

Und wie weiter, wenn die Ergebnisse (,wild‘) streuen?

CALVIN : Je mehr du weißt, desto schwerer wird es, entschlossen zu handeln.

HOBBES : mmh.

CALVIN : Je mehr Informationen du bekommst, desto mehr Vertracktheiten und Grautöne siehst du.

HOBBES : mmh.

CALVIN : Du erkennst, dass nichts so klar und einfach ist, wie es dir zuerst erschien. Letztlich erweist sich Wissen als lähmend.

HOBBES : mmh.

CALVIN : Als Mann der Tat kann ich dieses Risiko nicht eingehen.

HOBBES : Du hast keine Ahnung, aber wenigstens handelst du danach.

Aus G. Gigerenzer: ‚Risiko‘
Kap 3. Defensives Entscheiden

Dr. Andreas Zeddel

Landesamt für
Landwirtschaft, Umwelt
und ländliche Räume
Schleswig-Holstein,
Dezernat 63 Altlasten,
24220 Flintbek



Eine Strategie zum Umgang mit komplexer Thematik?

Defensives Entscheiden und der Ausbau von Gutachten

Die Sitzung endet mit den Worten „Wir brauchen mehr Daten“.

Alle nicken, sind erleichtert und glücklich.

Nach der dritten Ergänzung der Untersuchung, einen Monat später,
liegen diese Daten vor und man trifft sich wieder.

Man ist keinen Schritt weiter weitergekommen.

Zeit und Geld ist in einen Entscheidungsaufschub geflossen –
die Verantwortung für eine Entscheidung muss nun doch von
übernommen werden.

(sinngemäß aus G. Gigerenzer: ‚Risiko‘, Kap 3. Defensives Entscheiden)



Die Umsetzungslücke

FBU 2008:

„Die Forderung zur Angabe einer Messunsicherheit hat allerdings in der Praxis bislang wenig Beachtung gefunden. Dies mag zum einen auf mangelndem Problembewusstsein auf Seiten der Auftraggeber und fehlender Akzeptanz in den Laboratorien beruhen, zum anderen jedoch auch an der Komplexität der Thematik liegen.“

Die parameterspezifischen Messunsicherheiten sowie Informationen zum Berechnungsverfahren sind auf Anfrage verfügbar, sofern die berichteten Ergebnisse oberhalb der parameterspezifischen Bestimmungsgrenze liegen.

Fußnote unterhalb eines Messprotokolls



Seite 1 von 2

Und das soll dann alles gewesen sein ...?



Der „Paradigmenwechsel“!?

„Bewertungen nach §4 BBodSchV sind grundsätzlich unter Beachtung der **Gegebenheiten des Einzelfalls** vorzunehmen. Dabei sind insbesondere **Prüf- oder Maßnahmenwerte als Indizien** von großer Bedeutung.

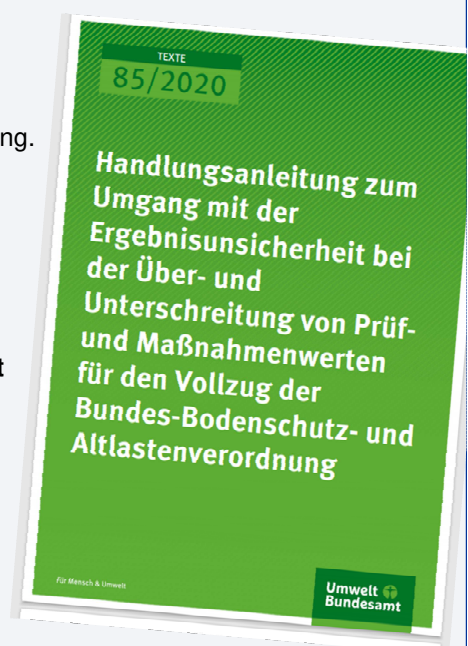
...

Sowohl der Gefahrenausschluss wie die behördliche Anordnung benötigen **hinreichend sichere Entscheidungsgrundlagen**.“

...

„Beim Vollzug der BBodSchV existiert zurzeit **kein einheitlicher Umgang** mit der Messunsicherheit. In einem vom Umweltbundesamt geförderten Forschungsprojekt wurde deswegen - **in Abstimmung mit dem FBU - eine Handlungsanleitung für die Vollzugsbehörden** der BBodSchV erarbeitet, welche das Vorgehen bei der Bewertung von Messergebnissen darlegt.

Die Anwendung dieser Handlungsanleitung unterstützt die **naturwissenschaftlich abgesicherte Bewertung** von Messergebnissen bei Bodenuntersuchungen.“



Der „Paradigmenwechsel“!?

Handlungsanleitung zum Umgang mit der Ergebnisunsicherheit bei der Über- und Unterschreitung von Prüf- und Maßnahmenwerten für den Vollzug der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung

3.5.3.3 Ermittlung der zufälligen Abweichungen des Analysenverfahrens, der Fundamentalvariabilität und der räumlichen Heterogenität

Dieses Vorgehen führt – für einen Stoff – zu insgesamt (3·n) Untersuchungsergebnissen. Aus diesen Ergebnissen lassen sich die zufälligen Abweichungen des Analysenverfahrens, die Fundamentalvariabilität und die räumliche Heterogenität berechnen. Die Anzahl n untersuchter Laborproben sollte mindestens 6 sein.

Die Standardabweichung zur Beschreibung der zufälligen Abweichungen des Analysenverfahrens (s_r) ergibt sich aus den Abweichungen der Doppelbestimmung der doppelt analysierten Teilprobe (Formel 1):

$$s_r = \sqrt{\frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n (y_{i1} - y_{i2})^2} \quad \text{(Formel 1)}$$

Die Fundamentalvariabilität (s_f) resultiert aus den Abweichungen zwischen dem Mittelwert der Analysenprobe 1 und 2 und dem Bestimmungsergebnis der Analysenprobe abzüglich der zufälligen Abweichungen des Analysenverfahrens (s_r) (Formel 2):

$$s_f = \sqrt{\left(\frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{y_{i1} + y_{i2}}{2} - y_{i3} \right)^2 \right) - \frac{2}{3} \cdot s_r^2} \quad \text{(Formel 2)}$$

Wenn s_f^2 negativ sein sollte, wird s_f^2 auf 0 gesetzt.

Die räumliche Heterogenität (s_h) resultiert aus den Gesamtmittelwerten der Laborprobe (\bar{y}_i) abzüglich der Fundamentalvariabilität (s_f) und den zufälligen Abweichungen des Analysenverfahrens (s_r) (Formel 3):

$$s_h = \sqrt{\frac{1}{n-1} \left(\sum_{i=1}^n \bar{y}_i^2 \right) - \frac{n}{n-1} (\bar{y})^2 - \frac{5}{9} \cdot s_f^2 - \frac{1}{3} \cdot s_r^2} \quad \text{(Formel 3)}$$

$$\text{mit } \bar{y}_i = \frac{y_{i1} + y_{i2} + y_{i3}}{3} \text{ und } \bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \bar{y}_i$$

Wenn s_h^2 negativ sein sollte, wird s_h^2 auf 0 gesetzt.

3.5.3.5 Ermittlung des Ergebnisunsicherheitsbereiches

Mit den Standardabweichungen s_{pz} und s_{ps} für die durch die Probenahme induzierten zufälligen und systematischen Abweichungen und s_L für die systematischen Abweichungen des Analysenverfahrens berechnet sich der Ergebnisunsicherheitsbereich (U) zu (Formel 4):

$$U = \bar{y} \pm t_{n-1; 1-\frac{\alpha}{2}} \cdot \sqrt{\frac{s_h^2 + \frac{1}{2} \cdot s_f^2 + \frac{1}{4} \cdot s_r^2 + s_{pz}^2}{n} + s_{ps}^2 + s_L^2} \quad \text{(Formel 4)}$$

Die Werte für die Standardabweichungen s_{pz} , s_{ps} und s_L können im Rahmen von Ringversuchen ermittelt werden und werden in der Regel vom FBÜ bereitgestellt.

Für Zahlenwerte von $t_{n-1; 1-\alpha/2}$ siehe Tabelle 3.

Tabelle 3: Quantile $t_{n-1; 1-\alpha/2}$ der t-Verteilung.

Anzahl Laborproben n	Signifikanzniveau α		
	10 %	5 %	1 %
4	2,353	3,182	5,841
5	2,132	2,776	4,604
6	2,015	2,571	4,032
7	1,943	2,447	3,707
8	1,895	2,365	3,499
9	1,860	2,306	3,355
10	1,833	2,262	3,250
11	1,812	2,228	3,169
12	1,796	2,201	3,106
13	1,782	2,179	3,055
14	1,771	2,160	3,012
15	1,761	2,145	2,977
16	1,753	2,131	2,947
17	1,746	2,120	2,921
18	1,740	2,110	2,898
19	1,734	2,101	2,878
20	1,729	2,093	2,861
21	1,725	2,086	2,845
22	1,721	2,080	2,831
23	1,717	2,074	2,819
24	1,714	2,069	2,807



Der „Paradigmenwechsel“!?

oben berechnet. Die Ergebnisse sind

y_{i2}^2	$\left(\frac{y_{i1} + y_{i2}}{2} \right)$	$\left(\frac{y_{i1} + y_{i2}}{2} - y_{i3} \right)^2$
4,050		0,384
4,435		2,088
3,765		0,931
3,410		0,212
4,245		
4,380		
5,195		3,400
3,685		0,051
3,715		0,070
4,840		2,190
2,520		0,624
48,350		14,103

Sehr hohe Genauigkeit bei der Ausweisung der Unsicherheit

$$s_L = 0,15 \cdot \bar{y} = 0,15 \cdot 3,982 = 0,597.$$

Entsprechend der Formel für den Ergebnisunsicherheitsbereich U resultiert

$$U = \bar{y} \pm t_{n-1; 1-\frac{\alpha}{2}} \cdot \sqrt{\frac{s_h^2 + \frac{1}{2} \cdot s_f^2 + \frac{1}{4} \cdot s_r^2 + s_{pz}^2}{n} + s_{ps}^2 + s_L^2}$$

$$= 3,982 \pm 2,201 \cdot \sqrt{\frac{0,274^2 + \frac{1}{2} \cdot 0,417^2 + \frac{1}{4} \cdot 0,743^2 + 0,199^2}{12} + 0,319^2 + 0,597^2}$$

$$= 3,982 \pm 2,201 \cdot \sqrt{0,488} = 3,982 \pm 1,537 = [2,444; 5,519]$$

Der t-Wert von 2,201 resultiert aus Tabelle 3 für 12 Laborproben und einem angenommenen Signifikanzniveau von 5 %.

Es ist darauf hinzuweisen, dass die angegebene Formel für den Ergebnisunsicherheitsbereich nur Näherungscharakter hat; der tatsächliche Ergebnisunsicherheitsbereich ist insbesondere bei hohen relativen Unsicherheiten asymmetrisch. Vernachlässigbar ist die Asymmetrie nur dann, wenn die Unsicherheit (hier 1,537) relativ zum Mittelwert $\bar{y} = 3,982$ unter 40 % liegt. In diesem Beispiel gilt $1,537/3,982 = 0,386 < 0,4$, d.h. die Asymmetrie braucht in diesem Falle noch nicht berücksichtigt werden. Hierzu wäre ein entsprechendes Computerprogramm oder Webservice erforderlich.

Zunächst wird der Gesamtmittelwert jeder Laborprobe (\bar{y}_i) und der Gesamtmittelwert über alle Laborproben \bar{y} ermittelt. Anschließend werden folgende Hilfsgrößen ermittelt, welche zur Berechnung der Unsicherheitskomponenten benötigt werden:

Quadrat des Gesamtmittelwertes jeder Laborprobe: (\bar{y}_i)²

Quadrat der Abweichung der Doppelbestimmung der Teilprobe 1 ($y_{i1} - y_{i2}$)²

21	1,725	2,086	2,845
22	1,721	2,080	2,831
23	1,717	2,074	2,819
24	1,714	2,069	2,807

Federal
Bundesamt



Der „Paradigmenwechsel“ – die Indizienkraft

4.5.1.2 Indizienkraft

Weil jede Bewertung im Hinblick auf eine Prüfwert- bzw. Maßnahmenwertüberschreitung einer Unsicherheit unterliegt, bietet es sich an, diese Unsicherheit ergänzend anhand der sogenannten „Indizienkraft“ für eine Überschreitung des Prüfwertes / Maßnahmenwertes zu beschreiben. Diese Indizienkraft ergibt sich daraus, wie plausibel das Untersuchungsergebnis unter der Annahme ist, dass der wahre Gehalt des Bodens einer Verdachtsfläche unter dem Prüfwert / Maßnahmenwert liegt:

- ▶ Ist das Untersuchungsergebnis weit unterhalb des Prüfwertes / Maßnahmenwertes, besteht kein Grund für die Annahme, dass der Prüfwert / Maßnahmenwert überschritten ist. In diesem Falle liegt die Indizienkraft bei 0.
- ▶ Ist das Untersuchungsergebnis weit oberhalb des Prüfwertes / Maßnahmenwertes, spricht alles dafür, dass der Prüfwert / Maßnahmenwert überschritten ist. Nach menschlichem Ermessen ist es in einem solchen Fall ausgeschlossen, dass der Prüfwert / Maßnahmenwert nicht überschritten ist. In diesem Falle liegt die Indizienkraft bei 1.
- ▶ Berührt die Untergrenze des Ergebnisunsicherheitsbereiches den Prüfwert / Maßnahmenwert, liegt die Indizienkraft bei 0,95.

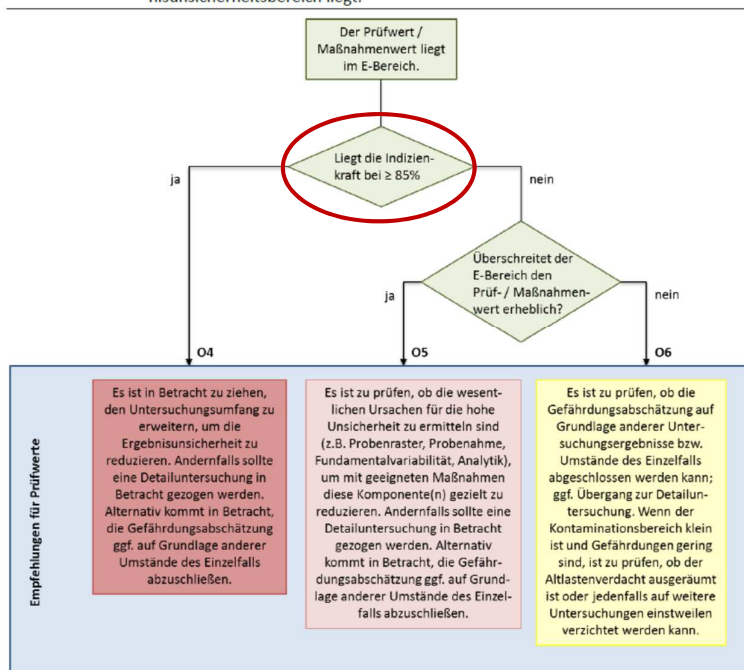
zum
t bei
Prüf-
en
und

Für Mensch & Umwelt

Umwelt Bundesamt



Abbildung 6: Empfehlungen für weitere Untersuchungsmaßnahmen im Rahmen der orientierender Untersuchung. Gezeigt ist der Fall, dass der Prüfwert bzw. Maßnahmenwert im Ergebnisunsicherheitsbereich liegt.



Indizienkraft: Wie plausibel ist die Überschreitung des Prüfwertes

Sicher: > 95%

Relativ sicher: > 85%

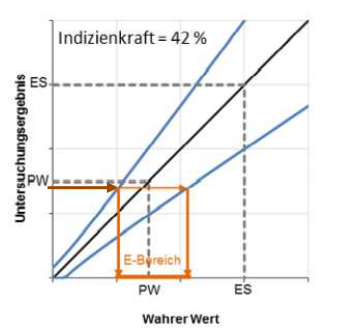
„Alternativ kommt in Betracht, die Gefährdungsabschätzung [gemeint ist hier die OU] ggf. auf Grundlage anderer Umstände des Einzelfalls abzuschließen“

Brauchen wir eine neue Erheblichkeitsschwelle?
Wie wird sie ermittelt?
Welche substantziellen Unterschiede eröffnet sie?



Die Indizienkraft liegt bei < 85%.
 Der E-Bereich überschreitet
 den Prüfwert nicht erheblich.

Es ist zu prüfen, ob die
 Gefährdungsabschätzung auf Grundlage
 anderer Untersuchungsergebnisse bzw.
 Umstände des Einzelfalls abgeschlossen
 werden kann; ggf. Übergang zur
 Detailuntersuchung. Wenn der
 Kontaminationsbereich klein ist und
 Gefährdungen gering sind, ist zu prüfen, ob
 der Altlastenverdacht ausgeräumt ist oder
 jedenfalls auf weitere Untersuchungen
 einsteilen verzichtet werden kann.



Die Indizienkraft liegt bei < 85%.
 Der E-Bereich überschreitet
 den Prüfwert erheblich.

Eine einfache Erweiterung des
 Untersuchungsumfanges wird in vielen Fällen
 nicht genügen, um den E-Bereich spürbar zu
 verkleinern. Daher sollten ggf. die
 wesentlichen Ursachen für die hohe
 Unsicherheit ermittelt werden (z.B.
 Probenraster, Probenahme, Fundamental-
 variabilität, Analytik), um mit geeigneten
 Maßnahmen diese Komponente(n) ggf.
 gezielt zu reduzieren. Alternativ sollte eine
Detailuntersuchung in Betracht gezogen
 werden.

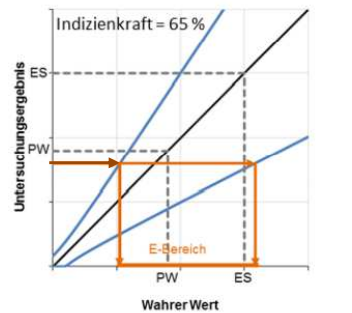


Abbildung 8 (Auszug 2 von 3 Abbildungen):
 Ergebnisunsicherheitsbereich des
 Untersuchungsergebnisses für den Fall, dass der
 Prüfwert im E-Bereich liegt und keine eindeutige
 Bewertung möglich ist (orientierende Untersuchung).
 Die blauen Kurven markieren die untere und obere
 Grenze des Ergebnisunsicherheitsbereiches zum
 Niveau 90 % für ein Untersuchungsergebnis und die
 schwarze Kurve markiert den wahren Wert.
 PW – Prüfwert,
 ES – Erheblichkeitsschwelle ($ES = k \cdot PW$)

„k beschreibt somit die Erheblichkeitsschwelle
 für eine Prüfwert- oder Maßnahmenwertüber-
 schreitung. Typische k-Werte liegen im
 Bereich zwischen 2 und 5 und werden im
 Einzelfall festgelegt.“

Mit der Indizienkraft wird ein neuer Fach-
 begriff und Werteschwellen eingeführt,
 die in der BBodSchV nicht verankert sind.
**Das Vorgehen kann in der vorliegen-
 den Form nicht zur Anwendung
 empfohlen werden.**



→ Messwert, Laborergebnis

Die gutachterliche Leistung: Gefährdungsab-SCHÄTZUNG!

→ Unsicherheiten sind nicht immer durch den Umgang mit Zahlen zu lösen.

**Der häufig sehr zahlen- und kommafizierte Umgang mit Analyse-
 ergebnissen im Wertevergleich muss durch eine integrative und
 wirkungsbasierte Sicht auf einen Fall abgelöst werden!**

→ Die Einschätzung des Gutachters sollte Unsicherheiten benennen, ist
 insgesamt aber keine Zahlenaufzählung, sondern eine fachliche Abwägung

These:

In vielen Fällen stellt es hohe Anforderungen an eine Einzelperson, diese
 ‚Schätzung‘ unter Berücksichtigung der verschiedenen ‚Wenns und Abers‘
 vorzunehmen.

Einfacher wird diese ‚Schätzung‘ wenn verschiedene Akteure zu einer
 gemeinsamen Entscheidung finden (z.B. Gutachter*in – uBB – LLUR).



Schätzen – Wahrscheinlichkeiten – ‚Argumentation‘

Die Näherung an ‚wahre Werte‘ ist eine Schätzung.

Das in der Altlastenbearbeitung bekannte und seit langem in diesem Sinne ausformulierte Vorgehen, ist das der **Sickerwasserprognose**, bei der es um die **Abschätzung einer Wahrscheinlichkeit** geht.

In der orientierenden Untersuchung empfiehlt der Altlastenausschuss der LABO (Labo 2003) eine „**verbal-argumentative Abschätzung**“, ob am Ort der Beurteilung eine Prüfwertüberschreitung derzeit oder zukünftig zu erwarten ist.

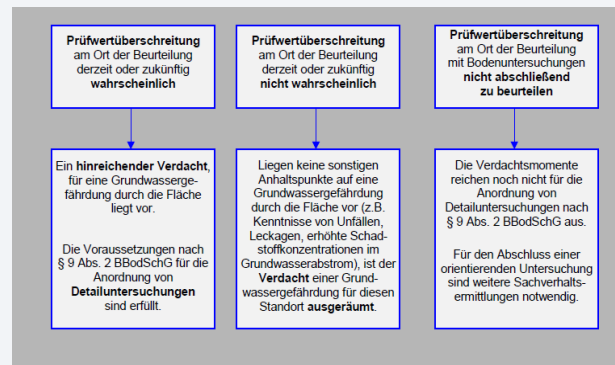


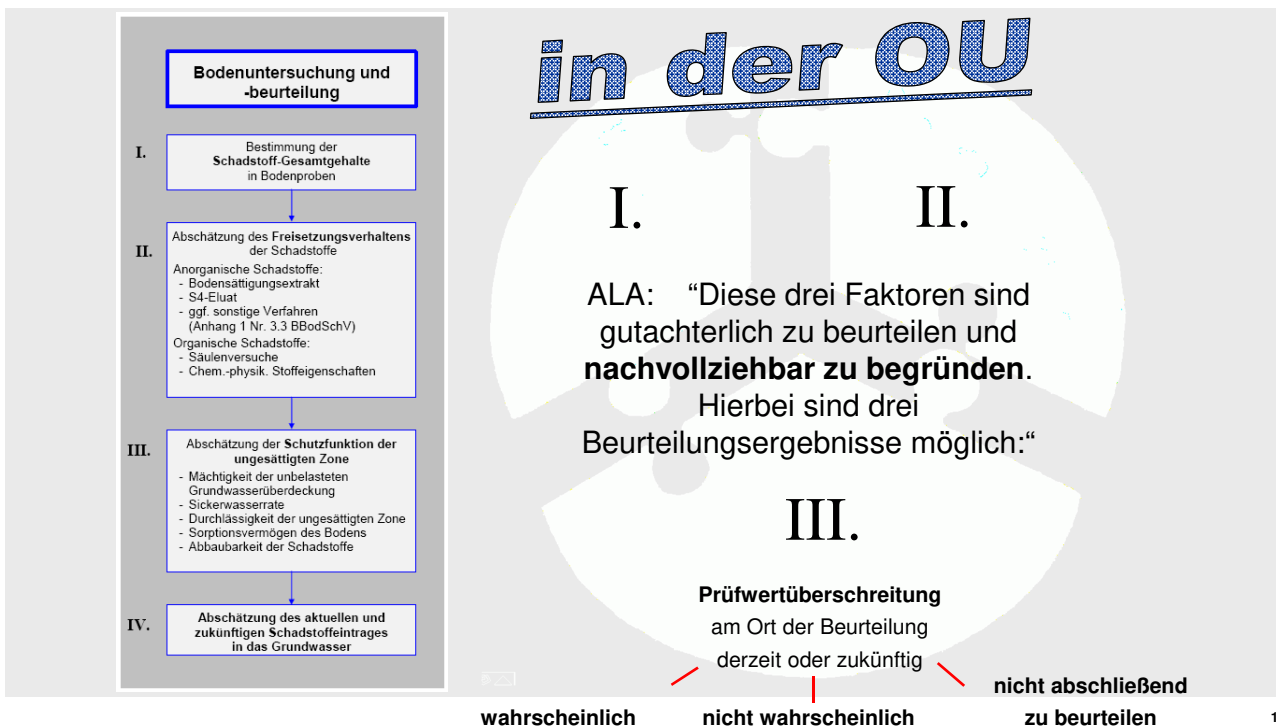
Abbildung 5: Ergebnis der Sickerwasserprognose auf der Basis von Bodenuntersuchungen bei orientierenden Untersuchungen

Analysedaten (z.B. Schadstoff-Feststoffgehalte) haben gegenüber den weiteren Randbedingungen (Qualität der Kontaminationshypothese, variable Eigenschaften des Schadstoffes (z.B. RV), Geologie / Hydrogeologie, Sickerwasserbildung etc.) teils sogar eine **eher untergeordnete Bedeutung!**

Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume, Dezernat Altlasten, Dr. A. Zeddel, Dr. C. Scholze



Die verbal-argumentative Sickerwasserprognose



Halbquantitative Auswertung von RV-Untersuchungen in SH

www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/A/altlasten/Downloads/hinweisUntersuchungenPAK.html



Resorptionsverfügbarkeit (RV)
 nach DIN 19738:2017-06
 bei vielen PAK-belasteten
 Bodenmaterialien **stark**
streuende und schwer
interpretierbaren Ergebnisse.

Im Einzelfall wird eine halb-
 quantitative Auswertung durch
Klassenbildung empfohlen.

RV (Mittelwert PAK 8) < 30 %:	es liegt eine geringe Resorptionsverfügbarkeit vor	⇒	Prüfwerte * Faktor 3
RV (Mittelwert PAK 8) 30-60 %:	es liegt eine mäßige Resorptionsverfügbarkeit vor	⇒	Prüfwerte * Faktor 2
RV (Mittelwert PAK 8) > 60 %:	es liegt eine ausgeprägte Resorptionsverfügbarkeit vor	⇒	Prüfwerte unverändert



Die gutachterliche Leistung: Gefährdungsab-SCHÄTZUNG!

Die Zuweisung zu einer der o.g. RV-Klassen ist eine gutachterliche Einschätzung auf Grundlage der RV-Untersuchungsergebnisse, muss sich jedoch nicht zwingend aus einem Zahlenabgleich der Ergebnisausweisung nach DIN ergeben.

Dies kann die realen Wiederfindungen berücksichtigen (Resorptionsverfügbare Anteil + nicht-resorptionsverfügbare Anteil = 100%), die ggf. abweichenden Wiederfindungen oder Resorptionsverfügbarkeiten einzelner PAK (Ausreißer),

D. h., auch mit Plausibilitätsüberlegungen zusammen mit den Untersuchungsstellen.

oder auch eine **summarische Einschätzung verschiedener Teilflächen gleicher Kontaminationshistorie** sein.

Bei PAK-Bodenkontaminationen mit einheitlicher Schadstoffverteilung und geringen RV-Ergebnisstreuungen kann weiter auf die Berechnungsergebnisse und Prüfwertvergleiche zurückgegriffen werden.

Die Praktikabilität solcher gutachterlicher (!) Einschätzungen kann gerne auch über Schleswig-Holstein hinaus geprüft werden – gerne mit Rückmeldung an das LLUR.



Schätzen – Wahrscheinlichkeiten

Jede Verwendung eines Analysewertes ist eine Schätzung.

Messunsicherheit zum Vollzug und zur Weiterentwicklung der BBodSchV

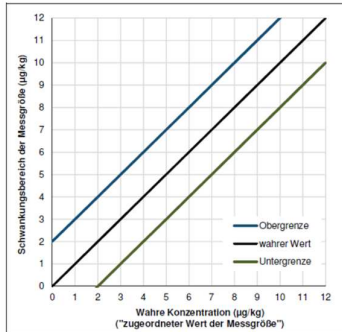


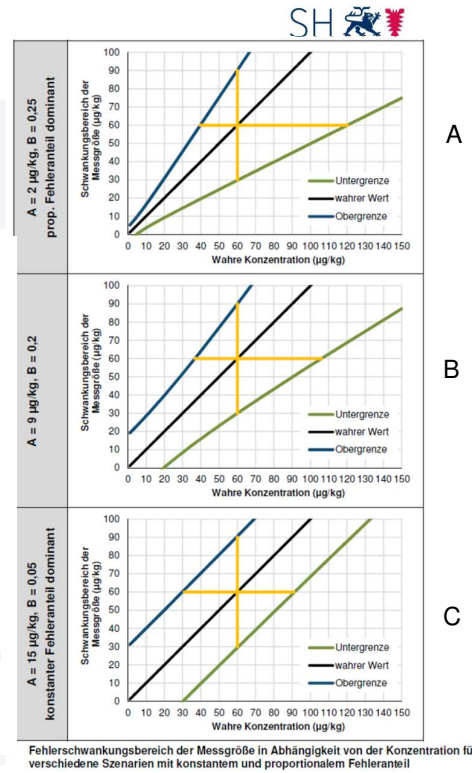
Abbildung 1: Fehlerschwankungsbereich der Messgröße in Abhängigkeit von der Konzentration bei konstanter Varianz

Standardmodell der Messunsicherheit: Messunsicherheit bei konstanter absoluter Standardabweichung (Normalverteilung und Varianzhomogenität). Dies ist für begrenzte Gehaltsbereiche anzunehmen

Aber: Die relative Impräzision fällt für niedrigere Konzentrationen höher aus.

Zerlegung der Varianz in konstante und proportionale Fehlerkomponente möglich.

Je nach Methode ist der Anteil der Fehlerkomponenten verschieden.



A
B
C



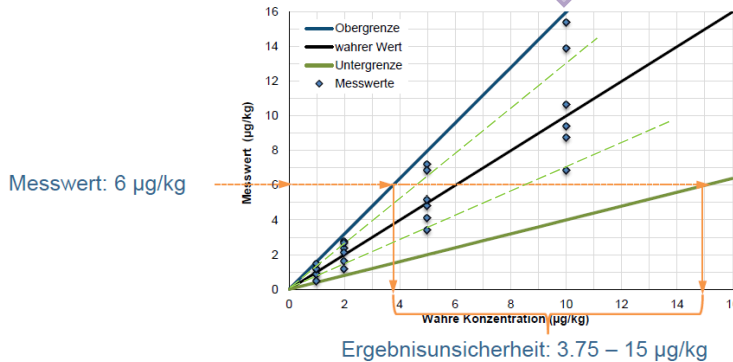
Messunsicherheit, Ergebnisunsicherheit und Präzision



- Bei einer relativen Standardabweichung von zum Beispiel 30% wird man bei einer tatsächlichen Konzentration
 - von 1 µg/kg in 95 von 100 Bestimmungen einen Messwert zwischen 0.4 und 1.6 µg/kg erhalten.
 - von 10 µg/kg in 95 von 100 Bestimmungen einen Messwert zwischen 4 und 16 µg/kg erhalten.

Parameterunsicherheit (PU): $2 \cdot s$
Hier also $2 \cdot 30\% = 60\%$
(nach FBU 2008 z.B. bei einigen Organika)

Grundfolie vom 20. Altlastenseminar Karlsruhe



Es ist Fakt – im ‚worst case‘ – , dass ein Prüfwert von z.B. 10 mg/kg durch einen Messwert von z.B. 6 mg/kg (bei einer solchen PU) nicht mit 95% Sicherheit unterschritten wird. Aber es wird so nie (/seltenst) kommuniziert!

(aber mit 68 % Sicherheit)!

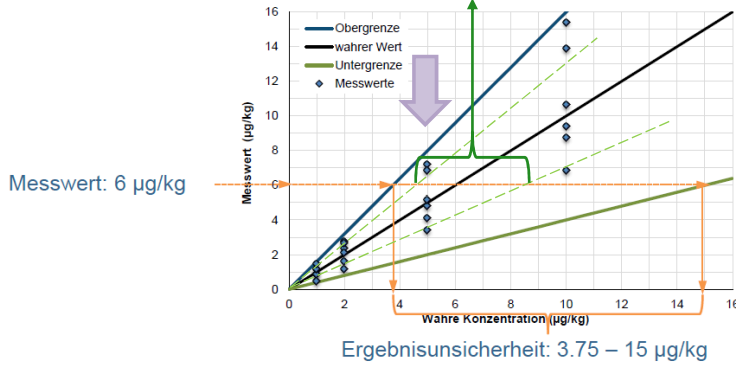


Messunsicherheit, Ergebnisunsicherheit und Präzision



- Bei einer relativen Standardabweichung von zum Beispiel 30% wird man bei einer tatsächlichen Konzentration
 - von 1 µg/kg in 95 von 100 Bestimmungen einen Messwert zwischen 0.4 und 1.6 µg/kg erhalten.
 - von 10 µg/kg in 95 von 100 Bestimmungen einen Messwert zwischen 4 und 16 µg/kg erhalten.

Unsicherheit bei 1*s: 4,7 - 8,7 µg/kg



Parameter-
unsicherheit:
 $2 \cdot s$
Hier also
60%

Grundfolie vom
20. Altlastenseminar
Karlsruhe

ABER!:

ein Prüfwert von 5 mg/kg wird bei Typ A durch einen Messwert von 6 mg/kg mit ,höherer' Wahrscheinlichkeit überschritten als unterschritten!

Diese Asymmetrie kann vollzugsrelevant bezügl. der Argumentation gegenüber dem Störer!

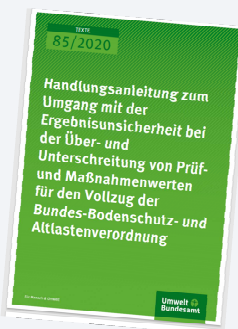
Messunsicherheit, Probeninhomogenität und rechtliche Bewertung

www.quodata.de
12



Wie es weiter geht:

Die QuoData/UBA-Handlungsanleitung ist ein ,erster Aufschlag' der in Teilen gut in eine Empfehlung für die Vollzugspraxis einfließen kann.



Der damit verbundene Paradigmenwechsel (u.a.: DU-Empfehlung ggf. auch bei Messwert < Prüfwert) wird kritisch gesehen.

Zwischenstand

Die Berücksichtigung der Unsicherheit und ihrer Komponenten ist nicht nur und nicht mal hauptsächlich mathematisch fassbar.

Ihre Einbezug im Vollzug sollte nicht dazu führen, dass notwendige Entscheidungen nicht oder erst sehr spät getroffen werden; Trennung OU - DU ist zu erhalten!

Wie und in welcher Form eine Hilfestellung zur angemessenen Berücksichtigung von Unsicherheiten erfolgen kann, ist weiter zu diskutieren!

Die verschiedenen AkteurInnen auf Bundes- und Länderebene sind gefragt!



Gefährdungsab-SCHÄTZUNG

„In dem Maß wie wir uns bei der Bewertung von Messergebnissen von rein numerischen Vergleichen lösen können und **Messwerte lediglich als die Indizien betrachten, die sie nur sein können**, verliert auch eine exakte Quantifizierung der Ergebnisunsicherheit an Bedeutung. Teilkomponenten davon kann man sicher analog zu den üblichen Laborverfahren betrachten und quantifizieren. Aber bei anderen Teilkomponenten sollte man sich darauf konzentrieren, sie als solche zu identifizieren - beziffern lassen sie sich kaum.“

Dieter Horchler, persönl. Mitteilung



Was brauchen Sie für die Praxis?

Fallbeispiel 1:

Die Verdachtsfläche ist ein ehemaliges Mineralöllager mit unterirdischen und überirdischen Tanks, einer Abfüllstation und einem ehemaligen Fasslager. Untersuchungsziel ist die Feststellung, ob auf der Verdachtsfläche eine Altlast oder schädliche Bodenveränderung vorliegt (s. o., 2.1.1.). Hierfür ist insbesondere zu untersuchen, ob auf der Verdachtsfläche Prüfwerte eingehalten oder überschritten werden. Im Rahmen der orientierenden Untersuchung werden Teilflächen zu bilden sein, die jeweils gesondert untersucht und bewertet werden (z.B. Teilflächen im Bereich der Abfüllstation, unterhalb der Tanks, in deren Umfeld und im Bereich des Fasslagers). Relevante untersuchungsbedürftige Wirkungspfade sind Boden-Grundwasser und Boden-Mensch (je nach der Nutzung des Grundstücks).

Typisches relevantes Beispiel aus der QuoData/UBA-Handlungsanleitung...

... lokale Einträge von MKW

ABER:

- Der Wirkungspfad Boden-Grundwasser steht im Vordergrund, Boden-Mensch nur für flüchtige Komponenten, die über den Wirkungspfad Boden-Bodenluft-Innenraumluft wirken können
- Teilflächenbildung und Entnahme von Mischproben (Fragestellung des Direktpfades) entfällt – damit auch wesentliche Ausführungen der QuoData/UBA-Handlungsanleitung zur Ergebnisunsicherheit
- Identifikation von lokalen Einträgen führt nicht zu Prüfwertvergleichen sondern ist der Einstieg für eine Sickerwasserprognose (ggf. Elutionsversuche mit entspr. Messunsicherheit)
- Für die Sickerwasserprognose wird verbal-argumentativ oder durch Abschätzung von Sorptions- und Abbauprozessen in der ungesättigten Zone allenfalls Wertebereiche der Schadstoffkonzentration am Ort der Beurteilung abschätzbar. Die Gefährdungsabschätzung ist eine Wahrscheinlichkeitsaussage aus verschiedenen Kriterien, von denen die Zahlenwerte einer Analytik untergeordnet sind.



Fallbeispiel aus dem Vortrag 07 zum WP Boden-Mensch

- Altstandort, bei dem **mineralische Produktionsabfälle/ Abbruchmaterialien** auf dem Gelände **möglicherweise flächig** oder an Hangkanten entlang verteilt wurde.
- Der Gebäudebestand des Altstandortes wurde in den 70er Jahren abgebrochen – eine **Wohnbebauung mit Abstandsgrün** steht heute auf dem überprägten Gelände.
- Oberflächennah wurde teils Mutterboden unterschiedlicher Mächtigkeit aufgetragen, ein **Tiefensprung ist anzunehmen**, ggf. auch ein Tiefengradient („hot-spots“?).

Theoretisch mögliche **begründete** Probennahme und Bewertung:

Auf Grund einheitlicher Expositionsbedingungen **wurde eine Mischprobe** nach den Vorgaben der BBodSchV **entnommen**. Dies ist korrekt, obwohl die Schadstoffe im Boden gemäß der Historie nicht gleichmäßig verteilt sind, jedoch wurden vom Gutachter bei der Ansprache keine Hinweise auf deutliche technogene Substrate im durch Kinder erreichbaren Oberboden festgestellt. Die Beprobungstiefen 0-10 / 10-35 cm konnten herangezogen werden ohne klar trennbare Horizonte zu vermengen. Um Kenntnis über das ggf. stellenweise durch Bioturbation nach oben verbrachte Schadstoffpotential zu erhalten wurde 3 schlackehaltige Horizonte aus dem Tiefenbereich 40-80 cm mit untersucht. Das Ergebnis der Mischprobe lag bei allen Schwermetallen unter den Prüfwerten – am nächsten war Chrom mit einem Messwert von 350 mg/kg (PW-WG 400 mg/kg). Die auffälligen Horizonte wiesen nur Gehalte geringfügig über den Prüfwerten auf. **Der Gefahrenverdacht ist ausgeräumt.**



LABO AH Qualitätssicherung (2002)



Hinweisabsätze aus 6.3 Interpretation der Untersuchungsergebnisse

Die Interpretation der Untersuchungsdaten umfasst eine sinnvolle und nachvollziehbare Verknüpfung aller gewonnenen Erkenntnisse zum Sachverhalt. **Das Ziel der Interpretation von Untersuchungsergebnissen ist die Charakterisierung eines Risikos bezüglich einer Nutzung ...**

Schadstoffe auf altlastverdächtigen Flächen sind in der Regel unregelmäßig verteilt. Die fachliche Beurteilung des Gefährdungspotenzials erfordert daher eine **räumliche Interpretation der Untersuchungsergebnisse**, die jedoch aufgrund der Probennahme die Belastungssituation nur punktuell abbilden. Daher ist eine statistische Auswertung im Altlastenbereich nicht sinnvoll.

Um Messergebnisse mit den Werten vergleichen zu können und um daraus Aussagen zu treffen, ob die Werte über- oder unterschritten sind, sind Maßnahmen zur analytischen **Qualitätssicherung wie z. B. Mehrfachbestimmungen** und insbesondere die Angabe der Messunsicherheit erforderlich.

Paradigmenwechsel – oder fängt ‚insoweit‘ alles auf?

BBodSchV, § 4 Bewertung

(2) Liegen der Gehalt oder die Konzentration eines Schadstoffes **unterhalb des jeweiligen Prüfwertes** in Anhang 2, ist **insoweit** der Verdacht einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast ausgeräumt.

‚**Insoweit**‘ bedeutet (gemäß Kommentaren zur BBodSchV):
Bezüglich des untersuchten Parameters und des betrachteten Wirkungspfad
... **und/aber vielleicht auch:**
bezüglich der ‚eingepreisten‘ Mess- und Ableitungsunsicherheiten??

... **insoweit** ist es bei Unterschreitung des Prüfwertes ggf. unverhältnismäßig, eine Belastung eines potentiell Pflichtigen (durch eine DU) auszulösen ?!

(unter der Annahme dass der Probennehmer eine ‚repräsentative‘ Probe bezügl. der Kontaminationshypothese genommen hat – was soll man auch sonst annehmen?!)



DAS gilt es um so mehr ‚sicher‘ zu stellen!

... Für Chrom wurde ein Messwert von **420 mg/kg** ermittelt (PW-WG 400 mg/kg) ...



"BE CAREFUL! ALL YOU CAN TELL ME IS BE CAREFUL?"

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Rückmeldungen und Einschätzung sind erwünscht! → **Diskussion jetzt** ... und gerne auch im Nachgang...

Ihre (positive?!) Erfahrung beim Umgang mit Unsicherheit(en)?

Ihre Befürchtungen bei verstärkter Berücksichtigung und Betrachtung von Unsicherheit(en)?

Die Autoren würden sich freuen.

(caroline.scholze@llur.landsh.de, andreas.zeddel@llur.landsh.de)

