zentraler Bedeutung ist dabei, dass Untersuchungsergebnisse, Folgerungen und Massnahmen sowohl den Verursachern als auch betroffenen Bodennutzerinnen und Bodennutzern kommuniziert und insbesondere die Umsetzung von Massnahmen auch langfristig überwacht wird.

8 Fazit

In den letzten 30 Jahren wurden im Kanton Basel-Landschaft, aber auch schweizweit, sehr viele Untersuchungen zu Bodenbelastungen mit Schadstoffen durchgeführt. Den geogen, also natürlicherweise vorliegenden Schadstoffen wurde dabei zum Teil zu wenig Beachtung geschenkt. Mit neueren Grundlagenuntersuchungen konnte dieses Defizit verringert werden. Auch in anderen Kantonen, zum Beispiel im Tessin und in Graubünden, finden zurzeit ähnliche Untersuchungen statt. Dies gilt insbesondere auch für Schadstoffe wie Arsen, die in der schweizerischen Bodenschutzgesetzgebung nicht explizit geregelt sind. Für sie gilt die gesetzlich vorgeschriebene Einzelfallabklärung.

Literatur

AUE BL 1993. *Schwermetalle in den Böden des Kantons Basel-Landschaft, Ergebnisse einer Rasterbeprobung der Oberböden*. Amt für Umweltschutz und Energie BL, Liestal.

AUE BL 2003. *Cadmium in Böden und Anbauprodukten im Gebiet Blauen/Nenzlingen – Empfehlung für Bewirtschafterinnen und Bewirtschafter*. Amt für Umweltschutz und Energie BL, Liestal. Online verfügbar: www.basel.ch/politik-und-behorden/direktionen/bau-und-umweltschutzdirektion/umweltschutz-energie/boden/merkblatter/downlo

ads/mb_cadmium_blauen-nenzlingen.pdf [Eingesehen am 30.7.2018]

AUE BL 2015a. *Geogene Hintergrundbelastungen in den Oberböden im Kanton Basel-Landschaft*. Amt für Umweltschutz und Energie BL, Liestal. Online verfügbar: www.basel.ch/politik-und-behorden/direktionen/bau-und-umweltschutzdirektion/umweltschutz-energie/boden/publikationen/downloads/geogene-hintergrundbelastungen_2015.pdf [Eingesehen am 30.7.2018]

- AUE BL 2015b. *Kurzbericht Schadstoffuntersuchungen von Gesteinen im Kanton BL*. Amt für Umweltschutz und Energie BL, Liestal. Online verfügbar: www.basel.land.ch/politik-und-behorden/direktionen/bau-und-umweltschutzdirektion/umweltschutz-energie/boden/publikationen/downloads/Kurzbericht%20geogenes%20Arsen%20in%20Gesteinen%20BL%202015.pdf [Eingesehen am 30.7.2018]
- AUE BL 2016a. *Faktenblatt: Arsen und Thallium in Landwirtschafts- und Waldböden im Gebiet Erzmatt bei Buus und Umgebung*. Amt für Umweltschutz und Energie BL, Liestal. Online verfügbar: www.basel.land.ch/politik-und-behorden/direktionen/bau-und-umweltschutzdirektion/umweltschutz-energie/boden/publikationen/downloads/Faktenblatt%20Arsen-%20und%20Thallium%20belasteten%20Boeden%20im%20Gebiet%20Erzmatt%20Buus%202016.pdf [Eingesehen am 30.7.2018]
- AUE BL 2016b. *Geogen bedingte Arsen-, Thallium- und Urangehalte in Liesberg und Roggenburg BL*. Amt für Umweltschutz und Energie BL, Praktikumsarbeit Vögeli M. et al. (unveröffentlicht), Liestal.
- AUE BL 2017. *Ober- und Unterboden sowie Aushub- und Ausbruchmaterial mit geogen bedingter Schadstoffbelastung – was tun?* Merkblatt für Projektierende, Bauherrschaften, Baubehörde und Deponiebetreiber. Amt für Umweltschutz und Energie BL, Liestal. Online verfügbar: www.basel.land.ch/politik-und-behorden/direktionen/bau-und-umweltschutzdirektion/umweltschutz-energie/boden/merkblatter/downloads/Umgang%20mit%20geogen%20bedingten%20schadstoffbelastetem%20Boden%20und%20Aushub.pdf [Eingesehen am 30.7.2018]
- Atteia O., Dubois J.P., Webster R. 1994. Geostatistical analysis of soil contamination in the Swiss Jura. *Environmental Pollution* 87: 315–327.
- Blume H.-P. 1990. *Handbuch des Bodenschutzes. Bodenökologie und -belastung, vorbeugende und abwehrende Schutzmassnahmen*. Landsberg/Lech.
- BAG 2011. *Faktenblatt Cadmium*. Bundesamt für Gesundheit, Bern.
- Frossard R., Bono R., Schmutz D., Buser A., Simon P., Wenk P., Schaub H. 2000. *Cadmium in acht Weizensorten – Ergebnisse eines Anbauversuchs in Nenzlingen, Basel-Landschaft*.
- Genolet F., Dubois J.P. 1996. *Étude de la teneur en cadmium dans les sols de la région de Blauen-Nenzlingen*.
- Greenwood N. N., Earnshaw A. 1990. *Chemie der Elemente*. Weinheim.
- LABO 2003. *Hintergrundwerte für anorganische und organische Stoffe in Böden*. Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz. Online verfügbar: www.labodeutschland.de/documents/LABO_HGW_Anhang_02_2017.pdf [Eingesehen am 30.7.2018]
- Majzlan J., Petrikis J., Vögelin A. 2016. Arsen- und Thallium-Minerale bei Buus, Baselland. *Schweizer Strahler* 1/2016: 20–23.
- Mosimann T. 2015. *Erd-reich, Eine Reise durch die Böden des Kantons Basel-Landschaft und seine Nachbargebiete*. Verlag Basel-Landschaft, Liestal.
- Truninger E. 1922. *Arsen als natürliches Bodengift in einem Schweizerischen Kulturboden. Der Boden der Erzmatt bei Buus (Baselland)*. Mitteilung aus der Schweizerischen agrikulturchemischen Anstalt Bern.
- SCAHT 2018. *Risikobeurteilung von Bodenschadstoffen in Haus- und Familiengärten gemäss Anhang 3, Ziffer 2 AltIV für die menschliche Gesundheit*. Schweizerisches Zentrum für angewandte Humantoxikologie, Basel.
- Vögelin A., Pfenninger N., Petrikis J., Majzlan J., Plötze M., Senn A., Mangold S., Steininger R., Göttlicher J. 2015. Thallium Specification and Extractability in a Thallium- and Arsenic-Rich Soil Developed from Mineralized Carbonate Rock. *Environ. Sci. Technol.* 49(9): 5390–5398.
- Voegelin A., Majzlan J., Hermann J., Wick S., Baeyens B., Pfenninger N., Göttlicher J. 2017. Verhalten von geogenem Thallium in Böden auf der Erzmatt bei Buus. *Bulletin Bodenkundliche Gesellschaft der Schweiz (BGS)* 38: 47–50.
- Wenk P., Bono R., Dupois J.P., Genolet F. 1997. Cadmium in Böden und Getreide im Gebiet Blauen/Nenzlingen, Basel-Landschaft. *Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg.* 88: 570–592.