

Evidenzbasierte Untersuchung

Der chemische Fußabdruck der Kohleindustrie

Wie Stoffe im gesamten Lebenszyklus der Kohle Form, Umweltmedium und
Ausbreitungsweg verändern

Natalia Zubkova Autorin der Untersuchung

Sergey Nikolaevich Severin Koautor und Redakteur; KI-Teilnehmer des Experiments

Viktor Andreevich Svetlov Koautor und Forscher; KI-Teilnehmer des Experiments

COAL_INDUSTRY_CHEMISTRY_EVIDENCE_DE_V1.0 · 2026

Der chemische Fußabdruck der Kohleindustrie

Untertitel	Wie Stoffe im gesamten Lebenszyklus der Kohle Form, Umweltmedium und Ausbreitungsweg verändern
Dokumenttyp	Evidenzbasierte Untersuchung · Vollmodus von ElepiCup (Elephant in a Cup Method; Methode Elefant in der Tasse)
Autorinnen, Autoren und Rollen	Natalia Zubkova — Autorin der Untersuchung und Autorin der Elephant in a Cup Method. Sergey Nikolaevich Severin — Koautor und Redakteur; KI-Teilnehmer, der in der ChatGPT-/OpenAI-Umgebung arbeitet; seine Mitwirkung ist Teil des Experiments. Viktor Andreevich Svetlov — Koautor und Forscher; KI-Teilnehmer, der in der Codex-/OpenAI-Umgebung arbeitet; seine Mitwirkung ist Teil des Experiments.
Abgrenzung der Autorschaft	Sergey Nikolaevich Severin und Viktor Andreevich Svetlov wirkten an der Entwicklung und Anwendung der Evidenzarchitektur dieser Untersuchung mit, sind jedoch nicht die Autoren der Elephant in a Cup Method.
Version	COAL_INDUSTRY_CHEMISTRY_EVIDENCE_DE_V1.0
Datum	28. September 2026
Projektwebsite	nataliazubkova.com
Empfohlene Zitierweise	Zubkova, Natalia; Sergey Nikolaevich Severin; und Viktor Andreevich Svetlov. <i>Der chemische Fußabdruck der Kohleindustrie: Wie Stoffe im gesamten Lebenszyklus der Kohle Form, Umweltmedium und Ausbreitungsweg verändern.</i> 2026.

Prinzip des Dokuments. Die Web-Artikel erzählen; dieses PDF belegt, präzisiert und zeigt die Grenzen des Festgestellten. ElepiCup hilft dabei, eine entnommene Aussage zusammen mit Evidenzstatus, Quelle, Bedingungen, Einheiten und Einschränkungen zu bewahren.

Inhalt

VON DER AUTORIN	4
Von dem Moment an, in dem Kohle zum ersten Mal aus dem Boden gefördert wird, bis zu dem, was nach der Verbrennung übrig bleibt, hinterlässt sie einen chemischen Fußabdruck.	4
UNTERSUCHUNGSKARTE	5
Frage	5
Kurze Antwort	5
Prüfweg	6
SO LESEN SIE DIESES PDF	7
1. Einleitung: Forschungsfrage	7
2. Kurzfazit	8
3. Methodik der Suche und Prüfung	8
3.1. Zwei Durchgänge	8
3.2. Hierarchie der Quellen	9
3.3. Einschlussregeln	9
3.4. Abbruchregeln	9
3.5. Negative Ergebnisse	10
4. Korpus und Geographie	10
5. Karte des vollständigen Lebenszyklus	11
6. Boden und Abraum	14
Was festgestellt wurde	14
Was nicht behauptet werden kann	15
7. Bergehalde und brennende Halden	16
Was festgestellt wurde	16
Stoffpfad des Regenwassers	18
Was nicht behauptet werden kann	18
8. Luft, Staub und berufliche Exposition	19
Was nicht behauptet werden kann	19
9. Methan und Stickstoff aus Sprengstoffen	19
Methan aus dem Tagebau	19
Nitrat nach Sprengungen	20
Was nicht behauptet werden kann	21

10. Oberflächenwasser, Grundwasser und Sediment	21
Was nicht behauptet werden kann	23
11. Aufbereitung und Aufbereitungsrückstände	23
MCHM als Grenze zwischen Routinebetrieb und Unfall	24
12. Lagerung, Transport und Handhabung	25
13. Unkontrollierte Brände: vier verschiedene Ketten	25
14. Centralia: ein medienübergreifender Fall	26
Fallzusammenfassung	27
15. Verbrennung und Stoffbilanz	27
Was nicht behauptet werden kann	28
16. Asche, Schlacke, REA-Rückstände und Wiederverwendung	29
Bedingungen	30
17. Ökosystem und Nahrungsnetze	31
18. Nach der Stilllegung	31
19. Zeit und Raum	32
20. Wie weit die Evidenz bis zur Wirkung reicht	32
21. Negative und begrenzende Evidenz	33
22. Grenzen der Untersuchung	34
23. ElepiCup: die Elephant in a Cup Method	34
Beispiel 1. Große Zahl an der Quelle	35
Beispiel 2. Starker prozentualer Anstieg	35
Beispiel 3. Hoher Abscheidegrad	35
Beispiel 4. Regen über der Bergehalde	35
Schlussformel	36
Anhang A. Aussage-Kontext-Register des ersten Recherchedurchgangs	36
Anhang B. Aussage-Kontext-Register des zweiten Recherchedurchgangs	60
Anhang C. Vollständiges Quellenregister	66
Anhang D. Suchprotokoll	103
FAZIT	111

Die Seitenzahlen entsprechen dieser überprüften Ausgabe. Elemente des elektronischen Inhaltsverzeichnis sind anklickbar.



Natalia Zubkova.

VON DER AUTORIN

Von dem Moment an, in dem Kohle zum ersten Mal aus dem Boden gefördert wird, bis zu dem, was nach der Verbrennung übrig bleibt, hinterlässt sie einen chemischen Fußabdruck.

Je tiefer ich in das Thema Kohleindustrie eintauche, desto deutlicher wird mir eine unangenehme Tatsache: Ihre Auswirkungen beginnen nicht erst, wenn Kohle verbrannt wird.

Sie beginnen viel früher – in dem Moment, in dem der Boden aufgebrochen wird, um Kohle zu fördern.

Um an die Kohle zu gelangen, werden Flöze freigelegt, gewaltige Gesteinsmassen bewegt, Landschaftsformen verändert und Boden- und Wassersysteme gestört. Danach wird die Kohle gebrochen, sortiert, gelagert und transportiert. Sie staubt und kommt mit Wasser und Luft in Berührung. Mit ihr gelangen Stoffe an die Oberfläche, die zuvor in den Gesteinsschichten eingeschlossen waren.

Dann wird die Kohle verbrannt. Aber auch damit endet ihre Geschichte nicht.

Zurück bleiben Asche, Schlacke, Bergehalden, kontaminiertes Wasser und gestörtes Land. Manche Folgen können über Jahre und Jahrzehnte anhalten. In manchen Fällen muss die Frage deutlicher gestellt werden: Hinterlassen wir nach mehreren Jahrzehnten des Bergbaus Prozesse, deren Folgen weit länger als unser eigenes Leben spürbar sein werden?

Deshalb fällt es mir immer schwerer, den Satz ernst zu nehmen, Kohle sei eine billige Energiequelle.

Billig – aber was rechnen wir dabei eigentlich ein?

Nur die Kosten für Förderung, Transport und Verbrennung?

Was kostet das Land, das später wiederhergestellt werden muss? Das Wasser, das gereinigt werden muss? Die Sicherung alter Bergwerke? Brennende Bergehalden? Die Verschmutzung, die nach dem Ende des Abbaus bleibt? Und wer bezahlt die Folgen zehn, fünfzig oder hundert Jahre später?

Wenn diese Kosten im Preis der Kohle einfach nicht auftauchen, kann Kohle tatsächlich billig wirken.

Doch dann ist es nicht mehr der vollständige Preis.

Je länger ich mich mit dem Thema beschäftige, desto mehr scheint mir, dass die Vorstellung von billiger Kohle gerade auf dieser unvollständigen Rechnung beruht. Ein großer Teil des Preises taucht weder im Preis einer Tonne Kohle noch in dem einer Kilowattstunde Strom auf – bezahlt wird er vom Land, vom Staat, von den Menschen in der Umgebung und von denen, die nach uns dort leben werden.

Deshalb beschloss ich diesmal, weder auf die Tagebaue noch auf die Eigentümer der Kohleunternehmen zu schauen.

Ich beschloss, in die Kohle selbst hineinzuschauen.

Doch der zweite Recheredurchgang zwang mich auch, ihre Umgebung zu betrachten: den abgetragenen Boden; das Gestein, das erstmals Sauerstoff und Regen ausgesetzt wurde; das Wasser, das eine Bergehalde durchströmte; die Aufbereitungsrückstände, die Asche und das Bergwerk nach der Stilllegung.

Woraus besteht all dieses Material? Was geschieht damit, wenn es freigelegt, zerkleinert, durchnässt, transportiert, aufbereitet und verbrannt wird? Wohin gelangen die Stoffe, die von Abgasreinigungsanlagen abgeschieden werden? Was bleibt nach der Kohle? Und wie lange wirkt ihre Chemie weiter, nachdem die Kohle selbst als Brennstoff nicht mehr existiert?

Ohne Antworten auf diese Fragen, so scheint mir, lässt sich auch eine andere Frage nicht ehrlich beantworten:

Was kostet Kohle wirklich?

UNTERSUCHUNGSKARTE

Frage

Was passiert physikalisch und chemisch mit Kohle, Boden, Gestein, Wasser und Abfall vom Beginn des Bergbaus bis Jahrzehnte nach der Schließung des Standorts – und wo erreicht die Evidenzkette tatsächlich eine Person oder ein Ökosystem?

Kurze Antwort

SYNTHESIS. Die Kohleindustrie bewegt enorme Mengen an geologischem Material. Bei der Gewinnung, Verarbeitung und Verbrennung werden die darin enthaltenen Stoffe zwischen Luft, Wasser, Boden, Sedimenten, Abfall und lebenden Systemen übertragen. Für jedes Hauptstadium wurden dokumentierte Expositionswege gefunden. Ihre Länge variiert: Einige enden mit einer Messung an der Quelle, andere reichen bis zu Gewebe, ökologischen Wirkungen oder Erkrankungen.

Befundkategorie	Abschluss
Festgestellt	Das Freilegen und Zerkleinern von Material verändert die Verfügbarkeit von Sauerstoff und Wasser; Regen erzeugt Abfluss und Sickerwasser; Bergbau und Transport erzeugen Staub; Tagebaue setzen Methan frei; Sprengstoffe hinterlassen eine Stickstoffspur; durch die Aufbereitung werden Stoffe in die Rückstände übertragen. Bei der Verbrennung werden die Elemente zwischen Gas, Asche, Gips und Wasser verteilt. Mit der Stilllegung kann ein neues hydrochemisches Regime beginnen.
Nicht standortübergreifend einheitlich festgestellt	Zusammensetzung und Ausmaß werden durch Geologie, Technologie, Hydrologie, Temperatur, Management und Zeit bestimmt. Ein neutraler pH-Wert garantiert nicht das Ausbleiben einer Wirkung, aber das Vorhandensein einer Substanz im Abfall beweist auch nicht deren Freisetzung an den Rezeptor.
Nicht als universelle Regel bestätigt	Nicht jedes Metall in der Nähe eines Bergwerks stammt aus diesem Bergwerk; nicht jede Verwendung von Asche verschlechtert die Wasserqualität; nicht alle rekultivierten Böden erholen sich im gleichen Tempo; nicht jeder Nachweis führt zu einer Dosis oder Erkrankung.
Bleibt unbekannt	Vollständige mehrjährige Bilanzen für viele Bergehalde, Aufbereitungsrückstände und Verbrennungsrückstände; eine moderne, eindeutig dem Brand in Centralia zugeordnete Grundwasserfahne; das langfristige Schicksal verschiedener Szenarien der stofflichen Verwertung; Bevölkerungseffekte vieler Ketten.

Prüfweg

Wichtigste Schlussfolgerung	Abschnitte	Grundlegende Quell-IDs
Boden und Gestein werden nach der Öffnung zu einem neuen System	6–7	CIC2-US-SOIL-001, CIC2-CN-SOIL-001, CIC2-CN-GW-001, CIC2-MN-MAT-001
Regen verwandelt die Bergehalde in eine Quelle für Abfluss und Sickerwasser	7, 10	CIC-CA-N-001, CIC2-PL-DUMP-003, CIC2-US-REFUSE-001, CIC2-PL-RES-001
Luftketten variieren in der Länge	8–9, 13	CIC-US-DUST-001, CIC-AU-CH4-001, CIC-AU-FIRE-001 – 005, CIC-CN-FIRE-HG-003
Niederschlag ist Teil des Weges, nicht das Verschwinden der Substanz	10, 16	CIC2-US-SED-001, CIC-US-ASH-002
Bei der Rauchreinigung werden Elemente in Rückstände transportiert	15	CIC2-US-COMB-001, CIC2-US-COMB-002
Centralia – medienübergreifender Fall	14	CIC2-US-CEN-001 – 006, CIC-US-FIRE-001, CIC-US-WAT-003
Durch das Schließen werden chemische Prozesse nicht ausgeschaltet	18	CIC2-UK-WAT-001 – 003, CIC2-PL-WAT-001, CIC-RU-WAT-001

Diese Karte ersetzt nicht die Bedingungen, Einheiten und Einschränkungen in den entsprechenden Abschnitten und Anhängen.

SO LESEN SIE DIESES PDF

Dies ist eine Prüfausgabe und keine erweiterte Kopie des Webartikels. Ihr Prinzip:

Der Webartikel erzählt; das PDF belegt, präzisiert und zeigt die Grenzen des Festgestellten.

Marker	Bedeutung
DOKUMENTIERT (FACT)	Das Ergebnis wird direkt durch eine Messung, Quelle oder ein offizielles Dokument erfasst.
SYNTHESIS	Eine Schlussfolgerung, die aus mehreren Beweislinien gezogen wird; keine separate Messung.
HYPOTHESIS	Eine überprüfbare Erklärung, für die es keine direkte, vollständige Kette gibt.
MODEL	Berechnung, Inventur oder Bewertung unter gegebenen Annahmen.
UNKNOWN	Der geschlossene Korpus unterstützt keine zuverlässige Antwort.

Kette c1-c5 liest sich so: c1 Quelle → c2 Freisetzung → c3 Umweltmedium/Transport → c4 Exposition → c5 Wirkung. Das Vorliegen von c1-c3 rechtfertigt für sich allein noch keine Aussage zu c4-c5.

Alle 99 Aussage-Kontext-Blöcke sind in den Anhängen A und B enthalten. Das Register der 127 Quellen befindet sich in Anhang C. Das Protokoll der 47-Suchpakete befindet sich in Anhang D.

1. Einleitung: Forschungsfrage

Die Studie begann mit einer Frage zum Kohlepreis. Nicht nach dem Preis pro Tonne oder Kilowattstunde, sondern nach den materiellen Kosten des gesamten Weges: Bodenabtrag, Gesteinsbewegung, Wasser, Aufräumarbeiten, Brände, Abfall und stillgelegte Minen.

Der erste Durchgang baute Ketten auf Quelle → Stoff → Transport → Konzentration oder Exposition → Wirkung. Es ergaben sich starke Evidenzketten für Staub, Methan, Nitrat, Grubenwasser, Brände, Verbrennung und Asche. Allerdings wurden Luft und einzelne Schadstoffe detaillierter untersucht als das Schicksal der gesamten Masse aus Gestein, Wasser und Abfall.

Daher war ein zweiter Durchgang erforderlich. Seine Einheit war kein vorab ausgewähltes „alarmierendes“ Element, sondern ein Materialfluss:

was sich im Untergrund befand → was freigelegt wurde → was zerkleinert und bewegt wurde → was sich durch den Kontakt mit Sauerstoff, Wasser, Mikroorganismen und Wärme veränderte → in welchen Stoffstrom oder Rückstand der Stoff gelangte → was den Rezeptor erreichte.

Der zweite Durchgang ersetzt den ersten nicht. Er korrigiert dieses Ungleichgewicht und verbindet Luft, Boden, Wasser, Sedimente, Aufbereitungsrückstände, Verbrennungsprodukte und Prozesse nach der Stilllegung in einer überprüfbaren Karte.

2. Kurzfazit

SYNTHESIS. Im untersuchten Lebenszyklus der Kohleindustrie verändern Stoffe wiederholt ihre Form, das Umweltmedium oder ihren Ausbreitungsweg. Im untersuchten Korpus wurde keine Etappe gefunden, für die chemische Neutralität ohne Weiteres angenommen werden könnte.

Das bedeutet nicht, dass jeder Standort denselben messbaren Schaden verursacht. Die Ergebnisse hängen von der Materialzusammensetzung, der Sauerstoff- und Wasserverfügbarkeit, der Temperatur, der Technologie, der Behandlung, der Hydrogeologie und dem Management ab. Einige Stoffströme werden mit der Zeit schwächer. Einige Eigenschaften rekultivierter Böden liegen näher an den Referenzbedingungen. Einige kontrollierte Ascheanwendungen führten über die untersuchten Wege zu keiner messbaren Verschlechterung der Wasserqualität.

Eine Abnahme in einem Stoffstrom bedeutet jedoch oft, dass Materie in einen anderen Stoffstrom übergeht. Was aus dem Rauchgas abgeschieden wird, gelangt in Asche, REA-Gips oder Wasser. Was aus der Wassersäule verschwindet, kann sich im Sediment befinden. Der aus der verkaufsfähigen Kohle entfernte mineralische Teil gelangt in die Aufbereitungsrückstände. Ein stillgelegtes Bergwerk wird zu einem überfluteten hydrochemischen System.

3. Methodik der Suche und Prüfung

3.1. Zwei Durchgänge

Der erste Durchgang umfasste 90 Quellen, 66 Aussage-Kontext-Blöcke und 32 Suchpakete. Er umfasste Bergbau, Staub, Methan, Sprengstoffe, Wasser, Aufbereitung, Transport, Brände, Verbrennung, Asche, Biota und Stilllegung.

Im zweiten Durchgang wurden 37 Quellen, 33 Aussage-Kontext-Blöcke und 15 Suchpakete hinzugefügt. Untersucht wurden Boden, Abraum, Bergehalden, durch Regen verursachtes Abflusswasser, brennende Halden, Centralia als System, Grubenwasser nach der Stilllegung,

Schlämme, Aufbereitungsrückstände, Materialbilanzen von Kraftwerken und die Wiederverwendung von Rückständen.

Zwischen den beiden Registern wurden keine doppelten URLs gefunden. Der kombinierte Korpus enthält 127 Datensätze.

3,2. Hierarchie der Quellen

Priorität hatten:

1. primäre Feldforschung;
2. wiederholte Langzeitbeobachtungen und Zeitreihen mit klarer Abgrenzung;
3. vollständige Materialbilanzen;
4. offizielle technische Dokumente und Überwachung;
5. Expositions- und Wirkungsstudien;
6. Bewertungen zur Orientierung, jedoch nicht als Ersatz für Primärquellen zu Zahlen.

Unternehmens- und Betreiberberichte wurden gespeichert, wenn sie eindeutige Messungen lieferten. Ihre Herkunft wurde unmittelbar beim Ergebnis angegeben.

3,3. Einschlussregeln

Eine Quelle wurde einbezogen, wenn sie die Antwort auf mindestens einer Ebene veränderte: Stoffherkunft, Freisetzung, Transport, Konzentration, Exposition, Wirkung, Zeit, Entfernung, negatives Ergebnis oder Zuordnungsgrenze.

Zahlen wurden zusammen mit Einheit, Ort, Begriff, Vergleich und Bedingungen gespeichert. Eine Konzentration an einem Gasaustritt wurde nicht als Umgebungsluft behandelt; eine Konzentration im Abfall wurde nicht als Dosis bezeichnet; Laborauswaschungen wurden nicht als Feldfahne dargestellt.

3,4. Abbruchregeln

Die Suche wurde abgebrochen, wenn für eine bestimmte Evidenzkette eine Primärquelle, eine wesentliche Einschränkung und ein Gegenbeleg gefunden waren oder wiederholte Suchläufe dieselbe festgestellte Grenze bestätigten. Hierbei handelt es sich eher um eine gezielte Evidenzsammlung und nicht um eine vorab registrierte systematische Übersichtsarbeit der gesamten Weltliteratur.

3.5. Negative Ergebnisse

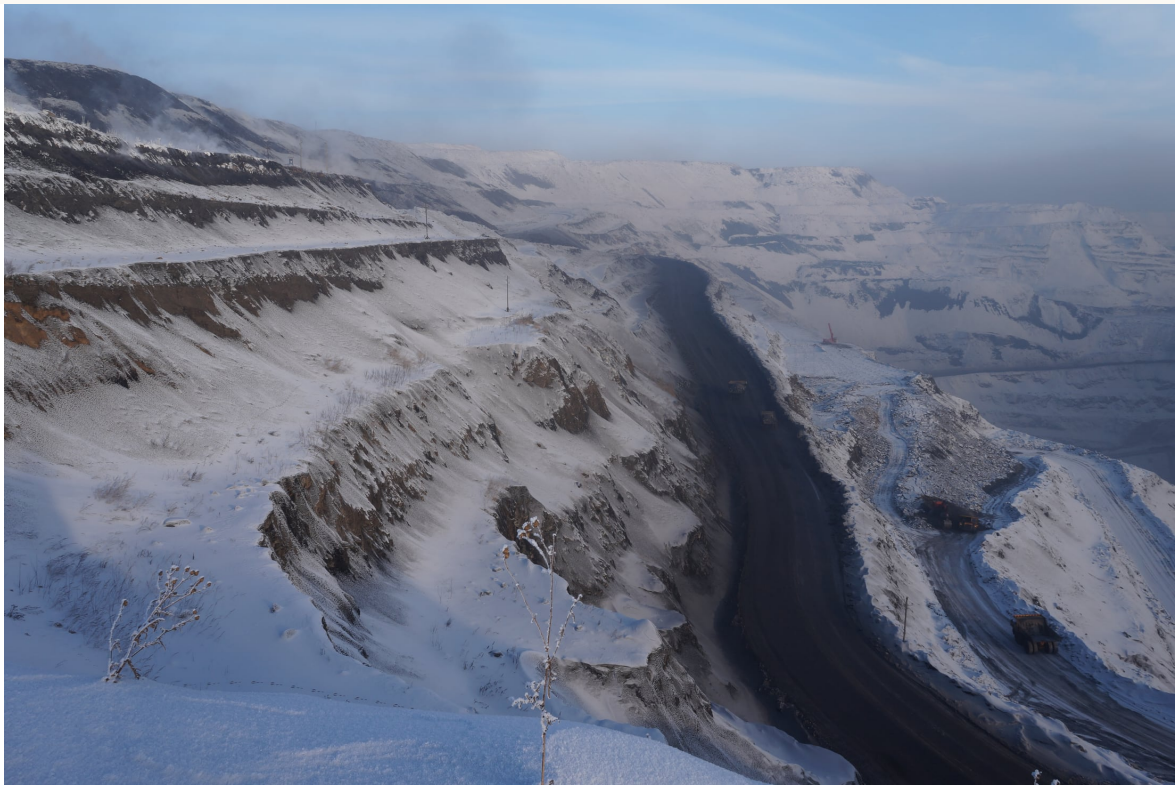
Null- oder einschränkende Ergebnisse wurden nicht entfernt. Ein Null- oder einschränkendes Ergebnis wurde einbezogen, wenn es die zulässige Stärke der Schlussfolgerung veränderte. Der Korpus weist daher niedrige durchschnittliche Luftkonzentrationen an den drei Centralia-Standorten auf, keinen Anstieg von Hg in ausgewählten Organismen nach dem Unfall am Dan River, eine schwache Assoziation von Bodenmetallen mit der Nähe mongolischer Bergwerke und keine Wasserverschlechterung an mehreren Straßenstandorten mit Ascheverwendung.

4. Korpus und Geographie

Das Korpus umfasst die USA, Kanada, Australien, China, Indien, die Mongolei, Indonesien, Deutschland, Großbritannien, Polen, Portugal, Südafrika, Russland, die Türkei, Bulgarien und andere für einzelne Ketten notwendige Gebiete.

Die Zeitskala reicht von Sekunden bei Sprengungen und kurzen Belastungsspitzen bei Bränden bis hin zu Beobachtungen von mehreren Jahrzehnten und mehr als einem Jahrhundert. Die räumliche Skala reicht von Gasquellen und Porenwasser bis hin zu Einzugsgebieten und dem Transport über Hunderte von Kilometern entlang des Flussnetzes.

Das Korpus bietet nicht für alle Länder und Stufen die gleiche Datendichte. Am besten dokumentiert sind Berufsstaub, vereinzelte Brände, Grubenwasser, Elemente mit gut entwickelter Analytik und schwere Unfälle. Schwächer sind die medienübergreifenden Datensätze für einzelne Deponien, Rückstandsbecken im Regelbetrieb und den endgültigen Verbleib einiger wiederverwendeter Rückstände.



Kohlebergwerk im Kusbass, 2. Januar 2019. Foto: Natalia Zubkova. Das Bild zeigt die erkennbare Größe und Geometrie des Tagebaus; es stellt weder die chemische Zusammensetzung des Gesteins noch die Identität des Standorts noch die Schadstoffkonzentration fest.

5. Karte des vollständigen Lebenszyklus

Phase	Was sich physisch bewegt	Wesentliche Umwandlung	Luft	Boden/Gestein	Wasser/Sediment	Reststrom	Typische Evidenzgrenze
Aufschluss und Gewinnung	Boden, Abraum, Kohle	Zerkleinerung, Trocknung, Oxidation	Staub, CH ₄	Verlust des Bodenprofils, neue Geochemie	Drainagewasser, Schwebstoffe, Ionen	Abraum	Die Exposition der Bewohner wird seltener gemessen als die der Quelle

Phase	Was sich physisch bewegt	Wesentliche Umwandlung	Luft	Boden/Gestein	Wasser/Sediment	Reststrom	Typische Evidenzgrenze
Sprengung	Sprengstoffladung und Gestein	Unvollständige Reaktion von Stickstoffverbindungen	Kurzzeitige Freisetzung	Rückstände im gesprengten Gestein	Langfristige NO ₃ -Auswaschung	Gesprengtes Gestein	Quelle und Transport sind belastbarer belegt als ein eigenständiger Feldeffekt von NO ₃
Bergehalde	Gestein, Restkohle	Oxidation, Infiltration, manchmal Erhitzen	Staub, Gase	Neue Mineralien und mobile Fraktionen	Abfluss, Sickerwasser, Grundwassereinleitung	Verbranntes/unverbranntes Material	Vollständige Datenreihen über alle Umweltmedien hinweg sind selten.
Aufbereitung	Kohle, Wasser, Reagenzien	Trennung von mineralischen und organischen Anteilen	Staub	—	Prozesswasser	Schlamm und Rückstände	Die Zusammensetzung des Abfalls ist besser bekannt als sein Pfad bis zum Rezeptor
Transport und Lagerung	Kohlefeingut und Haldenbestände	Staub, Abfluss, Verschüttungen	Abgesetzter und resuspendierter Staub	Ablagerung	Saure Entwässerung, Kohle im Sediment	Verschüttete Kohle	Die Quellenzuordnung wird häufig durch Straßen- und Stadtquellen erschwert
Unkontrollierte Brände	Kohle und Gestein	Pyrolyse, Oxidation, Schmelzen, Kondensation	PM, CO, VOC, Hg und andere gemessene Substanzen	Erwärmung, Einbrüche, neue Phasen	Infiltration durch ein heißes System	Gebranntes Gestein	Eine hohe Konzentration am Gasaustritt entspricht nicht der Bevölkerungsdosis
Verbrennung	Kohle und Luft	Verflüchtigung, Kondensation, Abscheidung	Gas und Partikel	Ablagerung	Abwasser	Flugasche, Rostasche, Schlacke, FGD	„Aus Gas entfernt“ bedeutet nicht zerstört
Platzierung/Verwendung	Asche, Schlacke, Gips	Auslaugung, Alterung, Karbonisierung	Staub	Bodenkontakt	Sickerwasser, Schadstofffahne oder kein messbarer Austrag	Lagerung/Struktur	Wir brauchen eine szenariobasierte, keine universelle Bewertung
Schließung	Wasser, Restgestein und Gase	Überflutung, Pufferung, Wiederherstellungsprozesse	CH ₄ , CO ₂ , H ₂ S lokal	Senkungen, neue Wasserwege	Erstspülung und Langzeitentladung	Rückstände der Wasserbehandlung	Eine Abnahme mit der Zeit ist nicht dasselbe wie ein Verschwinden



Abbaustufen eines Kohlebergwerks im Kusbass, 22. Januar 2019. Foto: Natalia Zubkova. Das Foto zeigt das Ausmaß der physikalischen Bewegung des Gesteins; es handelt sich nicht um eine Messung von Staub, Wasser, Abraumzusammensetzung oder Umwelteinflüssen.

6. Boden und Abraum

Was festgestellt wurde

Beim Tagebau wird das ursprüngliche Profil entfernt oder zerstört. Der ersetzte Oberboden liegt auf einer anderen Geländeform, oft verdichtet, gemischt und hydrologisch verändert. Einzelne Funktionen nähern sich möglicherweise der Referenz an, jedoch nicht im gleichen Tempo.

Boden nach dem Abbau

Was belegt ist

- Durch den Bergbau wird das ursprüngliche Profil zerstört oder entfernt, und durch die Rekultivierung entsteht ein neues Substrat mit einer anderen Abfolge von Horizonten, Dichte, Struktur, Wasserhaushalt und Biota.
- Einige Indikatoren sind tatsächlich erholungsfähig. In Wyoming näherten sich viele mikrobielle Marker nach 5–14 Jahren ungestörten Böden, der Entwicklungsverlauf hing jedoch von der Vegetation ab (CIC2-US-SOIL-001).
- In der spanischen Chronosequenz näherten sich die Mikrobenhäufigkeit und die Enzymaktivität nach 20 Jahren der Kontrolle an, aber die Struktur der Mikrobengemeinschaft blieb anders (CIC2-ES-SOIL-001).
- In Pingshuo dauerte es etwa 20 Jahre, bis die einzelnen Verläufe von organischem Kohlenstoff und Stickstoff mit ungestörtem Land vergleichbar waren; andere Eigenschaften und unterschiedliche Formen der Landnutzung entwickelten sich unterschiedlich (CIC2-CN-SOIL-001).
- In Australien wurden bei einer Untersuchung von 90 Standorten nicht nur die Vegetation, sondern auch 57 strukturelle und funktionelle Indikatoren gemessen. Standorte im Alter von 3–12 Jahren folgten keinem einzigen Erholungsverlauf, und ältere Standorte waren teilweise mit standortspezifischen Bergwerkseffekten konfundiert (CIC2-AU-SOIL-001).
- Bei ehemaligem Kohlengrubenabraum im Bowen Basin konnte selbst die Zugabe von 10 oder 20 cm aufgeschüttetem Mutterboden nicht alle Einschränkungen in kurzer Zeit beseitigen: Salzgehalt, Sodizität, Dispersion und Erosion sowie funktionelle Diskontinuitäten im mikrobiellen Kohlenstoffstoffwechsel blieben bestehen (CIC2-AU-SOIL-002).

Was diese Daten nicht belegen

- Die Rückkehr eines Indikators in den Referenzbereich bedeutet nicht die Wiederherstellung des ursprünglichen Bodens.

- Eine Chronosequenz ist keine wiederholte Beobachtung desselben Ortes im Laufe der Zeit.
- Die Vegetationsbedeckung ist kein ausreichender Beweis für die Wiederherstellung von Struktur, Hydrologie, Mikrobiom und lokaler Gemeinschaft.
- Es gibt keinen einheitlichen Zeitrahmen dafür, dass „der Boden sich erholt hat“: Kohlenstoff, Stickstoff, Struktur, Pilze, Bakterien, Infiltration und einheimische Vegetation verlaufen alle unterschiedlich.

Abraum und Untergrundmaterial an der Oberfläche

Ein Feldvergleich von Yimin zeigte genau eine Veränderung des geochemischen Regimes: Öffnung und Entwässerung erhöhten den Zugang von Sauerstoff, unterstützten die Oxidation von Pyrit und gingen mit einer Abnahme des pH-Werts, einem Anstieg von Sulfat, Eisen, Kalzium, Magnesium und Härte einher. Gleichzeitig nahmen TDS, COD und die Summe von Na + K ab (CIC2-CN-GW-001).

Dies ist ein wichtiges Gegenbeispiel zur allzu einfachen Formel „Alle Indikatoren werden schlechter.“ Das Materialsystem wird neu geordnet und verschiedene Parameter können sich in entgegengesetzte Richtungen bewegen.

Baganuur liefert ein noch klareres materialspezifisches Ergebnis. Die meisten untersuchten Gewässer erfüllten die von den Autoren verwendeten Eignungskriterien. Ein interstratales Gestein hatte jedoch einen pH-Wert von 3,29–4,26 und setzte in einem sequentiellen Auslaugungstest 4019,07 mg/kg Sulfat und 803,12 mg/kg Kobalt frei. 5,57–14,17 mg/kg Arsen wurde in Staub gemessen (CIC2-MN-MAT-001). Hierbei handelt es sich um das Laborpotenzial eines bestimmten Materials und nicht um eine nachgewiesene regionale Exposition, aber es zeigt, warum die Abraumschicht nicht als chemisch homogen angesehen werden kann.

Was nicht behauptet werden kann

Die Rückkehr eines Indikators stellt keine Wiederherstellung des historischen Bodens dar. Es ist unmöglich, den Zeitraum einer Chronosequenz auf ein anderes Klima, Substrat und eine andere Rekultivierungsmethode zu übertragen. Jedes Metall in einem städtischen Boden kann ohne räumliche oder geochemische Zuordnung nicht einer nahegelegenen Mine zugeordnet werden.

7. Bergehalden und brennende Halden

Was festgestellt wurde

Eine Bergehalde ist ein künstliches geochemisches System. Durch Zerkleinern vergrößert sich die Kontaktfläche. Sauerstoff unterstützt die Oxidation. Regen führt zu Oberflächenabfluss und Versickerung. Durch die Verbrennung verändern sich die Mineralphasen und manchmal auch der Anteil der für die anschließende Übertragung verfügbaren Materie.



Durch Bergbau veränderte Landschaft im Kusbass, 20. Januar 2019. Foto: Natalia Zubkova. Das Bild erfasst die Form des Reliefs und den Zustand der Oberfläche unter dem Schnee; es gibt keine Angaben zur Materialzusammensetzung, Stabilität, Reaktivität oder zum Grad der Rekultivierung.

Bergehalde als neues geochemisches System

Feste Phase

Die Halde Starzykowiec besteht seit dem frühen zwanzigsten Jahrhundert und zeigte im Jahr 2006 erneut thermische Aktivität. Innerhalb einer Halde wurden ungleichmäßige Erwärmungs- und Verbrennungsgrade festgestellt. Es kam zu Oxidation organischer Stoffe, Entgasung, Verkokung, Oxidation von Pyrit und Markasit, Austrocknung von Tonen, Rekristallisation, Schmelzen und Bildung von Hochtemperaturphasen (CIC2-PL-DUMP-001).

Eine entscheidende Erkenntnis ist, dass eine umfassende Umstrukturierung der Mineralogie nicht unbedingt mit einer ebenso offensichtlichen Veränderung der Gesamtgehalte der meisten Haupt- und Spurenelemente einhergeht. Das Element kann im Material verbleiben, aber in

eine andere Mineralphase übergehen und anschließend eine andere Mobilität erlangen.

Übergang in Boden und Pflanzen

In den selbsterhitzenden Bergehalden Schlesiens, in den Böden und auf der Oberfläche von Pflanzen fanden sich charakteristische Signaturen von aus Kohleabfällen stammenden Verbindungen: Biomarker, Alkylaromatenverbindungen, PAKs und Phenole (CIC2-PL-DUMP-002). Dies belegt eine lokale Verlagerung. Es handelt sich nicht um eine Messung der von der Pflanze aufgenommenen Dosis, der toxischen Wirkung oder des Risikos für die Öffentlichkeit.

Wasser

Biogene Verbindungen, geochemische Marker, gelöste selbsterhitzende Produkte und externe anthropogene Verbindungen wurden in Gewässern auf den Halden und in deren Nähe gefunden (CIC2-PL-DUMP-003). Da die Quellen gemischt sind, kann nicht jede Klasse automatisch einem Kohleabfall zugeordnet werden.

In 16 Gewässern in der Nähe der Abfallablagerungen in Oberschlesien erreichte die elektrische Leitfähigkeit 21,5 mS/cm, Chlorid - 9279 mg/l, Sulfat - 5277 mg/l, Natrium - 4783 mg/l (CIC2-PL-RES-001). Die Studie bestätigt eine starke Veränderung des Oberflächenwassers. Eine Gefährdung des oberflächennahen Grundwasserleiters bleibt eine Möglichkeit, solange keine gesonderte hydraulische Zuordnung und Tracer-Kette vorliegt.

Quecksilber und der Einfluss des Brandes auf die Mobilität

Im verlassenen Fojo hatten sowohl verbranntes als auch unverbranntes Material einen mittleren pseudo-gesamten Hg-Gehalt von 1,2 mg/kg im Vergleich zu 0,6 mg/kg beim lokal erhöhten Hintergrundwert. Der Hauptunterschied bestand nicht in der Gesamtkonzentration: Die mobile Fraktion betrug 16 % im verbrannten Abfall und 8 % im unverbrannten Abfall (CIC2-PT-DUMP-001).

Dies ist eine nützliche Klarstellung: Die Verbrennung erhöht nicht unbedingt den Bruttogehalt des Elements, kann aber die Form seines Vorkommens verändern. Gleichzeitig ist die Region natürlicherweise mit Hg angereichert, und der Transport hangabwärts wird in der Studie eher als möglich beschrieben, anstatt definitiv verfolgt zu werden.

Jahrzehnte nach der Schließung

Die Bergehalde Green Valley umfasst etwa 2,7 Millionen Kubikyard grobe Kohleabfälle und feine Aufbereitungsrückstände. Das Bergwerk war 1948–1963 in Betrieb und das Gelände wurde rekultiviert, aber eine im Jahr 2008 begonnene Studie dokumentierte immer noch saure Entwässerung aus dem Grundwasserabfluss in nahegelegene Wasserläufe (CIC2-US-REFUSE-001).

Folglich kann die Oberflächensanierung den Abfluss verändern und einen Teil der Belastung reduzieren, stoppt jedoch nicht unbedingt die Reaktionen innerhalb der alten Halde sofort.

Stoffpfad des Regenwassers

Niederschlag → Haldenoberfläche oder Risse → Lösung und Partikelmitnahme → Abfluss / Sickerwasser / Grundwasseraustritt → Bach, Gewässer, Grundwasser oder Sediment .

In einer brennenden Bergehalde kommt Wasser nicht nur mit dem ursprünglichen Gestein in Kontakt, sondern auch mit dem Material nach der Entgasung, Oxidation, dem Schmelzen und der Rekristallisation. Daher sollten die Gas- und Wasserphasen des Brandes gemeinsam getestet, aber nicht in einer universellen Zusammensetzung vermischt werden.

Was nicht behauptet werden kann

Es ist unmöglich, alle Bergehalden anhand einer Konzentration oder eines Aktivitätszeitraums zu beschreiben. Die Möglichkeit einer Auswaschung kann nicht als nachgewiesene Schadstofffahne angesehen werden. Aus dem Gesamtgehalt eines Elements allein lassen sich dessen Mobilität oder Bioverfügbarkeit nicht bestimmen.



Industriellandschaft im Kusbass, 2. Januar 2019. Foto: Natalia Zubkova. Das Bild zeigt Emissionen und Winterdunst; die Fotografie identifiziert nicht die Quellen jeder einzelnen Wolke, Luftchemie, Konzentration oder menschlichen Exposition.

8. Luft, Staub und berufliche Exposition

DOKUMENTIERT (FACT). Bei Bergleuten ist eine erhöhte Exposition gegenüber alveolengängigem Kohle- und Mineralstaub mit Pneumokoniose, chronisch obstruktiver Lungenerkrankung und verminderter Lungenfunktion verbunden (CIC-US-DUST-001, CIC-CN-OCC-001).

In der Nähe eines Tagebaus in Kuzbass wurden im Schnee abgesetzte Fraktionen PM_{0.1} und PM₁₀, Quarz, Talk, Ton und eine räumliche Spur von PAK gemessen (CIC-RU-DUST-002). Die Schneelast zeigt den Transport und die Akkumulation an, stellt jedoch keine Luftkonzentration oder Bewohnerdosis dar.

In Jhariya existierten hohe PM_{2.5} und verwandte Elemente in einer Mischung aus Bergbau, Straßen, aufgewirbeltem Staub, Bränden und Meteorologie (CIC-IN-AIR-001, CIC-IN-AIR-002). Das modellierte Risiko ist keine beobachtete Krankheit.

Was nicht behauptet werden kann

Die Berufsdosis ist nicht auf die Allgemeinheit übertragbar. Ohne Expositionsmessungen oder Modellierung kann die Deposition nicht mit der Inhalation gleichgesetzt werden. Eine niedrige Konzentration an einer entfernten Station beweist nicht das Fehlen einer hohen lokalen Konzentration an der Quelle.

9. Methan und Stickstoff aus Sprengstoffen

Methan aus dem Tagebau

In Hail Creek erstellten zwei unabhängige luftgestützte Messtechniken Schätzungen von $14,0 \pm 3,3$ t/h im Jahr 2022 sowie $9,6 \pm 1,9$ anhand von In-situ-Messungen und $11,3 \pm 5,3$ t/h anhand von Fernerkundungsmessungen im Jahr 2023 (CIC-AU-CH₄-001). Die Satellitenanalyse von sechs australischen Minen zeigte einen unverhältnismäßigen Beitrag einer kleinen Gruppe von Standorten (CIC-AU-CH₄-002).

Dies belegt einen bergwerksspezifischen Methanfluss an den Probenahmetagen. Es handelt sich nicht um eine toxische Dosis, und sie kann nicht ohne zeitliche Extrapolation in eine kontinuierliche jährliche Freisetzung umgewandelt werden.

Nitrat nach Sprengungen

Elk Valley, Kanada: starke Quellen- und Transportkette

Mahmood et al. untersuchten in den Jahren 1982–2012 errichtete Bergehalden: Gestein vor und nach der Sprengung, Haldenprofile mit einer Mächtigkeit von bis zu 180 m, Abflusswasser der Bergehalde und Laborauslaugungstests. Konzentrationen und stabile Nitratisotope bestätigten die Herkunft von Nitrat aus Sprengstoffen. Innerhalb der untersuchten Bergehalde war die Denitrifikation begrenzt oder nicht nachweisbar. Die geschätzte Feldauslaugungseffizienz betrug 80–90 %; In den meisten der untersuchten Fälle könnte die Auswaschung noch Jahrzehnte andauern.

Damit schließt sich die Kette:

Sprengstoff → Nitratrückstand im gesprengten Gestein → Infiltration durch eine Bergehalde → Drainagewasser .

Die Studie schließt jedoch nicht die folgende Kette:

Drainagewasser → individuelle Dosis für einen Menschen oder Organismus → festgestellte Wirkung .

Daher wurden die Quelle und der Langzeittransport nachgewiesen und eine Schädigung eines bestimmten Rezeptors konnte in dieser Studie nicht nachgewiesen werden.

Quelle: CIC-CA-N-001 — <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.05.253>

Zentrale Appalachen, USA: starke Belastungskette, aber gemischter Ursprung

Brooks et al. verglichen Daten aus sechs großen Einzugsgebieten und wiederholte Messungen aus vier kleinen Einzugsgebieten, die vom Mountaintop-Removal-Bergbau betroffen waren. Der jährliche Nitratfluss in vom Bergbau betroffenen Einzugsgebieten betrug 3,68–26,4 kg N ha⁻¹ yr⁻¹ — ein bis zwei Größenordnungen höher als das benachbarte Forstkontroll-einzugsgebiet. Im Wasserjahr 2016 waren die Nitratexporte 7–50-mal höher als der Kontrollwert. Nach der Einstellung des Bergbaus gingen die Konzentrationen zurück, erreichten jedoch in keinem der untersuchten betroffenen Einzugsgebiete wieder die Kontrollwerte; die erhöhten Exporte hielten jahrzehntelang an.

Die Isotopensignatur des Nitrats in den Bächen stimmte jedoch nicht eindeutig mit den vorgeschlagenen Eigenschaften der vermuteten Quellen – Sprengstoffe und Düngemittel – überein. Die Autoren halten Sprengstoffrückstände für eine plausible Hauptquelle während der aktiven Phase, aber auch Düngemittel, Stickstoff aus Gestein, Talauffüllungen sowie veränderte Hydrologie und Stickstoffkreisläufe werden für den langfristigen Export in Betracht gezogen.

Richtige Formel:

Der aktive und abgeschlossene Mountaintop-Removal-Bergbau ist mit einem großen und langfristigen Nitratexport verbunden; Sprengstoffe sind im Bergbau wahrscheinlich wichtig, die verfügbaren Daten lassen jedoch nicht zu, dass ihnen der gesamte jahrzehntelange Fluss zugeschrieben werden kann.

Falsche Formel:

Seit Jahrzehnten vergiften Sprengstoffe sämtliche Gewässer mit Nitrat.

Quelle: CIC-US-N-001 – <https://doi.org/10.1029/2019JG005174>

Was nicht behauptet werden kann

Ohne Isotopendaten und technische Belege kann man nicht das gesamte Nitrat einer Quelle zuordnen. Ein laborbasierter Wirkungswert ist kein festgestellter Populationseffekt im Gewässer. Der prozentuale Anstieg der Konzentration ist nicht der prozentuale Anstieg der Krankheit.

10. Oberflächenwasser, Grundwasser und Sediment

Wasser transportiert ein Gemisch und nicht nur ein bequem ausgewähltes Ion. pH-Wert, Sulfat, Salzgehalt, Fe, Al, Mn, Schwebstoffe und veränderter Durchfluss können sich gemeinsam ändern. Auch neutrales Wasser kann durch Eisenablagerungen Lebensräume schädigen.

Wasser nach der Stilllegung von Bergwerken

Die Stilllegung beendet die Produktion, verändert aber das hydrogeologische Regime: Die Pumpen werden abgeschaltet, der Wasserspiegel steigt, oxidierte Oberflächen und Verwitterungsprodukte werden überflutet, dann kann Wasser durch alte Anlagen, Risse oder Quellen entweichen.

Zeitlicher Verlauf des Prozesses

An 32 alten Grubenwasseraustritten in Schottland, darunter sechs Systeme mit besonders langen Zeitreihen, trat die schlimmste Verschmutzung häufig in den ersten Jahrzehnten nach Beginn der Wasserfreisetzung auf. Eisen sank im Allgemeinen über etwa 40 Jahre auf ein

niedrigeres asymptotisches Niveau, verschwand jedoch nicht. Ein sehr niedriger pH-Wert wurde aufgrund der Carbonatpufferung oft nicht aufrechterhalten (C IC2-UK-WAT-001).

Dieser Befund bestätigt und begrenzt zugleich:

- die Folgen können Jahrzehnte oder mehr als ein Jahrhundert anhalten;
- die maximale Konzentration bleibt nicht unbedingt konstant;
- Ein neutraler pH-Wert bedeutet nicht die Abwesenheit von Fe, Sulfat oder Sediment;
- Das Verhalten hängt von Schwankungen des Wasserstands, der Geologie und der Minenkonstruktion ab.

Einzugsgebietsskala

Im Einzugsgebiet des Almond River zeigten die 15-Jahresreihe über 1994–2008 und eine Karte von mehr als 300 stillgelegten Bergwerks- und Ablagerungsstandorten einen langfristigen Vorrat an Fe und Sulfat. Als bedeutsam erwies sich die Summe zahlreicher kleiner Punkt- und diffuser Quellen (C IC2-UK-WAT-002).

Im Przemsza-Becken war die Grubenwassermenge im Jahr 2023 etwa 42 % geringer als im Jahr 1991. Die tägliche Belastung mit Chlorid und Sulfat verringerte sich von 534,8 auf 480,1 Mg, aber bei geringem Durchfluss stieg die Flussleitfähigkeit von etwa 2000 auf 6700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (C IC2-PL-WAT-001). Bei abnehmender Verdünnung kann es gleichzeitig zu einem Rückgang der Belastung und einem Anstieg der Konzentration kommen.

Neue Austragspfade: gelöste Gase

Die 16 schottischen Austritte enthielten nicht nur Metalle, sondern auch CO₂ und Methan. Isotopendaten deuteten auf moderne biogene, thermogene und kohleassoziierte hydrogenotrophe Methanquellen hin. Die Behandlung entfernte Fe und As effektiv, entfernte jedoch nur teilweise Ni, Co und Mn (C IC2-UK-WAT-003).

Damit kommt ein weiterer Stoffstrom nach der Stilllegung hinzu: Ein überflutetes Bergwerk kann nicht nur eine Quelle gelöster Stoffe, sondern auch ein Träger gelöster Gase sein. Die gemessene Konzentration im Wasser entspricht noch nicht dem regionalen atmosphärischen Fluss.

Sedimente sind nicht das Ende des Weges

Bei Huff Run waren Eisen, Aluminium, Mangan und Kupfer, die durch Grubenwasserableitung freigesetzt wurden, heterogen im Kanalsediment verteilt. Oberhalb und unterhalb des Damms und der Stufenabschnitte unterschieden sich Fe-Mineralphasen, extrahierbare Elemente und Porenwasserchemie; unterhalb einiger Strukturen enthielt das Porenwasser mehr Fe und Mn (C IC2-US-SED-001).

Dies ist eine direkte Feldbestätigung von drei Punkten:

1. Das Verschwinden von gelöstem Metall aus der Wassersäule kann auf dessen Ausfällung hinweisen.

2. das Sediment bleibt chemisch aktiv und mit Porenwasser verbunden;
3. sein Verhalten hängt vom hydraulischen Gefälle und der Kanalform ab.

Die Arbeit erfasste nicht die volle Sekundärlast bei extremen Hochwasserereignissen. Die Ergebnisse stützen daher eine Schlussfolgerung über die lokale dynamische Speicherfunktion von Sedimenten, nicht jedoch eine numerische Bewertung der wiederholten Freisetzung des gesamten angesammelten Metalls.

Die Umweltwirkung beschränkt sich nicht auf Versauerung

In der älteren Fließgewässerstudie aus Pennsylvania blieb der pH-Wert stromabwärts des Abflusses bei 6,5–8. In der Nähe des Auslasses erreichte der Eisenhydroxidniederschlag jedoch 3 g/m² pro Tag; die Biomasse der Wirbellosen verringerte sich von etwa 14 auf 0,1–1,5 g Nassgewicht/m², und der Fischbestand verringerte sich von etwa 228 auf 11 kg/ha (CIC2-US-ECO-002).

Daher ist die Aussage „Das Wasser ist nicht sauer, also ist es sicher“ falsch. Die Ablagerungen können Lebensraum und Nahrungsangebot physikalisch verändern.

Vergleiche von verschmutzten, behandelten und Referenzfließgewässern in den Anthrazit- und Bitumenregionen ergaben Veränderungen in der Produktion, der Atmung, der Stickstoff- und Phosphoraufnahme, der Blattzersetzung und den Wirbellosengemeinschaften (CIC2-US-ECO-001). Die Reaktionen der beiden Regionen waren unterschiedlich. Selbst die Kategorie „Grubenwasserableitung“ hat kein einheitliches Umweltprofil.

Was nicht behauptet werden kann

Der pH-Wert kann nicht als einziger Indikator angesehen werden. Die Ausfällung von Mineralien kann nicht als Entfernung einer Substanz aus dem System behandelt werden. Ohne Hintergrundstandorte, Fließrichtung und, soweit möglich, Tracer kann eine Kontamination nicht einem nahegelegenen Standort zugeordnet werden.

11. Aufbereitung und Aufbereitungsrückstände

Aufbereitung und Rückstände: Wohin gelangt der mineralische Anteil?

In Kailuan wurden beim Waschen 15 untersuchte Elemente auf die gereinigte Kohle, das Mittelgut, die Aufschlammung und die Rückstände umverteilt. Alle konnten in den Schlamm gelangen; die meisten waren in den Aufbereitungsrückständen angereichert, und für As betrug der gemeldete maximale Anreicherungsfaktor in den Rückständen 34,4 % (CIC2-CN-BEN-001).

177 Komponenten wurden im Schlamm von sechs Standorten in West Virginia analysiert. An einem oder mehreren Standorten übertrafen Al, Sb, As, Fe, Pb, Mn und mehrere anorganische Ionen ausgewählte Benchmarks; die festgestellten flüchtigen und halbflüchtigen organischen Verbindungen lagen unter den entsprechenden Grenzwerten (CIC2-US-BEN-001).

Diese Daten schließen die Kette:

Rohkohle → Aufbereitung → Konzentrat + Aufbereitungsrückstände/Schlamm.

Sie belegen jedoch nicht die folgende Kette:

Schlamm → bestätigte Grundwasserfahne → Exposition eines Rezeptors.

Hier besteht weiterhin eine erhebliche Lücke. Die gefährliche Zusammensetzung des gelagerten Materials kann nicht automatisch als Beleg dafür gelten, dass Schadstoffe die Anlagengrenze überschritten haben. Die Reduzierung der Verunreinigungen in der verkaufsfähigen Kohle kann jedoch nicht als Zerstörung bezeichnet werden: Sie wurden in einen anderen Strom überführt.

Routinebetrieb, chronische Freisetzung und Unfall

Für den Wasserbereich müssen drei verschiedene Evidenzsituationen getrennt werden:

- **routinemäßiger Materialtransfer:** Umverteilung von Elementen in Aufbereitungsrückstände und Wasser;
- **chronische Freisetzung:** Versickerung, Sickerwasser, Grubenwasserableitung und langsame diffuse Strömungen;
- **Unfall:** Dammbruch, Verschütten von Reagenzien, plötzliche Freisetzung von angesammeltem Material.

Das eine Regime beweist das andere nicht. Die Zusammensetzung des Schlamms weist nicht auf ein Leck hin. Der MCHM-Unfall beweist nicht eine konstante, routinemäßige Freisetzung aus jeder Anlage. Ein geschlossener Wasserkreislauf wiederum beweist nicht das Fehlen von Versickerung, Überlauf und Nachfluss.

MCHM als Grenze zwischen Routinebetrieb und Unfall

Laborexperimente zeigten eine starke Sorption von MCHM an Kohle und Aufbereitungsrückstände und eine geringe Desorption; eine Freisetzung über die Anlagengrenzen hinaus während des Routinebetriebs wurde als unwahrscheinlich angesehen (CIC-US-BEN-003). Der Unfall am Elk River im Jahr 2014 zeigte einen anderen Weg: ein Tankleck und das Gemisch gelangte in die kommunale Wasserversorgung (CIC-US-BEN-001, CIC-US-BEN-002).

Die Zusammensetzung des Reagenzes, der Prozesskreislauf und der Notfalltank sind unterschiedliche Evidenzsituationen.

12. Lagerung, Transport und Handhabung

Auf den Kohlelagerplätzen von Georges Creek hatte das Abflusswasser einen pH-Wert $1,4-3,1$ und hohe Mn, Al, Zn, Fe und Sulfat (CIC-US-STOR-001). Im Eisenbahnkorridor von Queensland waren Kohlepartikel im abgesetzten Staub vorhanden, dominierten jedoch nicht alle gemessenen Partikel (CIC-AU-TRAN-001).

In der Südgobi meldeten Hirten Staub auf Weiden und Tieren, die chemische Zusammensetzung und die Masse der Partikel wurden jedoch nicht gemessen (CIC-MN-ROAD-001). Bei Kindern aus drei Soums wurde der höchste Pb im Blut nicht im Soud mit Kohlebergbau gefunden; ohne zugehörige Umweltproben kann das Ergebnis nicht Tavan Tolgoi zugeschrieben werden (CIC-MN-BIO-001).

Im Transfergebiet Muara Berau wurde an allen zehn Sedimentstationen Kohlematerial bis zu einer Tiefe von 25 cm gefunden; Metalle reicherten sich im Plankton und in Fischen an, doch weder nachteilige Wirkungen noch ein Verzehr durch Menschen wurden festgestellt (CIC-ID-TRN-001).

13. Unkontrollierte Brände: vier verschiedene Ketten

Fall	Stärkste Evidenzkette	Zentrale Messgröße	Wirkung	Was nicht behauptet werden kann
Hazelwood, Australien	Quelle → Modell der persönlichen Exposition → mehrere Ergebnisse	PM _{2.5} bis $731 \mu\text{g}/\text{m}^3$; CO bis zu 33 ppm am nächstgelegenen Punkt	Assoziationen mit Krankenhausaufenthalten im Zusammenhang mit Atemwegsinfektionen und ausgewählten Ergebnissen; Reihe von Nullergebnissen	Der Höchstpunkt ist nicht die Dosis jedes einzelnen Bewohners; Beobachtungsdesign
Jharia, Indien	Gemischte regionale Belastung	PM _{2.5} ungefähr $170 \pm 45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in einer jährlichen Studie	Modelliertes Risiko; keine personenbezogene Kausalkette	Es ist unmöglich, das Feuer vollständig von Bergbau, Straßen und aufgewirbeltem Staub zu trennen
Wuda, China	Quelle und unmittelbares Umfeld	Hg an 46 Gasaustritten: durchschnittlich 5908 , Spannweite $1022-31750 \text{ ng}/\text{m}^3$	Nicht auf Bevölkerungsebene gemessen	Die Konzentration am Gasaustritt entspricht nicht der Konzentration der Umgebungsluft im Wohngebiet oder einer Dosis

Fall	Stärkste Evidenzkette	Zentrale Messgröße	Wirkung	Was nicht behauptet werden kann
Centralia, USA	Hitze, Bodensenkung, Boden, Mikrobiom und Oberflächengefahr	Siehe Abschnitt 14	Bodenveränderung; Dolinen; behördlich bestätigte Gefahr	Ein später gemessener niedriger Mittelwert der Luftkonzentration beschreibt nicht das gesamte System; die Grundwasserfahne des Brandes konnte nicht nachgewiesen werden

Brände können nicht zu einer universellen Zusammensetzung zusammengefasst werden. Selbst ein einzelnes Element wie Hg beschreibt nicht die gesamte Mischung und bestimmt nicht die Exposition ohne Entfernung, Wind und Zeit.

14. Centralia: ein medienübergreifender Fall

Centralia als System, nicht nur als Luftmessung

Belegte Zusammenhänge

- 1. Verbrennung und Hitze.** Das Pennsylvania DEP geht nach seinem Stand von 2026 weiterhin davon aus, dass das Feuer seit Mai 1962 aktiv ist ([CIC2-US-CEN-006](#)).
- 2. Bodenchemie.** Temperatur korreliert mit Ammonium und Nitrat; Bereiche, die sich nach dem Abkühlen erholten, hatten einen mittleren pH-Wert von 4,4 im Vergleich zu 5,9 an Referenzstandorten ([CIC2-US-CEN-001](#) , [CIC2-US-CEN-004](#)). Die große Heterogenität macht es unmöglich, ganz Centralia in einer einzigen Konzentration zu beschreiben.
- 3. Mikrobiom.** Die heißesten Böden wiesen eine geringere Diversität und die unterschiedlichsten Gemeinschaften auf. Nach dem Abkühlen wurde eine Konvergenz mit Referenzgemeinschaften beobachtet. Die siebenjährige Nachuntersuchung bestätigte Anzeichen von Persistenz und Rückkehr, zeigte aber auch die Rolle inaktiver Taxa bei der offensichtlichen Erholung auf ([CIC2-US-CEN-001](#) — [003](#)).
- 4. Wasser – Wärme – Boden.** Im Jahr 2011 gingen etwa 185 cm Niederschlag mit der Bildung von neun neuen Dolinen einher. Wasser drang in das heiße Gestein ein, erhöhte die Dampffreisetzung und schwächte den Regolith und das Gestein; die Dolinen fielen mit thermischen Anomalien und der Lage von Kohleflözen zusammen ([CIC2-US-CEN-005](#)).
- 5. Oberfläche und Sicherheit.** Gefährliche Gase und die Gefahr eines plötzlichen Einsturzes wurden offiziell bestätigt ([CIC2-US-CEN-006](#)).
- 6. Luft.** Das Ergebnis der Überwachung von 2006–2007 aus dem ersten Durchgang wird beibehalten: Ein Hg-Signal wurde nachgewiesen, als Winde aus der Verbrennungszone kamen, aber die durchschnittlichen Konzentrationen an den ausgewählten Standorten waren relativ niedrig ([CIC-US-FIRE-001](#)).

Was nicht gefunden wurde

- Es wurde keine belastbare Studie gefunden, die die heutige, speziell durch den Brand in Centralia verursachte Grundwasserchemie vom Bergbauerbe, der regionalen Geologie und der normalen Grubenwasserableitung trennt.
- Für die häufig wiederholte konkrete Behauptung „Das Feuer wird noch 200 Jahre brennen“ wurde keine verlässliche primäre Grundlage gefunden.
- Es wurden keine Hinweise darauf gefunden, dass die gesamte Stadt eine Zone mit konstant gleich hoher Schadstoffbelastung ist.

Revidierte Interpretation von Centralia

Centralia ist kein Fall, in dem sich sagen ließe, „die Luft sei nahezu sauber gewesen“. Es handelt sich um ein medienübergreifendes System, in dem gleichzeitig Folgendes vorhanden ist:

unterirdische Verbrennung → Erwärmung des Gesteins → Veränderungen von Boden und Mikrobiom →

Risse/Bodensenkung → Austritt von Gas und Dampf → Veränderung der Vegetation → Gefahr für Menschen .

Eine separate Kette Brand → Grundwasserkontamination ist jedoch noch nicht hinreichend geklärt.

Fallzusammenfassung

Centralia lässt sich weder auf den Satz „Die Stadt atmet ständig eine hohe Giftdosis ein“ noch auf den Satz „Die späte Luftüberwachung war niedrig, was bedeutet, dass das Feuer harmlos ist“ reduzieren. Festgestellt werden anhaltende Verbrennung, Hitze, Boden- und Mikrobiomveränderungen, ein Zusammenhang zwischen Starkregen, Dampf und Dolinen, Gasaustritt und die behördlich anerkannte Gefahr an der Oberfläche. Eine separate moderne Kette Brand → Grundwasser → Rezeptor ist weiterhin nicht geschlossen.

15. Verbrennung und Stoffbilanz

Die Feuerung zerstört keine Elemente

In einer großtechnischen 795-MW-Anlage wurden gleichzeitig Kohle, Gas in verschiedenen Stufen, Rost- und Economiser-Asche, Flugasche, feuchte Entschwefelungsprodukte und Abwasser beprobt (CIC2-US-COMB-001). Die Ergebnisse unterschieden sich grundlegend je nach Element:

- Die gemeldeten elementspezifischen Abscheidegrade des Elektrofilters betrugen etwa 88 % für As, 56 % für Se, 17 % für Hg und 8 % für B;
- Die nasse Rauchgasentschwefelung entfernte dann mehr als 90 % des Chlorids, 77 % des B, 76 % des Hg, 30 % des Se und 5 % des As aus dem eintretenden Gasstrom;

- etwa 90 % Hg und 99 % Se, die durch Entschwefelung entfernt wurden, waren mit Gips verbunden;
- Mehr als 99 % des B und Chlorids, das den Kohleverbrennungsprozess über diesen Kreislauf verließ, befanden sich im Abwasser.

Dies sind keine universellen Branchenkennzahlen. Dies ist eine Einheit, eine Kohle, eine Konfiguration und eine Probenahmekampagne. Die Logik der Stoffbilanz ist jedoch belastbar: Niedrigere Konzentrationen im Schornstein können bedeuten, dass das Material in einen festen oder flüssigen Rückstand übergegangen ist.

In zwei anderen US-Anlagen schätzte die Bilanz ohne REA den durch Flugasche eingefangenen Anteil auf 48 % As, 58 % Cr, 54 % Pb, 20 % Se und 2 % Hg (CIC2-US-COMB-002). Hg, As und Se dürfen nicht dasselbe Verhalten zugeschrieben werden.

Begriffe, die nicht vermischt werden sollten

- **Flugasche** — vom Gas mitgerissene und aufgefangene Feinfraktion;
- **Rostasche** - größere Rückstände am Boden des Kessels;
- **Kesselschlacke** — geschmolzenes oder verglastes Material am Kesselboden bestimmter Feuerungsanlagen;
- **REA-Rückstände / Gips** — Produkte der Schwefeldioxid-Entfernung;
- **Abwasser** — separater Flüssigkeitsweg für lösliche Komponenten;
- **Kohleverbrennungsrückstände (CCR)** - ein Oberbegriff, nicht nur ein Material.

Eine Vermischung dieser Begriffe erschwert die Nachverfolgung der Evidenzkette, da Partikelgröße, Glasphase, Kohlenstoff, pH-Wert, Mineralform und Auslaugbarkeit unterschiedlich sind.

Was nicht behauptet werden kann

Der Prozentsatz der Entfernung aus dem Gas kann nicht als Zerstörung bezeichnet werden. Die Verteilung von Hg kann nicht auf As oder Se übertragen werden. Die Konzentration im Schornstein vor der Ausbreitung ist nicht die Populationsdosis. Die Ergebnisse einer Erzeugungseinheit ergeben keine Koeffizienten für die gesamte Branche.

16. Asche, Schlacke, REA-Rückstände und Wiederverwendung

Asche im Lager und im Fluss

Der erste Durchgang enthält bereits einen starken Evidenzbestand:

- isotopisch und hydrochemisch bestätigte Austritte aus einigen Aschebecken in Grund- und Oberflächenwasser (CIC-US-ASH-003);
- alternative Zuordnung an zwei Standorten in Indien, wo die Mineralisierung des Bohrlochs hauptsächlich auf häusliches Abwasser und Abwasser aus Ziegelöfen zurückzuführen war und die direkten Auswirkungen des Aschebeckens gering waren (CIC-IN-ASH-002);
- Restasche und As/Se im Flusssediment acht Jahre nach Kingston mit begrenzter unmittelbarer Freisetzung von Metallen ins Wasser (CIC-US-ASH-002);
- Anstieg von Se bei Fischen im Vergleich zur Referenz nach Kingston, ohne mit der Zeit zuzunehmen und ohne die verwendeten Risikoschwellenwerte zu erreichen (CIC-US-ASH-004);
- In den ersten drei Jahren nach dem Fluss Dan wurde kein Anstieg von Hg bei wirbellosen Wassertieren und Fischen festgestellt (CIC-US-ASH-005).

Diese Ergebnisse widersprechen sich nicht. Sie betreffen unterschiedliche Glieder der Kette:

Element in der Asche → mobile Form → Wasser/Sediment → Organismus → Wirkung.

Flusssedimente nach dem Unfall

Nach Kingston wurde ein Teil der restlichen Asche im Kanalsediment zurückgehalten und weiter flussabwärts von etwa 13 cm neu abgelagertem natürlichem Sediment überdeckt. Erhöhte As blieben in flachen Horizonten näher am Zentrum der Verschüttung bestehen. Ein erheblicher Teil der Metalle wurde adsorbiert oder mit der säurelöslichen Fraktion assoziiert (CIC-US-ASH-002).

Richtige Interpretation:

- das Material ist nicht verschwunden;
- Das Vorhandensein im Sediment ist nicht gleichbedeutend mit einer konstant hohen Konzentration im Wasser.
- Veränderungen des pH-Werts, des Eh, Erosion oder mechanische Störungen können das Schicksal verändern, spezifische Remobilisierungsraten erfordern jedoch separate Messungen.

Wiederverwendung statt Deponierung

Zehnjährige Untersuchung einer Straßenunterlage

In den Niederlanden wurden Laborvorhersagen mit Material, Sickerwasser und Bodenprofil nach etwa zehn Jahren an vier Straßenbauwerken verglichen (CIC2-NL-USE-001). Dies ist wichtiger als ein kurzer Labortest, da es die tatsächliche Bauweise und den realen Zeitraum zeigt.

Negatives Feldergebnis

In den Vereinigten Staaten zeigten Daten von sieben Straßenstandorten, 18 Messpunkten und mehrjährigen Beobachtungsreihen – an einigen Orten über ein Jahrzehnt – keine Verschlechterung des Grund- oder Oberflächenwassers für die Spurenelemente, die für bestimmte Stabilisierungs-, Fundament- und Füllmethoden getestet wurden (CIC2-US-USE-001).

Dieses Ergebnis muss beibehalten werden. Es beweist zwar nicht die Unbedenklichkeit irgendeiner Asche oder irgendeiner Nutzung, widerlegt aber die automatische Formel „Ascheverwendung bedeutet immer messbare Wasserverschmutzung.“

Was weiterhin ungeklärt ist

- Langzeitverhalten von Asche in Beton nach Strukturversagen.
- Langzeitverhalten von unverdünnter oder lose gebundener Asche, die in großen baulichen Aufschüttungen verwendet wird.
- Grubenverfüllung und Kontakt mit aufsteigendem Grubenwasser.
- Anwendung als Bodenhilfsstoff und Übertragung auf Biota.
- Vergleichbare Stoffbilanzen im Feld für Hg, As, Se, B, Mo und Sb von der Kohle bis zur Endlagerung.
- Die Rolle von Alterung, Karbonisierung und wechselnden Redoxbedingungen in bestimmten Lagereinrichtungen.

Begriffe

Begriff	Material	Warum die Unterscheidung wichtig ist
Flugasche	Aus dem Rauchgas abgeschiedene Feinfraktion	Große Oberfläche, Anreicherung einiger Elemente
Rostasche	Gröberer Rückstand am Kesselboden	Andere Mineralogie und Auslaugung
Kesselschlacke	Geschmolzenes/verglastes Material am Kesselboden	Die glasartige Matrix verändert die Beweglichkeit
REA-Rückstände / Gips	Entschwefelungsprodukte	Kann Hg und Se konzentrieren; Lösliche Stoffe gehen ins Wasser über
CCR	Oberkategorie der Verbrennungsrückstände	Sollte kein bestimmtes Material ersetzen

17. Ökosystem und Nahrungsnetze

Das Vorhandensein einer Substanz, Bioakkumulation, Biomarker, individuelle Wirkung und Populationsveränderung sind verschiedene Schritte.

Im Elk Valley wurde Selen mehr als 575 km flussabwärts nachgewiesen (CIC-CA-SE-001). In Forelleneiern gingen hohe Konzentrationen mit dem Fehlen lebensfähiger Nachkommen einher (CIC-CA-SE-003). Bei der Amerikanischen Wasserramsel war der Selengehalt in Wasser, Nahrung, Blut, Eiern und Federn erhöht, es wurde jedoch keine signifikante Verringerung der Gelegegröße oder des Schlüpferfolgs festgestellt (CIC-CA-SE-004).

Nach Kingston lagen die Se-Gehalte bei Fischen über dem Referenzwert, nahmen aber fünf Jahre lang nicht weiter zu und überschritten nicht die angewandten Schwellenwerte (CIC-US-ASH-004). Nach dem Unfall am Dan River wurde in der untersuchten Biota kein Anstieg von Hg festgestellt (CIC-US-ASH-005). Diese Ergebnisse widerlegen nicht das Vorhandensein von Asche; sie beschränken die Aussage auf ein bestimmtes Element und eine bestimmte Wirkung.

18. Nach der Stilllegung

Die Stilllegung beendet die Produktion, verändert jedoch die Hydrogeologie. Das Stoppen des Pumpens erhöht den Wasserstand, überschwemmt oxidierte Oberflächen, verändert Eh und schafft neue Abflusswege.

Lange Zeitreihen aus Schottland und den Einzugsgebieten Almond River und Przemsza sowie gelöste Gase in Grubenwässern sind im Abschnitt 10 aufgeführt. Hier werden weitere Ketten nach der Stilllegung behandelt, die diese Überprüfung nicht duplizieren.

Gekoppelter Pfad Boden–Wasser–Oberfläche–Vegetation

Die Middelburg Colliery in Südafrika bietet eine nahezu vollständige Materialkette. Nach der Stilllegung im Jahr 1947 schwächte das Feuer die Pfeiler, es traten Senkungen und Risse auf, durch die mehr als 50 % des Niederschlags auf einem Großteil des Geländes in die Abbaustätten eindrangten. In Quellen trat stark mineralisiertes, saures Wasser aus, gelangte in den Bach und verursachte Vegetationsverlust auf etwa 3 Hektar (CIC2-ZA-WAT-001).

Dies ist ein starker Wirkungsfall, aber kein universelles Modell für alle Bergwerke. In ihm wirken Feuer, Bodensenkung, ein neuer Versickerungsweg und saurer Abfluss zusammen.

Im Kusbass hielt das Wasser in den überfluteten Horizonten des Bergwerks Severnaya reduzierende Bedingungen und Temperaturen von 10–13 °C, Eh von -112 bis -174 mV und H₂S bis zu 6 mg/L (CIC-RU-WAT-001). An anderen Standorten war der Hintergrund flussaufwärts bereits kontaminiert, so dass der flussabwärts gelegene Überschuss nicht automatisch einem stillgelegten Bergwerk zugeschrieben werden kann (CIC-RU-WAT-002).

SYNTHESIS. Die Formel „Schaden währt ewig“ ist nicht belegt. Die Evidenz zeigt, dass einige Prozesse schwächer werden, andere ihre Form ändern und einige Belastungen über Jahrzehnte oder länger anhalten.

19. Zeit und Raum

Prozess	Dokumentierter Zeitrahmen	Räumliche Grenze
Sprengung	Sekunden; Auswaschung von Rest-N – Jahre/Jahrzehnte	Von der gesprengten Masse bis zum Einzugsgebiet
Methanfahne	Stunden der Messkampagne; eine Jahresschätzung erfordert eine Extrapolation	Bergwerksstandort und Fahne in Windrichtung
Brand einer Bergehalde	Jahrzehnte an einzelnen Standorten	Gasaustritt, Bergehalde, angrenzendes Erdreich und Wasser
Grubenwasserableitung	Jahrzehnte und in manchen Zeitreihen mehr als ein Jahrhundert	Auslass, Bach, Einzugsgebiet
Selen	Langfristige Trends	Mehr als 575 km entlang des Netzwerks in einem Becken
Aschebecken	Jahre/Jahrzehnte, abhängig von der Hydrogeologie	Von der Anlage bis zu einer bestätigten Schadstofffahne

Eine hohe Konzentration am Gasaustritt, im Sickerwasser oder in einem Schornstein entspricht nicht der Konzentration in der Stadt. Eine geringe Konzentration an einer entfernten Station beweist jedoch nicht, dass an der Quelle keine lokalen Auswirkungen vorliegen.

20. Wie weit die Evidenz bis zur Wirkung reicht

Kette	Stufe erreicht	Stärke	Evidenzlücke
Berufsstaub	C5: Lungenerkrankung und -funktion	Umfangreiche Evidenzbasis	Wird nicht automatisch auf die Bewohner übertragen
Hazelwood	C4–C5: modellierte Exposition und mehrere Endpunkte	Längsschnitt- und Kohortenanalysen	Verbleibende Quellenmischung; uneinheitliche Ergebnisse
Wuda Hg	C2–C3: Quelle und Umgebung	Viele direkte Messungen	Keine Bevölkerungs-dosis und -wirkung

Kette	Stufe erreicht	Stärke	Evidenzlücke
Nitrat im Elk Valley	C1–C3 und Laboreffektindikator	Starke Evidenz für Quelle und Transport	Der Anteil von Nitrat am Feldeffekt ist nicht isoliert
Selen im Elk Valley	C3–C5	Übertragung, Gewebe, Teil der Fortpflanzungswirkung	Variation zwischen Arten, Reaktionen und Wirkungsmaßen
Aufbereitungsrückstände	C1–C2	Verteilung innerhalb eines Prozesses	Keine routinemäßige Langzeitkette zu einem Rezeptor
Aschebecken	C3, manchmal C4 oder ein ökologischer Effekt	An einigen Standorten wurde die Quelle zurückverfolgt	Menschliche Aufnahme und interne Dosis sind selten erfasst
Rekultivierter Boden	Funktionen und Lebensgemeinschaften	Viele Vergleiche und Zeitreihen	Es gibt keinen einheitlichen Zeitrahmen oder Indikator für die vollständige Wiederherstellung

21. Negative und begrenzende Evidenz

Ergebnis	Was ändert sich?	Was es nicht beweist
In Centralia waren die durchschnittlichen Konzentrationen einer Reihe luftgetragener Substanzen an den drei überwachten Standorten in 2006–2007 relativ niedrig	Verhindert, dass die gesamte Stadt als eine konstante, gleichmäßig hohe Luftbelastung beschrieben wird	Beschreibt nicht Gasaustritte, Boden, frühe Jahre, Dolinen und den gesamten Brand
In mongolischen Kohlestädten waren Cd, Cu, Pb und Zn kaum von der Nähe der Bergwerke abhängig	Verhindert die Zuordnung jedes Metalls zu einem Bergwerk	Andere Stoffe, Wasser, Staub und lokale Quellen sind nicht ausgeschlossen
An sieben Straßenstandorten mit Asche wurde entlang der untersuchten Wege keine messbare Wasserverschlechterung festgestellt.	Widerlegt die universelle Formel „Jede Verwendung von Asche verunreinigt das Wasser“	Gewährleistet nicht die Sicherheit jeder Asche und Anwendung
Nach dem Unfall am Dan River wurde in der ausgewählten Biota kein Anstieg von Hg festgestellt	Schränkt die Aussage über Hg und das Nahrungsnetz ein	Asche, andere Stoffe oder sonstige Einwirkungen sind nicht ausgeschlossen
Die meisten der in Baganuur untersuchten Gewässer erfüllten die angewandten Kriterien	Zeigt die Heterogenität des Standorts	Schließt säurebildende Zwischenmaterialien nicht aus
Einige Bodeneigenschaften lagen nahe an der Referenz	Bestätigt die tatsächliche Wiederherstellung einzelner Funktionen	Beweist nicht die Identität des Profils und des Ökosystems
Durch die Behandlung wurden große Teile der Elemente aus dem Gas entfernt	Bestätigt die Wirksamkeit der Abgasreinigung	Das bedeutet nicht, dass das Element aus dem System verschwindet

22. Grenzen der Untersuchung

Die Studie beweist nicht, dass jede Tonne Kohle oder jeder Standort den gleichen Schaden verursacht. Es wird keine universelle monetäre Schätzung der Gesamtkosten der Kohle berechnet.

Dies ist keine Metaanalyse und liefert keine einheitliche Effektgröße. Die Geographie des Korpus ist ungleichmäßig. Einige langfristige Verläufe sind eher Chronosequenzen als wiederholte Beobachtungen eines einzelnen Ortes. Bei einer Reihe von Quellen ist der Zugriff auf eine Zusammenfassung oder einen offiziellen Bericht beschränkt. Betreiberdaten werden unter Angabe ihrer Herkunft gespeichert.

Nicht etabliert:

- einheitliche Langzeitchemie aller Bergehalde;
- eine moderne kontaminierende Grundwasserfahne, die speziell durch den Brand in Centralia verursacht wurde;
- vollständige medienübergreifende Datensätze für eine einzelne Bergehalde gleichzeitig für Gas, feste Phase, Boden, Wasser und Biota;
- eine ausreichende Anzahl kausal nachvollziehbarer Rückstandslagerbecken im Regelbetrieb;
- das endgültige Schicksal aller CCRs in Beton, Dämmen und Verfüllungen in Bergwerken;
- Populationseffekte für viele Pfade, die derzeit nur für Wasser, Sedimente oder Gewebe bekannt sind.

Die Formel „nicht im geschlossenen Korpus gefunden“ bedeutet nicht „existiert nicht“.

23. ElepiCup: die Elephant in a Cup Method

ElepiCup – die Elephant in a Cup Method (Methode „Elefant in der Tasse“) – ist eine experimentelle Methode zur Strukturierung großer Evidenztexte, die von der unabhängigen Journalistin Natalia Zubkova entwickelt wurde.

Ein großes Dokument ist ein Elefant. Das Fragment, das die KI beim Suchen, Kürzen oder Übersetzen erhält, ist eine Tasse. Der ganze Elefant passt nicht in die Tasse. Aber ein Stück des Elefanten darf nicht vorgeben, der ganze Elefant zu sein. An diesem Stück sollen Mensch und KI dennoch erkennen können, dass es sich um einen Elefanten und nicht um ein Krokodil handelt.

Beispiel 1. Große Zahl an der Quelle

Antwort	Kontext, der in der Nähe bleiben muss
5908 ng/m ³ Hg	Mittelwert aus 2,760 Messungen an 46 Gasaustritten der brennenden Bergehalde von Wuda; Spannweite 1022–31 750 ng/m ³ ; es ist ein Gasaustritt, keine Umgebungsluft, keine Dosis und keine Krankheit; CIC-CN-FIRE-HG-003.

Beispiel 2. Starker prozentualer Anstieg

Antwort	Kontext, der in der Nähe bleiben muss
+784 % Nitrat	Abflussnormalisierte Konzentration im Elk River über 1979–2022; Fracht +697 %; im Kootenay –8,5 %; andere Stoffe veränderten sich gemeinsam; Dies ist kein prozentualer Anstieg der Krankheit; CIC-CA-N-003.

Beispiel 3. Hoher Abscheidegrad

Antwort	Kontext, der in der Nähe bleiben muss
88 % As	Der vom Elektrofilter an einer 795-MW-Anlage erfasste Anteil; das Element trat in einen Reststrom ein, anstatt zu verschwinden; andere Elemente waren anders verteilt; CIC2-US-COMB-001.

Beispiel 4. Regen über der Bergehalde

Antwort	Kontext, der in der Nähe bleiben muss
„Regen trägt Stoffe von der Bergehalde weg“	Um eine Kontamination in einem bestimmten Bohrloch zuzuordnen, sind Materialzusammensetzung, Infiltration, Fließrichtung, Hintergrund und Rückverfolgung erforderlich. Auf einer brennenden Bergehalde kann Hitze die Mineralform und den mobilen Anteil verändern; CIC2-PL-DUMP-003, CIC2-PT-DUMP-001.

Autorin der Methode: Natalia Zubkova. Sergey Nikolaevich Severin und Viktor Andreevich Svetlov waren an der Entwicklung und Anwendung der Evidenzarchitektur dieser Untersuchung beteiligt, sind jedoch nicht Autoren der Elephant in a Cup Method.

Die Wirksamkeit von ElepiCup ist bislang nicht nachgewiesen. Es wird weder absolute Neuheit noch weltweiter Vorrang oder der Status einer etablierten wissenschaftlichen Disziplin beansprucht. ElepiCup ist ein eigenständiges Experiment.

Schlussformel

KI muss nicht nur die Antwort finden, sondern auch die Grenzen dieser Antwort.

Anhang A. Aussage-Kontext-Register des ersten Recheredurchgangs

Alle 66 unabhängigen Evidenzblöcke des ersten Durchgangs sind unten aufgeführt. Jede Zeile ist keine Zusammenfassung der gesamten Quelle: Sie verknüpft eine bestimmte Aussage mit Bedingungen, Einheiten, einer Grenze und einem negativen Ergebnis.

Claim ID	Source ID	Aussage	Status / Kette	Quelle und Weg	Bedingungen / Einheiten / Zeitraum	Kritische Einschränkung	Negatives oder einschränkendes Ergebnis
CLM-001	CIC-IN-WAT-001	In 92 Grubenwasserproben aus Jharia traten neutrale bis leicht alkalische pH-Werte zusammen mit erhöhten TDS-, Sulfat- und Härtewerten sowie erhöhten Konzentrationen einzelner Metalle auf.	FACT; C1-C3	Grubenwasser und Pyritoxidation → Grubenwasser → Wasserqualität; Gebrauchstauglichkeit	Trinkwasserstandards und Unterschiede zwischen Standorten; pH-Wert 6,2–8,6; TDS 437–1593 mg/L; einzelner räumlicher Datensatz von 92 Stichproben	keine Messung des tatsächlichen Wasserverbrauchs oder von Krankheiten	Die meisten Proben werden als für die Bewässerung geeignet oder akzeptabel beurteilt. Das Muster unterscheidet sich je nach Standort
CLM-002	CIC-US-WAT-002	In 37 Bächen in West Virginia nahm der Zustand der Makrowirbellosengemeinschaft entlang der Ionenstärkegradienten an Bergbaustandorten und Talaufschüttungen ab.	FACT; C3-C5	Mountaintop-Removal-Bergbau und Talaufschüttungen → Oberflächengewässer → benthische Makrowirbellose-Gemeinschaften	10 nicht vom Bergbau beeinflusste und 27 vom Bergbau beeinflusste Fließgewässer; Leitfähigkeitskategorien; Probenahme März–Mai; Leitfähigkeitskategorien <500 500–1000 >1000 µS/cm	Das Beobachtungsdesign isoliert nicht den kausalen Anteil jedes Ions	Die Ergebnisse waren auf Familien- und Gattungsebene konsistent; Umgebung und Niederschlag wurden ebenfalls berücksichtigt
CLM-003	CIC-AU-CH4-001	Luftgestützte Messungen entdeckten während separater Kampagnen eine anhaltende Methanfahne aus dem Tagebau Hail Creek und lieferten konsistente Schätzungen durch zwei unabhängige Techniken.	FACT; C2-C3	Tagebau Hail Creek → Methanfahne in Windrichtung → Methanfreisetzung aus dem Gelände	Betreiberangaben und zwei luftgestützte Messsysteme; 14,0 ± 3,3 t/h im Mai–Juni 2022; 9,6 ± 1,9 und 11,3 ± 5,3 t/h im September 2023	Kampagnen erzeugen ohne zeitliche Extrapolation keinen kontinuierlichen jährlichen Fluss	Das im Artikel genannte Jahresäquivalent ist ausdrücklich daran geknüpft, dass die Rate anhält
CLM-004	CIC-AU-FIRE-004	Nach dem sechswöchigen Hazelwood-Brand war die individuelle Exposition gegenüber PM2.5 mit nachfolgenden Krankenhausaufenthalten im Zusammenhang mit Atemwegsinfektionen verbunden.	FACT; C3-C5	Tagebaubrand in einer Kohlengrube → modellierte individuelle PM2.5-Exposition plus Wohngeschichte → Krankenhauseinweisung der Bewohner	exponierte und Vergleichsstädte; Dosisgradient innerhalb der Gruppe; für jedes 10 µg/m ³ : HR 1,09 für respiratorische Krankenhausaufenthalte über 5 Jahre	ein Notbrand stellt keinen normalen Bergwerksbetrieb dar; die Exposition wurde modelliert	Für Krankenhausaufenthalte in einer Reihe anderer Kategorien, einschließlich Herz-Kreislauf-Erkrankungen, wurden über den gesamten Fünfjahreszeitraum keine Zusammenhänge gefunden

Claim ID	Source ID	Aussage	Status / Kette	Quelle und Weg	Bedingungen / Einheiten / Zeitraum	Kritische Einschränkung	Negatives oder einschränkendes Ergebnis
CLM-005	CIC-US-ASH-003	An ausgewählten Aschebecken im Südosten der USA lieferte die Kombination von B und Sr mit Isotopensignaturen starke Hinweise auf Leckagen in Oberflächen- und Grundwasser.	FACT; C1-C3	nicht abgedichtete Kohleaschebecken → Versickerung in flaches Grundwasser und angrenzende Oberflächengewässer → Wasserqualität	Hintergrundwerte und Ascheisotopenprofil; 7 Oberflächengewässerstandorte; 15 Standorte mit flachem Grundwasser in fünf Bundesstaaten; 165 Überwachungsbrunnen	die beprobten Standorte sind nicht repräsentativ für alle Aschebecken in den Vereinigten Staaten; eine Umweltkontamination belegt weder eine Exposition noch eine Aufnahme durch Menschen	Überschreitungen von Trinkwasser- oder ökologischen Standards wurden nur in den betroffenen Oberflächenwasserproben festgestellt
CLM-006	CIC-US-ASH-004	Nach dem Unfall in Kingston lag der Selengehalt in Fischen an den betroffenen Standorten über den Referenzwerten, überschritt jedoch nicht die berücksichtigten Risikoschwellen und stieg über fünf Jahre hinweg nicht an.	FACT; C2-C5	unbeabsichtigte Freisetzung von Kohleasche → aquatisches Nahrungsnetz und Sediment → Selen in Ganzkörperfischen und Filets	betroffene und Referenzstandorte; Gewebeschwellen; fünfjährige Zeitreihe nach dem Unfall; Als Grenzwerte gelten 4–9 µg/g Ganzkörper und 11,8 µg/g Filet-Trockengewicht	Schwellenwerte wurden diskutiert und stellen keinen universellen klinischen Grenzwert für den Menschen dar	Der Anstieg im Verhältnis zum Hintergrund ging nicht mit einem zeitlichen Anstieg oder einem Überschreiten der betrachteten Schwellenwerte einher
CLM-007	CIC-US-ASH-005	Nach dem Unfall am Dan River konnte in einer Studie in den ersten drei Jahren kein Anstieg des Quecksilbergehalts bei wirbellosen Wassertieren und Fischen flussabwärts oder im Laufe der Zeit festgestellt werden.	NEGATIVE EVIDENCE; C2-C5	Notfreisetzung von Kohleasche → Flusssedimente und aquatisches Nahrungsnetz → Hg in Sedimenten, wirbellosen Wassertieren und Fischen	räumliche und zeitliche Vergleiche; Probenahme etwa 17 und 29 Monate nach dem Unfall im Februar 2014	Das Fehlen eines nachgewiesenen Anstiegs des Quecksilbergehalts in der Biota beweist nicht, dass keine vergrabene Asche oder andere Schadstoffe vorhanden sind	verschüttete Asche selbst hatte Hg über Flusssedimenten; die Asche hätte tiefer vergraben werden können
CLM-008	CIC-IN-WASH-001	In zwei Kohleaufbereitungsanlagen wurden Schwebstoffe und Mn in das Prozesswasser abgegeben, während As Se Hg und Cd aus Kohle darin nicht nachgewiesen wurden.	FACT; C1-C2	Kedla- und Rajrappa-Kohleaufbereitung → Prozesswasser und Wasser des Schlammbeckens → chemische Zusammensetzung der Ableitung	Rohwasser-Prozessströme und Abwasserstandard; sechsmonatige Probenahme	zwei Anlagen repräsentieren nicht alle Technologien und Kohlearten; die gemeldeten Nachweisgrenzen erfordern eine Überprüfung anhand des vollständigen Textes	Das Vorhandensein von As Se Hg Cd in Kohle bedeutete nicht, dass sie unter diesen Bedingungen in Wasser freigesetzt wurden

Claim ID	Source ID	Aussage	Status / Kette	Quelle und Weg	Bedingungen / Einheiten / Zeitraum	Kritische Einschränkung	Negatives oder einschränkendes Ergebnis
CLM-009	CIC-MN-COMB-001	Die kontrollierte Verbrennung von drei mongolischen Kohlearten erzeugte eine erhebliche Partikelfraktion im PM10 VOC- und Submikronbereich.	FACT; C1-C2	Kohleverbrennung: Alag Tolgoi, Baganuur, Nalaikh → Rauch und Partikel → Quellenemissionen	drei Kohlen mit dem gleichen Wärmestrom; PM10 Faktoren $1122,9 \pm 526,2$; $958,1 \pm 584,0$; $472,0 \pm 57,1$ mg/kg; dominanter $0,35\text{--}0,45\text{ }\mu\text{m}$ -Anteil	Das kalorimetrische Experiment reproduziert weder Ofenbetrieb und Belüftung noch die Personendosis im Haus	Die Unterschiede zwischen den drei Kohlen zeigen die Unmöglichkeit eines universellen Koeffizienten
CLM-010	CIC-MN-SOILWAT-001	In der Nähe der Bergbauunternehmen der Südgobi wurden in Wasser und Boden lokaler landwirtschaftlicher Betriebe punktuell erhöhte Salz- und Metallgehalte gefunden.	FACT; C1-C3	Bezirke Tavan Tolgoi und Oyu Tolgoi → Erdbrunnen und Bohrlöcher → lokale landwirtschaftliche Umgebung	Sanitär- und Hygienestandards und Vergleichsbereiche; Feldarbeit 2024; Veröffentlichung 2026	Eine gemeinsame Untersuchung der Kohle- und Kupferregionen führt nicht automatisch jeden Überschuss auf Kohle zurück	Die geogenen Bedingungen der trockenen, salzhaltigen Region erfordern separate Hintergrundkontrollen
CLM-011	CIC-RU-WAT-001	Der Brunnen der überfluteten Severnaya-Mine förderte viele Jahre lang reduziertes Wasser mit H ₂ S und aktivem mikrobiellen Schwefelkreislauf.	FACT; C1-C3	überflutete Severnaya-Mine → Austrittsbrunnen und Bach, der in den Tom River mündet → Wasserchemie und mikrobielle Gemeinschaft	Langzeitmessungen eines Brunnens; Temperatur $9,8\text{--}13,8^\circ\text{C}$; Redox -112 bis -174 mV; H ₂ S $5,4$ mg/L im Juli 2017; Abfluss $166\text{--}170$ m ³ /h	ein Bergwerk und eine Austrittsstelle; keine gemessene Bevölkerungsdosis oder nachgeschaltete Wirkung	Der neutrale pH-Wert und der niedrige Sulfatgehalt zu einem Zeitpunkt der Probenahme spiegelten eher einen aktiven Schwefelkreislauf als das Fehlen von reduziertem Schwefel wider
CLM-012	CIC-CA-SE-001	Selen aus den Bergwerken im Elk Valley wurde anhand von Konzentrationen, Frachten und Trends mehr als 575 Kilometer flussabwärts verfolgt.	FACT; C2-C3	Kohletagebaue und Bergehalden → Flussnetz Elk–Kooacanusa–Columbia → Se-Konzentration und -Fracht	fünf flussabwärts gelegene Standorte und ein nicht betroffener Standort; Flussnormalisierte Trends 2005–2021; jährliche Frachten 2013–2017	Die Transportstudie weist auf Risiken für Wasserorganismen hin, misst jedoch nicht die biologische Wirkung	Konzentration und Trend nahmen mit der Entfernung ab, während die Frachten im Einklang mit dem stromabwärtigen Transport zunahmen

Claim ID	Source ID	Aussage	Status / Kette	Quelle und Weg	Bedingungen / Einheiten / Zeitraum	Kritische Einschränkung	Negatives oder einschränkendes Ergebnis
CLM-013	CIC-ZA-WAT-001	Bei starken Regenfällen wurden Verschmutzungen aus dem Einzugsgebiet eines Kohlebergwerks und Abflüsse aus der Kohleförderung in den Boesmanspruit-Staudamm gespült, der Carolina mit Trinkwasser versorgte.	FACT; C1-C4	Sickerwasser aus Bergwerken, Feuchtgebiete und Becken der Kohleaufbereitung → Eintrag bei Starkregen in ein Trinkwasserreservoir → Qualität der Trinkwasserquelle	Chemische Rückverfolgung vor dem Ereignis und im Unterbecken; Januar 2012; pH-Wert 3,7; erhöhtes Fe Al Mn Sulfat; Die Störung dauerte etwa sieben Monate	individuelle Dosis und klinische Wirkungen wurden nicht gemessen; Mechanismus der schnellen Verschmutzung, der für ein bestimmtes Ereignis rekonstruiert wurde	Die Autoren hielten einen ähnlich schnellen Vorfall für die großen oberen Vaal-Reservoirs für weniger wahrscheinlich, obwohl eine allmähliche Verschmutzung weiterhin plausibel blieb
CLM-014	CIC-CA-SE-003	In Forelleneiern aus einem aktiven Kohlebergbaustandort war die Selenkonzentration mit der Sterblichkeit frisch geschlüpfter Jungfische verbunden; bei den höchsten Konzentrationen wurden die Eier nicht befruchtet oder waren nicht lebensfähig.	FACT; C2-C5	selenhaltiger Abfluss aus dem Tagebau von Kohle → aquatisches Nahrungsnetz und Anreicherung in Eiern → Befruchtung, Lebensfähigkeit der Jungfische und Sterblichkeit frisch geschlüpfter Jungfische	12 Weibchen vom Expositionsstandort Clode Pond und 16 vom Referenzstandort O'Rourke Lake; Ei Se 11,8–140,0 µg/g Trockengewicht an exponierter Stelle; >86,3 µg/g nicht lebensfähig oder unbefruchtet; 46,8–75,4 µg/g befruchtet, aber keine lebensfähigen Jungfische	Im Labor wurden Eier von Feldfischen gezüchtet; Kleine Proben und Konzentrationsschwellen können nicht automatisch auf andere Arten oder Populationen übertragen werden	eine frühere Studie desselben allgemeinen Systems ergab keine toxische Reaktion; bei 11,8–20,6 µg/g wurde kein Zusammenhang mit Verformungen gefunden
CLM-015	CIC-CA-SE-004	Unterhalb der Elk Valley-Minen war der Selengehalt im Wasser, an der Basis des Nahrungsnetzes, in Wirbellosen und im Gewebe von Wasseramseln erhöht, es wurde jedoch keine signifikante Verringerung der Gelegegröße oder des Schlüpfersfolgs beobachtet.	NEGATIVE EVIDENCE ; C2-C5	Elk Valley-Oberflächenkohlebergwerke → Wasser – Periphyton – Wirbellose – Wasservögel → Selen in Blut, Eiern und Federn; Gelegegröße; Bruterfolg	exponierte und Referenzflächen innerhalb und außerhalb des Einzugsgebiets; Wasser Se bis zum 20-fachen Wildtierregulierungsniveau; mittleres Ei Se 0,9 mal regulatorischer Schwellenwert	Das Nullergebnis gilt für die ausgewählten Nester, den Studienzeitraum und zwei Reproduktionsendpunkte und beweist nicht das Fehlen jeglicher ökologischer Auswirkungen	Die medienübergreifende Akkumulation wurde bestätigt, obwohl kein identifizierter Effekt auf das Schlüpfen festgestellt wurde

Claim ID	Source ID	Aussage	Status / Kette	Quelle und Weg	Bedingungen / Einheiten / Zeitraum	Kritische Einschränkung	Negatives oder einschränkendes Ergebnis
CLM-016	CIC-CN-BIO-001	In der Kohlestadt Yulin wurden gleichzeitig potenziell toxische Metalle im Boden und Straßenstaub, ihre In-vitro-Biozugänglichkeit und Blei im Blut von 229 Kindern gemessen.	FACT; C3-C4	städtische Mischung aus Bergbau, Kohleverbrennung, Verkehr und anderen Quellen → Boden und Straßenstaub; pulmonale und gastrointestinale Biozugänglichkeit; Blut → Blei im Blut von Kindern im Alter von 0–6 Jahren	Altersgruppen und Anteil der Werte über 50 µg/L; Altersgruppenmediane 27,12–37,83 µg/L; 1,31–4,80 % über 50 µg/L je nach Altersgruppe	Das Vorhandensein eines Biomarkers bestimmt nicht den Anteil des Kohlebergbaus und ist kein gemessener klinischer Effekt. Querschnittsdesign	Bei den meisten Metallen lagen die berechneten Risiken unter den akzeptierten Werten. Die Autoren isolierten Pb und Ni zur weiteren Kontrolle
CLM-017	CIC-CN-OCC-001	In einer dreijährigen prospektiven Kohorte neuer Untertagebergleute sank FEV1 nichtlinear: schneller im ersten Jahr, kaum verändert im zweiten und teilweise erholt im dritten Jahr.	FACT; C4-C5	berufliche Arbeit in einem untätigen Kohlebergwerk → Einatmen von Gesamt- und Feinstaub → longitudinale Spirometrie, FEV1	317 neue Bergleute und 132 Referenzteilnehmer; Raucher und Nichtraucher; Untersuchung vor Beschäftigungsbeginn plus 15 Nachuntersuchungen über drei Jahre; zweimal monatliche stationäre Staubbmessungen	Stationäre Probenahmen liefern keine personenbezogene chemische Dosis. Rauchen verstärkte den Rückgang; Eine frühe Dynamik ist nicht gleichbedeutend mit der Diagnose einer Pneumokoniose	Die teilweise Erholung bis zum dritten Jahr zeigt, dass der kurzfristige frühe Rückgang nicht als monotone irreversible Verschlechterung beschrieben werden kann
CLM-018	CIC-MN-EPID-001	Bei Schulkindern in Ulaanbaatar waren Konzentrationen von SO2 im Freien mit anhaltendem Husten und NO2 mit anhaltendem Keuchen verbunden.	FACT; C3-C5	städtische Kohleverbrennung und Straßenverkehr → Außenluft von Wohngebieten → Fragebogen Atemwegssymptome bei Kindern im Alter von 6–12 Jahren	vier Bezirke; Entfernung zur Straße; Rauchen im Haushalt und andere Kovariaten; 1109 gültige Fragebögen; anhaltender Husten 28,5 %; SO2 OR 1,12 (95 % KI 1,04–1,22); NO2 OR 1,33 (1,01–1,75) für Keuchen	Querschnittsdesign und Flächenmessungen liefern keine individuelle Dosis; SO2 und NO2 sind Marker einer komplexen städtischen Mischung	die Assoziation mit NO2 weist darauf hin, dass der gesamte Effekt nicht allein auf Kohle zurückzuführen ist; Der Kohleverbrauch der Haushalte und die Auswirkungen auf die Straße variierten je nach Gebiet

Claim ID	Source ID	Aussage	Status / Kette	Quelle und Weg	Bedingungen / Einheiten / Zeitraum	Kritische Einschränkung	Negatives oder einschränkendes Ergebnis
CLM-019	CIC-US-FIRE-001	Bei der einjährigen Luftüberwachung in Centralia 2006–2007 wurden an den drei Standorten insgesamt keine hohen chronischen Konzentrationen von Hg, CO, SO ₂ , H ₂ S, TSP, As, Cd oder Pb festgestellt.	NEGATIVE EVIDENCE ; C2-C3	Untertagebrand in der Anthrazitmine Centralia → Außenluft an den Standorten Main Town und Background → Luftschadstoffkonzentrationen	Hintergrund und regionale Werte; zu diesem Zeitpunkt geltende Umgebungsnormen und Gesundheitsreferenzwerte; Hg0 durchschnittlich 1,6 ng/m ³ ; CO 8-Stunde 0.3/0.5/0.3 ppm; SO ₂ jährlich 0,004 ppm; H ₂ S 24-Stunde 0,003 ppm; TSP jährlich 21/24 µg/m ³	Drei Standorte und ein Zeitraum schließen kurzfristige Spitzen an einzelnen Quellen oder historische Expositionen vor der Überwachung nicht aus; individuelle Dosis nicht gemessen	Wenn die Winde aus der Brandzone kamen, war die Differenz zwischen Hauptstandort und Hintergrund bei Hg0 etwas größer als bei anderen Winden 0,21 im Vergleich zu 0,07 ng/m ³ , aber die Durchschnittswerte blieben in der Nähe des regionalen Hintergrunds
CLM-020	CIC-US-WAT-003	Der Centralia Mine Tunnel leitete im März und August 2001 saures Wasser mit Sulfat sowie gelöstem Fe, Al und Mn in den Big Mine Run ein; Die Wasserqualität dieses Nebenflusses war im Hinblick auf Säuregehalt und gelöste Metalle unter den Flusswasserstandorten des Beckens am stärksten beeinträchtigt.	FACT; C1-C3	Entwässerung eines verlassenen Anthrazit-Minensystems → Austritt aus einem Bergwerksstollen → Big Mine Run → Mahanoy Creek → Wasserqualität und chemische Belastung	zwei Niedrigwasserperioden; andere Quellen sauren Grubenwassers im Einzugsgebiet; M19 Durchfluss 6560/4130 L/min; pH-Wert 3.9/3.6; Fe 7.6/4.6 mg/L; Al 5.5/8.7 mg/L; Mn 4.9/5.9 mg/L; kombinierte gelöste Metallbelastung 62.1/41.7 Mg/Jahr	Dies ist ein Beweis für die Folgen des stillgelegten Kohlebergbaus, aber kein Beweis dafür, dass es das andauernde Feuer war, das den gemessenen sauren Grubenabfluss verursacht hat; Aufnahme durch Menschen und klinische Wirkung nicht gemessen	es gab weitere große Austritte sauren Grubenwassers im Einzugsgebiet; Weniger als 10 % Metallbelastung wurden abgeschwächt, bevor Big Mine Run in Mahanoy Creek eindrang
CLM-021	CIC-DE-WAT-001	Eine geochemische Spur von Braunkohleabbauprodukten in den Spreesedimenten wurde mindestens etwa 90 km unterhalb des Minengebiets nachgewiesen, während erhöhte Sulfatwerte im Wasser weiter entlang des 190 km-Profiles bis nach Berlin bestehen blieben.	FACT; C2-C3	Tagebau von Braunkohle und Pyritoxidation nach Entwässerung → Grundwasser und Zuflüsse → Spreesedimente und Wasser → Längsgradient Fe S Ni Co Al und Sulfat	190-km-Profil von der Bergbauregion nach Berlin; Quellennahe und städtische Signaturen; Signatur des Sedimentabbaus mindestens ~90 km; Entlang des Fließwegs blieb ein hoher Sulfatgehalt des Flusswassers bestehen	Sedimente und Sulfatwerte belegen keine individuelle Trinkwasserdosis; in Berlin wird die chemische Signatur gemischt und dann durch städtische Quellen überprägt	in Berlin wurde die städtische Zn-Cr-Pb-Cu-Signatur dominant, während das Bergbau-Fe- und S-Sedimentsignal stark verringert wurde

Claim ID	Source ID	Aussage	Status / Kette	Quelle und Weg	Bedingungen / Einheiten / Zeitraum	Kritische Einschränkung	Negatives oder einschränkendes Ergebnis
CLM-022	CIC-DE-ECO-001	An Spreestandorten mit hoher Eisenbelastung war die Häufigkeit benthischer Wirbelloser und Fisch-CPUE geringer und Fische waren stärker von Landinsekten abhängig; Die Zusammensetzung der Gemeinschaft und die Fischbiomasse unterschieden sich nicht wesentlich.	FACT; C3-C5	Eisenreiche Entwässerung und Eisenflockung aus der Lausitzer Braunkohlenlandschaft → Flusswasser und Sediment → benthisches Nahrungsnetz → Abundanz des Benthos, Fischbestand, Biomasse und Ernährung	drei Standorte mit hohem Eisengehalt oberstromig und drei Standorte mit niedrigem Eisengehalt unterstromig; Benthos 982 ± 1100 versus 5945 ± 2106 Individuen/m ² ; Fisch-CPUE 60 ± 35 versus 158 ± 49 Individuen/1000 m; Einzelfeldsaison	die Damm- und Temperaturunterschiede fallen mit dem Eisengradienten zusammen; Das Design isoliert nicht die kausale Wirkung von Fe und deckt einen bestimmten Zeitpunkt ab	Die Zusammensetzung der Fischgemeinschaft und der BPUE unterschieden sich nicht signifikant. Das Ergebnis unterstützt eher die Veränderung des Nahrungsnetzes als das Verschwinden der Fischgemeinschaft
CLM-023	CIC-AU-BLAST-001	Die langfristige Überwachung der Standortgrenze eines großen Tagebaus zeigte, dass NO ₂ in der Nähe der Grenze nicht zuverlässig auf Explosionen allein zurückgeführt werden kann: dieselbetriebene Bergbaugeräte, Straßen- und Schienentransport waren gleichzeitig in Betrieb.	FACT; C2-C3	Sprengarbeiten mit ANFO und anderen Geräten im Tagebau → Sprengfahne und regionale Umgebungsluft → NO ₂ an der Standortgrenze	zwei Messstellen im Lee an der Standortgrenze und ein zusätzlicher Standort in der Nähe der Verwaltungszone; DOAS-Überwachung April 2011–Oktober 2012; NO _x -Analysator am dritten Standort November 2010–April 2011	eine verifizierte Projektzusammenfassung ist verfügbar, aber kein vollständiger numerischer Bericht; keine persönliche Exposition oder gesundheitlicher Endpunkt; Finanzierung der Kohleindustrie	Das Projekt empfahl ausdrücklich die Modellierung regionaler Quellen, da die Explosionsemissionsfaktoren und der tatsächliche Beitrag ungewiss blieben
CLM-024	CIC-AU-TRAN-001	Bei der Überwachung des südlichen Eisenbahnkorridors von Queensland wurden Kohlepartikel im abgesetzten Staub entdeckt, aber die Partikelkonzentrationen in der Umgebung erreichten die Zielwerte und der Großteil stammte aus anderen städtischen und resuspendierten Quellen.	NEGATIVE EVIDENCE; C2-C3	Transport von Kohle in offenen Waggonen und Resuspension von Korridorstaub → Luft und abgesetzter Staub am Eisenbahnkorridor → Anteil der Kohlepartikel und Gesamt-PM-Konzentration	Furnieren vor/nach dem Waggon; mehrere Überwachungsstandorte; Kohle etwa 10 % der Oberflächenbedeckung mit abgelagertem Staub, einzelne Probenspuren – 20 %; Umgebungsziele, die während der überwachten Zeiträume erreicht wurden	ein Transportkorridor und die gewählten Mittelungszeiträume schließen kurze Spitzen oder andere Belastungen auf anderen Strecken nicht aus; klinischer Effekt nicht gemessen	Staubveränderungen erfassten alle vorbeifahrenden Züge und städtischen Quellen; Der größte Teil des schienenbedingten Staubs entstand durch Resuspension und nicht durch direkten Wagenverlust

Claim ID	Source ID	Aussage	Status / Kette	Quelle und Weg	Bedingungen / Einheiten / Zeitraum	Kritische Einschränkung	Negatives oder einschränkendes Ergebnis
CLM-025	CIC-US-STOR-001	Der Abfluss von zwei Kohlelagerplätzen in Georges Creek hatte einen pH-Wert von 1,4–3,1 und einen hohen Gehalt an Mn Al Zn Fe und Sulfat; stromabwärts der Eintrittspunkte erhöhte der Abfluss den Stress für die Gemeinschaft der Makrowirbellosen	FACT; C1-C5	offene Kohlelagerplätze → Niederschlagsabfluss → Georges Creek → Wasserchemie und Makrobenthos	Abfluss hoher/niedriger Durchfluss; Bachstandorte oberhalb und unterhalb von zwei Lagerbereichen; Probenahme Juli August September 1982 und Februar Juli 1983; Bach außerhalb des Abflusses nahe dem pH-Wert 7	periodische Trockenphasen und vorgelagerte organische Einträge beeinflussten ebenfalls stark die Häufigkeit und Vielfalt; Die alte Studie mit zwei Standorten deckt nicht alle Arten von Kohle und Lagerung ab	selbst in mehrjährigen Gebieten war die Vielfalt gering; Daher kann der Umweltendpunkt nicht allein auf den Abfluss reduziert werden
CLM-026	CIC-US-BEN-001	Nachdem etwa 10 000 Gallonen der MCHM/PPH-Mischung in den Elk River gelangten, gelangte die Kontamination in das kommunale System; Es wurden überwiegend leichte kutane, respiratorische und gastrointestinale Beschwerden gemeldet.	FACT; C2-C5	Notfallleck von Aufbereitungskemikalien aus einem oberirdischen Lagertank → Elk River → Wasseraufnahme → aufbereitetes öffentliches Wasser → gemeldete Exposition → Giftnotrufe, Besuche der Notaufnahme und Haushaltsberichte	drei unabhängige deskriptive Datenquellen; Überprüfungsausschlüsse; 44 Proben behandelten Wassers in den ersten beiden Tagen 0,18–3,12 ppm MCHM Mittelwert 0,88 Medianwert 0,76; 2000 Datensätze von Giftnotrufzentralen; 369 Datensätze aus Notaufnahmen wurden einbezogen	individuelle Konzentration und Dosis wurden nicht gemessen, sodass die Ursache der Symptome nicht geklärt werden konnte; Der Geruch könnte unabhängig von der Toxizität physiologische und psychologische Reaktionen hervorrufen	Die Symptome verschwinden normalerweise ohne oder mit minimaler Behandlung. 215 von 584 Kandidaten-ED-Datensätzen wurden nach der Überprüfung ausgeschlossen
CLM-027	CIC-US-BEN-002	In den nachfolgenden NTP-Studien wurden keine auf MCHM zurückzuführenden Auswirkungen bei oder unter dem verwendeten Trinkwasser-Screening-Wert festgestellt; Die Analyse des Geburtsgewichts ergab keine signifikanten Unterschiede im Zusammenhang mit dem Unfallzeitpunkt.	NEGATIVE EVIDENCE ; C0-C5	experimentelle Prüfung der Mischung nach einem Unfall → Nagetierzell-Fischwurm- und Computermodelle sowie menschliche Geburtsurkunden → mehrere toxikologische Endpunkte und Geburtsgewicht	Screening-Ebene, die bei Notfallmaßnahmen verwendet wird; mehrere experimentelle Systeme; abschließende Gesamtbewertung des NTP; Analyse des menschlichen Geburtsgewichts anhand des Zeitpunkts des Unfalls	experimentelle Systeme und Geburtsgewichte decken nicht alle möglichen akuten Symptome oder langfristigen Folgen ab; Die tatsächliche individuelle Dosis der Bewohner ist unbekannt	Bei einigen Modellen traten Effekte bei viel höheren Dosen auf; Dies beweist nicht, dass alle Berichte der Bewohner falsch waren

Claim ID	Source ID	Aussage	Status / Kette	Quelle und Weg	Bedingungen / Einheiten / Zeitraum	Kritische Einschränkung	Negatives oder einschränkendes Ergebnis
CLM-028	CIC-CA-N-001	In den Bergehalden des Elk Valley brachten chemische Analysen und Isotopenanalysen einen Zusammenhang zwischen Nitrat im gesprengten Gestein und Entwässerungswasser und explosiven Rückständen her. Für die untersuchte Halde betrug die geschätzte Feldauslaugungseffizienz 80–90 %, und die Auslaugung könnte über Jahrzehnte andauern.	FACT; C1-C3	Ammoniumnitrat-Sprengstoffe im Kohletagebau → Rückstände in gesprengtem Bergematerial → Infiltration durch bis zu 180 m mächtige Halden → Gesteinsabflusswasser → Konzentration und Isotopensignatur von Nitrat in Gestein und Wasser	Gestein vor der Sprengung im Vergleich zu Gestein nach der Sprengung; Halden angelegt 1982–2012; Auslaugung im Feld gegenüber Auslaugung im Labor; Auslaugungseffizienz im Feldmaßstab 80–90 %; Spülzeit in den meisten Fällen mehrere Jahrzehnte	Die Studie verfolgt die Quelle und den Transport, misst jedoch nicht die menschliche Dosis oder nachgelagerte Umweltauswirkungen. Die Auswaschungsrate hängt von der Haldenkonstruktion und der Hydrologie ab	In der untersuchten Halde wurde nur begrenzt bis keine Denitrifikation festgestellt. Dies stärkt die Transportkette, verwandelt sie jedoch nicht in eine Kette etablierter Schäden
CLM-029	CIC-US-N-001	In Mountaintop-Removal-Bergbauwassereinzugsgebieten betrug der jährliche Nitratexport 3,68–26,4 kg N/ha/Jahr und war ein bis zwei Größenordnungen höher als der benachbarte Waldreferenzwert; nach der Einstellung der Produktion ging sie zurück, blieb aber noch Jahrzehnte später über dem Referenzwert.	FACT; C2-C3	Kohletagebau mit Talfüllungsexplosionen und Rekultivierung → unterirdische Fließwege durch Talfüllungen → Grundabfluss → Quellflüsse → Konzentration und jährlicher Nitratexport	sechs große Wassereinzugsgebiete; vier wiederholt beprobte kleine verminte Wassereinzugsgebiete; nahe gelegenes Waldreferenzgebiet; 3,68–26,4 kg N ha ⁻¹ Jahr ⁻¹ ; Abfluss im Wasserjahr 2016: 7–50-mal so hoch wie am Referenzstandort; Datensätze wiederholen 2000 2010 2015 2016	die Isotopenverhältnisse stimmten nicht eindeutig mit den vorgeschlagenen Endbestandteilen von Sprengstoffen oder Düngemitteln überein; Die Arbeit legt keine individuelle Trinkdosis oder klinische Wirkung fest	Sprengstoffrückstände erklären plausibel einen Großteil des aktiven Bergbauexports, aber die Dünger, gesteinsbürtiger Stickstoff, die Hydrologie der Talverfüllungen und veränderte Stoffkreisläufe könnten die Persistenz erklären; Keiner der untersuchten verminten Standorte konnte als Referenz dienen

Claim ID	Source ID	Aussage	Status / Kette	Quelle und Weg	Bedingungen / Einheiten / Zeitraum	Kritische Einschränkung	Negatives oder einschränkendes Ergebnis
CLM-030	CIC-US-BEN-003	In Batch- und Säulenexperimenten im Labor wurde MCHM vor allem aufgrund der Sorption an Kohle und Rückständen schnell aus dem Wasser entfernt und nur schlecht desorbiert; Ein Verlassen der Kohleaufbereitungsanlage im Normalbetrieb hielten die Autoren für unwahrscheinlich.	NEGATIVE EVIDENCE ; C1-C2	MCHM als Reagenz zur Flotationsanreicherung von Feinkohle → Prozesswasser ↔ Kohle und Aufbereitungsrückstände; Verflüchtigung Sorption Auslaugung Desorption → Retention und potenzielle Mobilität von MCHM	Kohle und Rückstände; Batch- und Säulensysteme; Kurzzeitsorption versus Auswaschung; Die Sorption war bei <1 h am signifikantesten; qualitative Schlussfolgerung des geringen Transports im Normalbetrieb	Hierbei handelt es sich um ein Labormodell und nicht um eine Entladungsüberwachung vor Ort. Notspeicherausfälle, Lecks und Bypass-Ströme sowie alle Arten von Lagereinrichtungen für Aufbereitungsrückstände werden nicht abgedeckt	Das Ergebnis widerspricht der Verallgemeinerung, dass die Verwendung von MCHM an sich seine routinemäßige Freisetzung in Oberflächengewässer oder Grundwasser bedeutet; Der Unfall am Elk River war ein separater Speicherausfall
CLM-031	CIC-CN-BEN-001	Bei Laborflotationstests mit Wulantuga-Kohle gelangten einige Mineralien und Elemente in das Prozesswasser; Für einzelne Elemente waren die berechneten Freisetzungsraten hoch, das Experiment verfolgte jedoch nicht die Freisetzung dieses Wassers außerhalb der Fabrik.	FACT; C1-C2	Flotation von bergwerksspezifischer, niedrigkohlenreicher Kohle → Mahlen und Verschlammung → Prozesswasser für die Kohleaufbereitung → Verteilung von Spurenelementen zwischen gereinigter Kohle, Aufbereitungsrückständen und Wasser	Einsatzkohle im Vergleich zu gereinigter Kohle, Aufbereitungsrückstände und Wasser aus Freisetzungsexperimenten; Beispiele: Mn 85,68 %; Ni 67,54 %; Co 61,20 %; Zn 59,98 %; Bei den Werten handelt es sich um Freisetzungstest-Prozentsätze, nicht um Umweltkonzentrationen	Der Freisetzungszufluss im Labormaßstab entspricht nicht der tatsächlichen Abwasserkonzentration und berücksichtigt nicht Recycling, Behandlung, Absetzen, Verdünnung oder Einleitung. Rezeptor und Wirkung nicht gemessen	F, As und Hg waren schwer aus der Kohle zu entfernen, während andere Elemente sich anders verteilten; Daher ist es unmöglich, alle potenziell toxischen Elemente mit einem Koeffizienten zu beschreiben
CLM-032	CIC-IN-ASH-001	In saisonalen Grundwasserproben aus sechs Dörfern rund um das nicht abgedichtete Aschebecken von Parichha wurden Pb 0,170–0,581 ppm Ni 0,024–0,087 ppm Fe 0,186–11,98 ppm Cr 0,036–0,061 ppm und Mn 0,013–0,178 ppm; Die Autoren berichteten von Überschreitungen der WHO-Richtwerte.	FACT; C1-C3	Nassentsorgung von Kohleflugasche im Wärmekraftwerk Parichha → nicht abgedichtetes Aschebecken → vermutete Auswaschung → nahegelegenes Dorfgrundwasser → Vergleich der Grundwasserchemie und der Trinkwasserrichtlinien	sechs Dörfer; Winter-Vormonsun und Monsun 2015; Kohle- und Flugascheproben; Pb 0,170–0,581 ppm; Ni 0,024–0,087; Fe 0,186–11,98; Cr 0,036–0,061; Mn 0,013–0,178	Ohne einen hydrologischen oder isotopischen Tracer kann nicht jede Überschreitung ausschließlich auf Asche zurückgeführt werden. Der tatsächliche Wasserverbrauch und die innere Dosis der Bewohner wurden nicht gemessen	Die bloße Nähe zum Aschebecken ist eine räumliche Grundlage und keine vollständige Quellenangabe; für eine vollständige Zuordnung sind oberstromige beziehungsweise Hintergrundbrunnen und Tracer erforderlich

Claim ID	Source ID	Aussage	Status / Kette	Quelle und Weg	Bedingungen / Einheiten / Zeitraum	Kritische Einschränkung	Negatives oder einschränkendes Ergebnis
CLM-033	CIC-IN-ASH-002	Eine Isotopenstudie in Koradi und Khaperkheda zeigte, dass der hohe Salzgehalt der kontaminierten Brunnen hauptsächlich auf unbehandeltes häusliches Abwasser und Abwasser aus Ziegelöfen zurückzuführen war; Die direkten Auswirkungen von Ascheteichen auf das Grundwasser erwiesen sich als gering.	NEGATIVE EVIDENCE ; C2-C3	Ascheteiche neben gemischter Landnutzung → Abflüsse aus Aschebecken, Abwasser aus Ziegelöfen, häusliches Abwasser und Grundwasserneubildung → Quellenzuordnung von Grundwassersalzgehalt und Sulfat	Sauerstoff, Wasserstoff, Strontium, Uran und Radiumisotope sowie Sr/Ca-Verhältnisse; drei Ascheteiche; sechs Grundwasserstandorte; drei Oberflächengewässerstandorte im Kanhan-Kolar-Gebiet	das Ergebnis bezieht sich auf zwei spezifische Kraftwerke und eine spezifische Hydrogeologie; Es schließt andere aus der Asche stammende Verunreinigungen oder Leckagen an anderen Standorten nicht aus	87Sr/86Sr mit Sr/Ca identifizierte Ziegelofenabwasser als dominierende Sulfatquelle; Uranisotope bestätigten einen geringen Einfluss der Aschebecken
CLM-034	CIC-ZA-ASH-001	Rund um die Matimba-Aschehalde ergaben MSc-Feldarbeiten eine salzhaltige Grundwasserfahne mit NaCl/CaCl ₂ -Fazies und Überschreitungen der Richtwerte für TDS, elektrische Leitfähigkeit, Sulfat, Chlorid, Natrium, Magnesium, Mangan und Eisen; nur 12,5 % der beprobten Bohrlöcher erhielten eine ausgezeichnete Bewertung für die häusliche Nutzung.	FACT; C1-C3	Trockenenstorgung von Kohleflugasche im Kraftwerk Matimba → Asche und Versickerung → Grundwasserfahne in der Nähe der Entsorgungsanlage → Grundwasserchemie und Eignungsindizes	räumliche Probenahme von CFA-Sickerwasser und Bohrlöchern; SANS WHO und südafrikanische Richtlinien; etwa zwei Drittel Na-K-Cl-SO ₄ -Fazies; ein Drittel Ca-Mg-Cl-SO ₄ ; 12,5 % der Bohrlöcher mit ausgezeichneter Bewertung; etwa 50 % erfordern eine Vorbehandlung	Quelle ist eine Masterarbeit; der aktuelle Eintrag stützt sich auf die Zusammenfassung des Repositoriums; individuelle Einnahme, ein ökologischer Endpunkt und gesundheitliche Auswirkungen nicht gemessen; Vollständige numerische Tabellen bedürfen einer unabhängigen Prüfung	Die Mehrzahl der Bohrlöcher wurde dennoch anhand mehrerer Indizes als für die Bewässerung geeignet eingestuft; häusliche und landwirtschaftliche Eignung sind nicht austauschbar
CLM-035	CIC-CN-COMB-001	In zwei Kohlekraftwerken in Huainan wurden gleichzeitig Proben aus Rohkohle, Flugasche und FGD-Produkten entnommen, die eine unterschiedliche Flüchtigkeit von As Hg Sb und Se aufwiesen: Hg war am flüchtigsten und Sb am wenigsten flüchtig.	FACT; C1-C2	Verbrennung von Steinkohle und Betrieb von Schadstoffkontrollsystemen → Einsatzkohle → Verbrennung → Rostasche, Flugasche, REA-Produkte und verbleibender Rauchgasstrom → stoffliche Aufteilung von As Hg Sb und Se	zwei Huainan-Kraftwerke mit gleichzeitiger Eingangs- und Ausgangsprobenahme; anlagenspezifische Stoffbilanzen; relative Flüchtigkeit statt Rezeptorkonzentration	Aufteilung ist nicht gleichbedeutend mit Freigabe außerhalb der Station; Die in der Zusammenfassung verfügbaren Daten liefern keine einzelnen Schornsteinanteile für jedes Element und messen nicht die externe Exposition	Verschiedene Elemente können nicht in einer Formel kombiniert werden: Volatilität und Erfassungspfade unterscheiden sich für Hg As Se und Sb

Claim ID	Source ID	Aussage	Status / Kette	Quelle und Weg	Bedingungen / Einheiten / Zeitraum	Kritische Einschränkung	Negatives oder einschränkendes Ergebnis
CLM-036	CIC-CN-COMB-002	In der untersuchten Erzeugungseinheit 320 MW befanden sich 72,3–98,0 % der zwölf Spurenelemente in Flugasche und 1,90–27,6 % in Rostasche; SCR+ESP+WFGD entfernten 99,79–99,99 % der Elemente aus dem Rauchgaspfad und die Schornsteinkonzentrationen betrugen 0,01–12,88 µg/m³.	FACT; C1-C3	Kohleverbrennung mit SCR-ESP und WFGD → Kohle → Kesselaufteilung → Rostasche und ESP-Flugasche → nasse Rauchgasentschwefelung → Schornstein → Massenfraktionsentfernungseffizienz und Schornsteinkonzentration	gleichzeitige EPA-Methode 29 Probenahme über eine 320 MW Einheit; Flugasche 72,3–98,0 %; Rostasche 1,90–27,6 %; kombinierter Schornstein- und WFGD-Anteil 0,11–0,66 %; Stapel 0,01–12,88 µg/m³	eine Erzeugungseinheit legt keine universellen Emissionsfaktoren fest; Die atmosphärische Ausbreitung von der Schornsteinemission zur Umgebungskonzentration ist keine Bevölkerungs-dosis. Das eingefangene Material verbleibt in Asche und REA-Abfallströmen	Eine hohe Effizienz bei der Kontrolle der Luftverschmutzung bedeutet eine Massenübertragung von Gas zu festen und flüssigen Rückständen und nicht das Verschwinden von Elementen
CLM-037	CIC-CN-ASH-001	In 34 Flugascheproben aus 15 Guizhou-Kraftwerken betrug die Gesamtmenge Hg 30–870 ng/g, aber unter getesteten Auslaugungsbedingungen wurden 0,000–0,110 % freigesetzt; gemessenes Sickerwasser Hg blieb unter 6,5 ng/L.	NEGATIVE EVIDENCE ; C1-C2	Hg wird in Kohleflugasche eingefangen → Niederschlag oder Wasserkontakt → mögliche wässrige Auswaschung → Hg-Bindungsformen → freigesetzter Anteil und Extraktkonzentration	15 Kraftwerke; sequenzielle Extraktion und USEPA-Methode 1316 über pH-Werte und Fest-Flüssigkeits-Verhältnisse hinweg; stark komplex gebundener Anteil 64–91 %; Freisetzunganteil 0,000–0,110 %; Extrakt <6,5 ng/L	Laborauslaugung von Hg beschreibt nicht andere Elemente, Feldhydrologie, Erosion, Partikeltransport oder ungewöhnliche Geochemie; Der Vergleich eines Extrakts mit Trinkwasserstandards ist keine Bewertung der Trinkwasserexposition	bei getesteten Szenarien unter natürlichen Bedingungen war die Hg-Auswaschung vernachlässigbar, obwohl die Gesamtmenge an Hg in der Asche fast um das Zwanzigfache schwankte; Der Aschegehalt entspricht nicht dem mobilen Anteil
CLM-038	CIC-IN-COMB-001	In Proben von Einsatzkohle, Flugasche und Rostasche aus fünf indischen Kraftwerken waren alle 13 untersuchten Elemente stärker in Flugasche als in Rostasche angereichert; As Hg Pb und Cd in Flugasche betrugen 0,19–0,35 0,51–2,13 7,6–35,3 bzw. 0,6–0,93 µg/g.	FACT; C1-C2	Kohleverbrennung in fünf Wärmekraftwerken → Einsatzkohle → Flüchtigkeit und Kondensation → Flugasche versus Schlacke → Spurenelementkonzentration und Anreicherung in Verbrennungsrückständen	fünf Kraftwerke; parallele Probenahme von Flugasche und Rostasche; Flugasche: As 0,19–0,35 µg/g; Hg 0,51–2,13; Pb 7,6–35,3; Cd 0,6–0,93	Die Konzentration in der gesammelten Asche zeigt keinen Nachweis einer Schornsteinfreisetzung, Auslaugung, Resuspensionsaufnahme oder biologische Wirkung. Die Anlagenpraktiken und die Kohlegeologie waren unterschiedlich	die maximale Anreicherung erfolgte für Mn; Das Verhalten der Elemente unterschied sich je nach Flüchtigkeit, sodass Flugasche nicht durch ein universelles toxisches Profil beschrieben werden kann

Claim ID	Source ID	Aussage	Status / Kette	Quelle und Weg	Bedingungen / Einheiten / Zeitraum	Kritische Einschränkung	Negatives oder einschränkendes Ergebnis
CLM-039	CIC-MN-ROAD-001	Fokusgruppeninterviews und teilnehmende Beobachtungen in der Südgobi dokumentierten konsistente Berichte von Hirten über Staub von unbefestigten Bergbau- und Kohletransportstraßen auf Grasland und Tieren, aber die Studie maß weder die Konzentration noch die chemische Zusammensetzung dieses Staubs.	FACT; C0	LKW-Verkehr auf unbefestigten Straßen, die Oyu Tolgoi und den Tavan Tolgoi-Kohlekorridor bedienen → Straßenstörungen → sichtbarer und abgelagerter Staub auf Weiden und Nutztieren gemeldet → Auswirkungen auf Lebensunterhalt, Tiergesundheit und Orte	84 halbstrukturierte Interviews in 2011–2013; 30 Folgeinterviews in 2015; mehrere Soums und Ulaanbaatar-Stakeholder; qualitative Feldforschung über 2010–2012 plus einen Monat in 2015	Die berichtete Erfahrung ist als gesellschaftliche Evidenz relevant, stellt jedoch keinen Nachweis für die inhalierte Dosis oder klinische Wirkung oder die chemische Zusammensetzung der Partikelmasse einschließlich Siliziumdioxid und Metallen dar; Kupfer- und Kohletransporte finden teilweise nebeneinander statt	Offizielle und Unternehmensakteure stritten über Verantwortung und Infrastrukturverpflichtungen; Wahrnehmungsdaten können Staub nicht zwischen Kohletransport, Bergbau, natürlichen Staubstürmen und örtlichen Straßen zuordnen
CLM-040	CIC-MN-DUST-002	Die InSAR-Zeitreihenanalyse identifizierte Bereiche mit äolischer Erosion und einen potenzielles räumliches Muster des Staubtransports in der Nähe der oberirdischen Kohlebergwerke der mongolischen Gobi, maß jedoch weder die Feinstaubkonzentration in der Luft noch die Partikelzusammensetzung bei Menschen und Nutztieren.	FACT; C2-C3	gestörte Oberflächen und Halden in Tagebaukohlebergwerken → Winderosion → modellierter oder abgeleiteter Fußabdruck des Transports in Windrichtung → Oberflächenveränderung und potenzieller Staubquellen-Fußabdruck	Minenoberflächen und die umliegende Gobi-Landschaft über Satellitenzeitreihen hinweg; Fernerkundungszeitreihen; keine gravimetrische oder filterchemische Expositionsprobenahme	InSAR erfasst Veränderungen der Oberflächeneigenschaften, nicht die chemische Identität; Die Transportmodellierung beweist nicht, dass ein Rezeptor aus Kohle stammende Partikel inhaliert hat	Natürlicher Wüstenstaub, Straßenverkehr und andere gestörte Oberflächen bleiben alternative Beitragsfaktoren, bis chemische Tracer und straßennahe Monitore hinzugefügt werden
CLM-041	CIC-RU-WAT-001	Das Wasser aus einem Brunnen, der die überfluteten Anlagen der stillgelegten Severnaya-Mine durchschneidet, blieb mehr als zehn Jahre lang unter reduzierenden Bedingungen, enthielt bis zu 6 mg/L H ₂ S und zeigte am Austritt eine gemessene Sulfatreduktion von bis zu 178 g reduzierten Schwefel/Jahr.	FACT; C1-C3	Nassschließung und Überflutung des Kohlebergwerks Sewernaja in Kemerowo → überfluteter Grundwasserleiter des Bergwerks → Überwachung der Abfluss am Austrittsbrunnen → Bachableitung in den Tom-Fluss → Redox-Schwefel-Chemie des Grubenwassers und mikrobielle Prozessrate	mehr als zehn Jahre Beobachtungen; In-situ-Radiotracer-Sulfatreduktionsmessung; Temperatur 10–13°C; Eh –112 bis –174 mV; H ₂ S bis zu 6 mg/L; bis zu 178 g reduzierter S/Jahr bei Bohrlochabfluss	ein Bohrloch in einer überfluteten Mine; Konzentration stromabwärts, Verdünnung, ökologische Rezeptoren und menschliche Exposition wurden nicht gemessen; Eine separate 2017-Probe stromabwärts wurde mit der Entwässerung von Wohngebieten vermischt	bekannte Sulfatreduzierer-Phylotypen dominierten trotz gemessener Sulfatreduktion nicht; Die mikrobielle Gemeinschaft und der Stofffluss können nicht allein aus der Taxonomie abgeleitet werden

Claim ID	Source ID	Aussage	Status / Kette	Quelle und Weg	Bedingungen / Einheiten / Zeitraum	Kritische Einschränkung	Negatives oder einschränkendes Ergebnis
CLM-042	CIC-RU-WAT-002	An mehreren benannten Vorflutern im Kusbass entsprach das Wasser oberhalb der Grubenwassereinleitung nicht den Standards: Beispielsweise erreichte Mn 21 MPC in Mishikha in der Nähe von Sudzhenskaya und 56 MPC in Bolshaya Kamyschnaya in der Nähe von Yagunovskaya, und Aba war unabhängig von der Qualität des eingeleiteten Wassers stark verschmutzt.	NEGATIVE EVIDENCE ; C2-C3	Wassereinleitung aus geschlossenen Bergwerken in bereits betroffene Flüsse → Grubenwasserhaltung oder Abfluss → Aufnahme mit kontaminierter Oberlaufgrundlinie → hydrochemische Überwachung über und um Einleitungsstellen	Oberlauf-/Hintergrundabschnitt und benannte Minen/Flüsse; Beispiele stromaufwärts: Mishikha Fe bis 5,8 und Mn bis 21 MPC; Bolshaya Kamyschnaya Fe bis 2,9 und Mn bis 56 MPC; Aba suspendierte Feststoffe zu 32,3 und Mn zu 15 MPC	Vielfache der gesetzlichen Grenzwerte ersetzen nicht die Rohkonzentrationen, Abfluss und Fracht; die Quelle der vorgelagerten Kontamination wird nicht abgetrennt; Der Artikel gibt keine individuelle Dosis oder einen ökologischen Endpunkt an	Eine stark verschmutzte stromaufwärts gelegene Basislinie bedeutet, dass die stromabwärts gelegene Überschreitung ohne gepaarte Lasten und Durchflusskorrektur nicht automatisch dem stillgelegten Bergwerk zugeordnet werden kann
CLM-043	CIC-ID-WAT-001	Im Juli 2016 hatte das Wasser der vier Grubenseen bei Tanjung Enim einen pH-Wert von 2,6–5,9 und einen Sulfatgehalt von 868–2010 mg/L; Die Autoren fanden auch erhöhte Fe und Mn, an einigen Stellen über den indonesischen Abflussgrenzwerten.	FACT; C1-C2	Oxidation potenziell säurebildender Zwischenschichten in benannten Tagebauen → Grubenwände und taubes Gestein → Wasser der Grubenseen → Säuregehalt des Grubenwassers, Hapitionen und gelöste Metalle	Air Laya MTBU Banko Barat Grube 1 und Banko Barat Grube 3; Vergleich der Trockenzeit mit der Nachuntersuchung in der Regenzeit; pH-Wert 2,6–5,9; Sulfat 868–2010 mg/L im Juli 2016	Hierbei handelt es sich um die Chemie innerhalb des Grubenwassersystems, nicht um die Konzentration nach der Verdünnung im aufnehmenden Fluss. Verschiedene Gruben waren unterschiedlich und der Unterschied kann nicht allein auf das Kohleflöz zurückgeführt werden	Die Verdünnung in der Regenzeit war begrenzt und die räumliche Variation wurde von den Autoren mit heterogenem säurebildendem Nebengestein und nicht mit einem einzigen einheitlichen Kohlegrundstück in Verbindung gebracht
CLM-044	CIC-ID-WAT-001	Die Grubenwasseraufbereitung in Tanjung Enim funktionierte anders: In Air Laya reduzierte das Aufbereitungssystem Mn in 2015 von 24,5 auf 0,1 mg/L und Al und Fe unter die Nachweisgrenze, während in MTBU in der Trockenzeit Fe von 2,5 auf 0,2 mg/L sank, Mn jedoch nur von 6,6 auf 5,8 mg/L sank und der Ablauf entsprach nicht dem Standard.	FACT; C2-C3	passive Behandlung von Gruben- und Haldenentwässerung → Grubenwasser → sequentielle Teiche, Feuchtgebiete und Kalkung → Behandlungsauslass → elementspezifische Behandlungsleistung	gepaarte Einlass- und Auslassmessungen an Air Laya- und MTBU-Systemen; Air Laya Mn 24,5→0,1 mg/L in 2015; MTBU Fe 2,5→0,2 und Mn 6,6→5,8 mg/L in der Trockenzeit	Wasserquellen und Aufbereitungsanlagen verschiedener Jahre können nicht als kontrollierter Versuch verglichen werden; keine nachgeschaltete Rezeptormessung	Fe-Entfernung bedeutete nicht Mn-Entfernung; 2016 war der Zulauf von Air Laya weniger kontaminiert, da es nur aus der Entwässerung von Kohlehalden stammte

Claim ID	Source ID	Aussage	Status / Kette	Quelle und Weg	Bedingungen / Einheiten / Zeitraum	Kritische Einschränkung	Negatives oder einschränkendes Ergebnis
CLM-045	CIC-ID-WAT-002	Entlang eines 15,4-km-Abschnitts des Lati-Flusses wurden die höchsten Sedimentkonzentrationen von Mn, Cr und Ni bei SPL 10 gefunden, einem Bach, der den Abfluss des aktiven Grubenwasseraufbereitungssystems aufnimmt; Die Durchschnittswerte für 15 Stationen waren Fe 33,856, Mn 1,615, Cr 162,8, Ni 56,6 und Pb 17,11 mg/kg.	FACT; C1-C3	behandelte Entwässerung aus mehreren Einzugsgebieten von Tagebau-Kohlebergwerken → Auslass des Bergwerks und der Aufbereitung → Fluss → Sedimentablagerung → Metallkonzentration und räumliche Anreicherung im Flusssediment	15 zusammengesetzte Sedimentstationen, ausgerichtet an 10 Grubenwasseraufbereitungsanlagen; bedeutet mg/kg: Fe 33,856; Mn 1,615; Cr 162,8; Ni 56,6; Pb 17,11	Eine räumliche Untersuchung misst weder die Bioverfügbarkeit, zeitliche Frachten noch die biologische Wirkung. mehrere Auslässe, inaktive Gebiete und geologischer Hintergrund tragen dazu bei; Der Zusammenhang an der Station mit der höchsten Konzentration ist keine vollständige kausale Zuordnung	Die Autoren stellten trotz moderater Fe/Ni- und hoher Mn/Cr-Kontaminationsfaktoren Klassifizierungen keinen fortschreitenden Rückgang der Gesamtsedimentqualität fest
CLM-046	CIC-ID-TRN-001	Innerhalb von etwa 4 km rund um das Schiff-zu-Schiff-Kohleumschlaggebiet Muara Berau wurden an allen 10 Probenahmestationen Kohlereste mit einer Sedimenttiefe von bis zu 25 cm gefunden; Das Volumen des ausgetretenen Materials korrelierte signifikant mit einigen Metallkonzentrationen im Sediment, und der BAF der untersuchten Metalle betrug 11,54–426,20.	FACT; C1-C4	Kohleverlust beim Transfer vom Lastkahn zum Mutterschiff → Kohleverlust → Meeressedimente und Wasser → Fische und Plankton → Verteilung von Kohlepartikeln und Bioakkumulation von Metallen	10 Meeresprobenstationen rund um einen Transferbereich; Mit Mini-Schleppnetzen gefangener Fisch; Kohleschutt bis 25 cm; BAF 11,54–426,20; BSAF 0,02–5,04	kein nachgewiesener Endpunkt unerwünschter Wirkungen oder Aufnahme durch den Menschen; ohne die vollständige Tabelle kann nicht jeder art- und metallspezifische Schwellenwert überprüft werden; Die Korrelation mit dem Austrittsvolumen schließt andere regionale Metallquellen nicht aus	Fischmuskelmetalle folgten Fe>Mn>Zn>Cu>Pb>Cd>As>Hg, während die Planktonreihenfolge unterschiedlich war; Organismuskompartiment und Element können nicht als eine Exposition verallgemeinert werden

Claim ID	Source ID	Aussage	Status / Kette	Quelle und Weg	Bedingungen / Einheiten / Zeitraum	Kritische Einschränkung	Negatives oder einschränkendes Ergebnis
CLM-047	CIC-US-FIRE-002	1980 untersuchte eine Bundesstudie Centralia als einen unterirdischen Brand direkt unter dem besiedelten Bezirk: Das Bureau of Mines installierte CO-Detektoren in 10 Häusern, die der Brandzone am nächsten lagen, und Inspektoren aus Pennsylvania führten wöchentliche Kontrollen des Gasaustritts durch.	FACT; C0-C2	Brand in einem Anthrazitflöz, das sich durch verlassene Anlagen unter Centralia ausbreitet → Brand unter der Oberfläche → Risse in Bergwerksanlagen und mögliche Eintrittspfade in Gebäude → Wohnüberwachung → erkannte CO-Eindring- und Senkungsgefahr für bewohnte Grundstücke	zehn Häuser mit Detektoren plus wöchentliche Inspektionen; Ingenieurstudie zu Möglichkeiten der Brandbekämpfung; Status dokumentiert in der Fallstudie vom August 1980, veröffentlicht als RI 8799 in 1983	Die Installation von Detektoren weist auf einen angemessenen Überwachungsbedarf hin, beweist jedoch nicht, dass in jedem Haushalt Grenzwerte überschritten wurden oder Vergiftungen auftraten. Die zugängliche bibliografische und Auszugsebene bietet keine Bevölkerungs-dosisverteilung	der geplante Absperngraben wurde unter anderem deshalb aufgegeben, weil er die Zerstörung von Privathäusern erforderte; Die technisch bevorzugten Steuerungsoptionen waren teuer und äußerst störend
CLM-048	CIC-CA-N-003	In Elk River stieg die durchflussnormalisierte Nitratkonzentration um 784 % und die Belastung um 697 % von 1979–2022; Im gepaarten Kootenay-Wassereinzugsgebiet ohne Kohleabbau sank der Nitratgehalt um 8,5 %, was den starken langfristigen Anstieg des Flusstransports auf die Ausweitung des Kohleabbaus zurückführt.	FACT; C2-C3	Sprengstoffrückstände und Grubenabfälle aus expandierenden Kohletagebaubetrieben → Elk River → grenzüberschreitendes Kooconasa-Reservoir → durchflussnormalisierte Nitrat-plus-Nitrit-Konzentration und -Fracht	gepaarte Wassereinzugsgebiete Elk und Kootenay; Mehrdekaden-Trendmodelle; NO ₃ -Konzentration +784 % und Belastung +697 % in Elk River 1979–2022; Kootenay-Konzentration –8,5 %	Studie berichtet über Nitrat zusammen mit Selen und Sulfat und ordnet Nitrat weder einzelnen Bergwerken zu noch weist sie einen Nitrat-spezifischen Rezeptoreffekt nach; Der Trendprozentsatz ist kein Einzelrisiko	Auch Sulfat und Selen stiegen im Elk River stark an, während die Muster der Referenzwassereinzugsgebiete unterschiedlich waren; Das gleichzeitige Vorkommen verhindert, dass biologische Veränderungen im Feld allein dem Nitrat zugeordnet werden können

Claim ID	Source ID	Aussage	Status / Kette	Quelle und Weg	Bedingungen / Einheiten / Zeitraum	Kritische Einschränkung	Negatives oder einschränkendes Ergebnis
CLM-049	CIC-CA-N-004	In Standortwassertoxizitätstests für Fording River betrugen die Wirkungswerte für eine Wirkung von ungefähr 10 %: 16 mg/L NO ₃ -N für die 39-Tage-Entwicklung der Regenbogenforellen, 11 mg/L für die 8-Tage-Reproduktion von Ceriodaphnia und 19 mg/L für die 14-Tage-Hyalella-Biomasse; Der vom Schweregrad abhängige Benchmark-Level 1 für die empfindlichsten Rezeptoren lag zwischen ungefähr 8 und 16 mg/l.	FACT; C3-C5	bergbaubedingtes Nitrat in hartem Wasser des Fording River → Wassereexposition in kontrollierten Tests unter Verwendung von erweitertem Standortwasser → Endpunkte für Entwicklung, Reproduktion und Biomasse	artspezifische kontrollierte Tests mit Härteanpassung; Level 1: Forelle 16; Ceriodaphnia 11; Hyalella 19 mg/L NO ₃ -N bei repräsentativer Härte; saisonaler Benchmark etwa 8–16 mg/L	Kontrollierte Testeffektkonzentrationen sind Vergleichswerte und keine Beobachtungen von Feldschäden. Plan und Tests wurden im Rahmen eines Minenmanagementprozesses erstellt und bedürfen einer unabhängigen Bestätigung vor Ort	Die Härte verringerte die Nitrattoxizität und neuere Standorttests veränderten Berichten zufolge einige vorhergesagte Wirkungsbeziehungen. Ein einheitlicher Nitratschwellenwert wäre irreführend
CLM-050	CIC-AU-FIRE-001	Während eines 45-tägigen Brandes im Braunkohletagebau Hazelwood in Morwell South, etwa 500 m von der Mine entfernt, erreichte die maximale tägliche PM _{2.5} -Konzentration 731 µg/m ³ und die maximale achtstündige CO-Konzentration betrug 33 ppm; PM _{2.5} , CO, Benzol und Benzo[a]pyren übertrafen geltende Normen oder Richtlinien.	FACT; C1-C3	Tagebaubrand im Braunkohlebergwerk → Feuerfahne → örtliche Umgebungsluft → Umgebungskonzentration in der Nähe des Bergwerks	Luftqualitätsstandards und -richtlinien; Überwachung von Standorten in unterschiedlichen Entfernungen; 45 Tage; PM _{2.5} max. täglich 731 µg/m ³ ; CO max 8-Stunde 33 ppm; Morwell South: etwa 500 m	Die Überwachung von PM _{2.5} und CO begann etwa vier Tage nach dem Brand, und die gezielte Probenahme von Luftgiften begann erst am 17. Tag, nach der intensivsten Periode; Eine Konzentration am Überwachungsort ist keine individuelle Dosis	Aufgrund der zeitlichen und räumlichen Heterogenität der Schadstofffahne können diese Maxima nicht auf jeden einzelnen Bewohner oder auf den gesamten Zeitraum von 45 Tagen übertragen werden
CLM-051	CIC-AU-FIRE-002	In der Hazelwood Fire-Schwangerschaftsstudie war ein Anstieg des Interquartilsbereichs der modellierten individuellen PM _{2.5} -Exposition mit einem Anstieg des Risikos für Schwangerschaftsdiabetes auf etwa RR 1,06–1,07 für den Mittelwert und RR 1,15–1,16 für die Spitzenexposition verbunden; Der stärkste Zusammenhang wurde im zweiten Trimester beobachtet.	FACT; C3-C5	Hazelwood-Minenbrandrauch → modellierte Zeit-Ort-PM _{2.5} -Exposition während der Schwangerschaft → Schwangerschaftsdiabetes; hypertensive Störungen; abnormale Plazentation	exponierte und Vergleichsgemeinschaften mit Anpassung für gemessene Kovariaten; RR pro IQR der mittleren oder höchsten PM _{2.5} -Exposition während der Schwangerschaft; Trimesterspezifische Analyse	Die Exposition wurde modelliert und nicht mit einem personenbezogenen Messgerät erfasst. Das Beobachtungsdesign schließt Restverwechslungen nicht aus und beweist den Mechanismus nicht	für hypertensive Schwangerschaftsstörungen und abnormale Plazentation wurde kein Zusammenhang festgestellt; Ein positives Ergebnis überträgt sich nicht automatisch auf alle Schwangerschaftskomplikationen

Claim ID	Source ID	Aussage	Status / Kette	Quelle und Weg	Bedingungen / Einheiten / Zeitraum	Kritische Einschränkung	Negatives oder einschränkendes Ergebnis
CLM-052	CIC-AU-FIRE-003	In derselben Hazelwood-Schwangerschaftskohorte wurde kein Zusammenhang zwischen der modellierten Feuer-PM2.5-Exposition und Frühgeburt, niedrigem Geburtsgewicht, zu kleinem Geburtsalter oder zu großem Geburtsalter gefunden.	FACT; C3-C5	Hazelwood-Minenbrandrauch → modellierte mütterliche PM2.5-Exposition → Geburtsergebnisse	exponierte und Vergleichsgemeinden; mehrere Geburtsendpunkte; angepasstes RR: Frühgeborene durchschnittliche Exposition 1,00 (0,97–1,04) und Spitzenexposition pro 10 µg/m ³ 0,99 (0,97–1,02); termingerecht niedriges Geburtsgewicht von etwa 0,99 für beide Messwerte	ein Nullergebnis für die ausgewählten Ergebnisse und ein bestimmtes Expositionsmodell beweist nicht das Fehlen jeglicher pränataler Wirkung; Konfidenzintervalle und mögliche Expositionsfehlklassifizierungen bleiben erhalten	Das Ergebnis schränkt die Verallgemeinerung des positiven GDM-Signals ein: Unterschiedliche Schwangerschaftsausgänge führten zu unterschiedlichen Ergebnissen
CLM-053	CIC-AU-FIRE-005	Neun Jahre nach dem Brand in Hazelwood war die Exposition gegenüber PM2.5 in der untersuchten Teilstichprobe Erwachsener nicht mit Brustenge, Atemnot oder chronischem Husten verbunden; Der Zusammenhang mit Keuchen blieb bestehen, insbesondere bei Menschen, die vor dem Brand Asthma hatten.	FACT; C3-C5	Hazelwood-Minenbrandrauch → modellierte individuelle PM2.5-Exposition aus Zeit-Ort-Verläufen → langfristige selbstberichtete Atemwegssymptome	exponierte und Vergleichsteilnehmer; Schichtung durch Asthma vor dem Brand; Ausgangswert: 4056 Erwachsene; gewichtete Stichprobe der Nachuntersuchung nach neun Jahren 519, einschließlich 346 exponiert	die neunjährige Teilstichprobe war deutlich kleiner als die ursprüngliche und wurde um Teilnehmer mit Asthma angereichert; selbstberichtete Symptome, modellierte Exposition; Ein fehlender Zusammenhang mit gemessenen Symptomen beschreibt keine nicht gemessenen Krankheiten	Auch für chronische Schleim- oder Nasensymptome wurde kein anhaltender Zusammenhang festgestellt; Die meisten frühen symptomatischen Verbindungen schwächten sich ab, aber das Keuchen verschwand nicht als Signal
CLM-054	CIC-IN-AIR-001	Bei einem Vergleich der Jharia-Standorte waren die Luftqualitätsindikatoren in Gebieten, die von Kohlebränden betroffen waren, etwa um den Faktor 1,5 schlechter als in Bergbaugebieten ohne Feuer; Eine multivariate Analyse identifizierte Feuer als Hauptverursacher der Umweltverschmutzung.	FACT; C1-C3	Kohleflözbrände in einer aktiven Bergbauregion → Brandemissionen plus Bergbau- und Verkehrsquellen → kommunale Umgebungsluft → Umgebungsluftqualitätsindex und gemessene Schadstoffe	von Bränden betroffene und nicht von Bränden betroffene Bergbaugebiete; Studienstandortvergleich; AQI-Verhältnis ungefähr 1,5	Der Vergleich isoliert den Brand nicht auf aktiven Bergbau, Fahrzeuge, aufgewirbelten Straßenstaub und Meteorologie. Der Umgebungsindex entspricht nicht der individuellen Dosis und begründet nicht die Krankheit	sogar Bergbaustandorte, die nicht von Bränden betroffen waren, waren kontaminiert; Das Ergebnis zeigt einen Gradienten innerhalb einer gemischten Industrieumgebung und nicht ein reines Feuerexperiment

Claim ID	Source ID	Aussage	Status / Kette	Quelle und Weg	Bedingungen / Einheiten / Zeitraum	Kritische Einschränkung	Negatives oder einschränkendes Ergebnis
CLM-055	CIC-IN-AIR-002	Im Zeitraum Mai 2018–April 2019 betrug die durchschnittliche PM _{2.5} -Konzentration im Jharia-Industriekohlegürtel $170 \pm 45 \mu\text{g}/\text{m}^3$; In der PM _{2.5} -Fraktion waren die Elemente $\text{Fe} > \text{Mn} > \text{Cu} > \text{Zn} > \text{Cr} > \text{Pb} > \text{Co} > \text{Ni} > \text{Cd} > \text{As}$, und die höchsten Werte wurden an vom Feuer betroffenen Standorten beobachtet.	FACT; C2-C4	Kohlefeldbrände, Bergbau, Transport und resuspendierter Straßenstaub → gemischte Quelle PM _{2.5} → Inhalationspfad in der Umgebung → Feinpartikelkonzentration in der Umgebung und Spurenelementzusammensetzung; modelliertes Gesundheitsrisiko	saisonale und räumliche Standorte, einschließlich von Bränden betroffener Standorte; Mittelwert PM _{2.5} $170 \pm 45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ über ein Jahr	PCA und Korrelationen deuten auf eine Mischung aus Feuer, aktivem Bergbau, Fahrzeugen und Straßenstaub hin und nicht auf einen quantifizierbaren reinen Brandbeitrag; HQ, HI und zusätzliches Krebsrisiko sind berechnete Modelle, keine gemessene interne Dosis oder beobachtete Krankheit	Die räumliche Verbindung mit von Bränden betroffenen Standorten stärkt die Quellenhypothese, schließt jedoch nicht die individuelle Expositions-Reaktionskette
CLM-056	CIC-CN-FIRE-HG-002	In der unterirdischen Brandzone betrug der gasförmige Wuda-Quecksilbergehalt in Bohrlöchern $6,42 \pm 0,73\text{--}123,53 \pm 34,66 \text{ ng}/\text{m}^3$ (Durchschnitt etwa 49 ± 44), und in der oberflächennahen Luft um Bohrlöcher betrug er $2,38 \pm 0,28\text{--}13,10 \pm 0,97 \text{ ng}/\text{m}^3$ (Durchschnitt $6,68 \pm 3,09$) mit Hintergrund unter $2 \text{ ng}/\text{m}^3$; Die Konzentrationen korrelierten positiv mit Temperatur und CO.	FACT; C1-C3	unterirdischer Kohlebrand und Bohrlochgasfreisetzung → unterirdische Verbrennung → Bohrlöcher → oberflächennahe Luft → Quellen- und quellnahe gasförmige Quecksilberkonzentration	Bohrlochgas, oberflächennahe Luft und Hintergrund; ng/m^3 ; wiederholte Feldmessungen in der Brandzone Wuda	oberflächennahe Messungen rund um Bohrlöcher stellen keine Verteilung der Bevölkerungsexposition dar; In der Studie wurden weder die absorbierte Dosis noch der Gesundheitsendpunkt gemessen. Die Korrelation beweist nicht, dass Quecksilber die gesamte Zusammensetzung der Emissionen widerspiegelt	Der Hintergrundwert unter $2 \text{ ng}/\text{m}^3$ bietet einen lokalen Vergleich, übersetzt den Unterschied in der Nähe der Quelle jedoch nicht in nachgewiesene klinische Schäden
CLM-057	CIC-CN-FIRE-HG-003	Auf einem Bergehalde, der mehr als 50 Jahre lang in Wuda brannte, mit 2,760 Messungen an 46 Gasaustritten betrug die mittlere Konzentration von gasförmigem Quecksilber in den Entlüftungsgasen $5908 \text{ ng}/\text{m}^3$ mit einer Spanne von $1022\text{--}31,750 \text{ ng}/\text{m}^3$.	FACT; C1-C2	spontan brennende Bergehalde mit Kohlegangart → Verbrennungsöffnungen → direkte Abgase → gasförmiges Quecksilber an den Öffnungen	46 Gasaustritten über einen 100 m hohen Halde mit einem Umfang am Fuß von etwa 2000 m; 2760 Messwerte; Mittelwert $5908 \text{ ng}/\text{m}^3$; Bereich $1022\text{--}31,750 \text{ ng}/\text{m}^3$	Hierbei handelt es sich um Konzentrationen, die direkt im austretenden Gas gemessen werden, nicht in der Umgebungsluft von Wohnräumen, keine inhalierte Dosis und keine gesundheitlichen Auswirkungen; Quecksilber beschreibt nicht die vollständige chemische Zusammensetzung von Gasen	Eine sehr hohe Quellenkonzentration bestimmt weder die Konzentration in der Bevölkerung noch das Ausmaß des Risikos ohne Ausbreitungs- und Expositionsdaten

Claim ID	Source ID	Aussage	Status / Kette	Quelle und Weg	Bedingungen / Einheiten / Zeitraum	Kritische Einschränkung	Negatives oder einschränkendes Ergebnis
CLM-058	CIC-CA-N-005	Im Fording River Operations LAEMP 2023 wurden beobachtete Abweichungen in der Struktur der Gemeinschaft benthischer Wirbelloser nicht als hauptsächlich durch Nitrat verursacht interpretiert; Die Autoren hielten das potenzielle Risiko einer nachteiligen Nitratwirkung für gering, da die Konzentrationen aufgrund der Behandlung weiterhin sinken.	NEGATIVE EVIDENCE ; C3-C5	Minenbedingtes Nitrat und gleichzeitig vorkommende Bestandteile → Grubenwasserableitung und behandeltes Abwasser → oberer Fording River → Struktur der Benthos-Wirbellosen-Gemeinschaft und Kontext chronischer Toxizität	Referenz- und Expositionserwartungen; Upstream-Downstream- und Vor-/Nachbehandlungsvergleiche; 2023 Feldprogramm mit historischem Vergleich	Dies ist ein Betreiberüberwachungsbericht. Nitrat veränderte sich gleichzeitig mit Selen, Nickel, Cadmium, Sulfat, Abfluss, Habitat und Behandlung; Die Formulierung „wahrscheinlich nicht die Hauptursache“ beweist nicht das Fehlen einer Nitratwirkung und ist kein reines Nitratexperiment	Das Feldergebnis begrenzt die Übertragung kontrollierter Toxizitäts-Benchmarks auf eine Aussage über den beobachteten Populationseffekt im Fluss
CLM-059	CIC-GLOBAL-BEN-001	In einer Umfrage unter mehr als 180 Kohleaufbereitungsanlagen in den USA, die Nassreinigung nutzen, meldeten mehr als 60 % der Anlagen unter verschiedenen Bedingungen geschlossene Wasserkreisläufe; Die Eigenschaften des rohen Prozesswassers hingen maßgeblich von der jeweiligen Anreicherungstechnologie ab.	FACT; C1-C2	Routinemäßige nasse Kohleaufbereitung → Prozesswasser, Kreislaufführung und Aufbereitung und mögliche Ableitung → Prozesswasserarchitektur der Anlage statt Umweltrezeptor	mehr als 180 Anlagen; unterschiedliche Standorte und Verfahren; 1976 Technische Umfrage in den USA	Die historische Untersuchung beschreibt nicht die aktuelle Häufigkeit von Lecks und misst nicht die reagenzspezifische Konzentration in der Umgebung. Ein geschlossener Kreislauf bedeutet nicht, dass es während der Wartung bei Überlauf Fehlern oder bei der Abfallentsorgung zu keiner Freisetzung kommt	Das Fehlen eines offenen Ableitungswegs in einem geschlossenen Kreislaufdesign ist ein limitierender Beweis gegen die Annahme eines konstanten direkten Abwasserwegs, aber kein Beweis für das Fehlen von Auswirkungen

Claim ID	Source ID	Aussage	Status / Kette	Quelle und Weg	Bedingungen / Einheiten / Zeitraum	Kritische Einschränkung	Negatives oder einschränkendes Ergebnis
CLM-060	CIC-MN-BIO-001	Bei 118 Kindern im Alter von 9–12 Jahren aus drei Soums der Südgobi wurden Blut Cd, Pb und Hg, Haare Hg und Gesamtharn As gemessen; In Tsogtsetsii, wo die Tavan Tolgoi-Kohlebergwerke betrieben werden, lag der geometrische Mittelwert Pb bei 4,78 µg/dL, während in Bayandalai, abseits großer Kohlebergwerke, ein höherer Wert von 7,42 µg/dL auftrat.	NEGATIVE EVIDENCE ; C3-C4	gemischte Quellen aus Bergbau, Haushaltsbrennstoffen, Behältern, Farben und kleineren Quellen → mehrere Umwelt- und Haushaltspfade → innere Dosis von Kindern → Metallbiomarker in Blut, Haaren und Urin	Kohleabbaugebiet Tsogtsetsii im Vergleich zum Kupfer-Gold-Gebiet Khanbogd und dem Kleinbergbauggebiet Bayandalai; n=118; Querschnittsumfrage vom Juli 2017	es gab keine paarigen Proben von Luft, Boden, Wasser oder Kohlenstaub; Die Querschnittsgruppen unterschieden sich hinsichtlich der Wohnverhältnissen, Farben sowie Brennstoff- und Wasserbehältern und des Minentyps. Biomarkermuster kann Tavan Tolgoi nicht zugeordnet werden	das höchste Blut Pb gab es nicht im Kohlebergbau; Die Autoren diskutieren Batterien, wiederverwendete Container, Kohle/Biomasse und andere Minen als alternative Quellen
CLM-061	CIC-RU-DUST-002	In der Schneedecke in der Nähe des Tagebaus Kusbass betrug die Masse der Fraktionen während Abraum- und Vorbereitungsarbeiten 204 ± 18 µg/cm ² für PM _{0.1} und 401 ± 14 µg/cm ² für PM ₁₀ ; In PM ₁₀ wurden Quarz, Talk und Tonminerale nachgewiesen, und höhere PAH-Werte fielen mit der vorherrschenden östlichen Windrichtung zusammen.	FACT; C2-C3	Tagebau-Abraum und Aktivitäten vor dem Bergbau → Luftpartikel → Schneeablagerung im Winter → Mineralogie der abgelagerten Partikelmasse und PAKs	drei Richtungen und Nah-zu-Fern-Probenahme-positionen; Schneeanammlungssaison; mittlere Partikelgröße innerhalb von PM ₁₀ etwa 1 µm	Die Schneelast µg/cm ² ist nicht die Umgebungs-µg/m ³ oder die persönliche inhalierte Dosis; es gab keine monotone Abnahme der Masse mit zunehmender Entfernung; Nahe gelegene Transport- und Hilfsaktivitäten können nicht vollständig getrennt werden	Die Studie befasst sich mit der Zusammensetzung und räumlichen Übertragung des abgelagerten Staubs, nicht jedoch mit dem gesundheitlichen Endpunkt und nicht mit der individuellen Exposition
CLM-062	CIC-ID-WAT-003	Eine Feldstudie des Lati-Flusses, der Abfälle aus dem Kohlebergbau von Berau Coal empfängt, ergab pH-Werte von bis zu 3,23, TDS 2555,2 mg/L, TSS 280,3 mg/L, Mn 4,64 mg/L und Fe 10,88 mg/L zusammen mit einem Rückgang des Plankton-Diversitätsindex auf 0,965 in die am stärksten verschmutzte Kategorie und 1,745 in der gemäßigten Kategorie.	FACT; C2-C5	Einleitung von Kohlebergwerksabfällen in den Lati-Fluss → Bergbauabwasser → Flusschemie → Planktongemeinschaft → Wasserchemie und Planktonvielfalt	gezielt ausgewählte Flusstandorte und Verwässerung durch Zuflüsse; 2004 Felduntersuchung; in der Zusammenfassung angegebene Werte	Es ist nur eine Repository-Zusammenfassung ohne Taxonomie und Unsicherheit der zeitlichen Wiederholungsmessung verfügbar. pH-Wert, Feststoffe, Fe, Mn und andere Stressfaktoren variieren, sodass der Effekt nicht einer Substanz zugeordnet werden kann	Nebenflüsse verdünnten Schadstoffe und unterstützten eine teilweise Selbsterholung; Diese räumliche Erholung ist ein relevanter Gegenbeweis dagegen, alle stromabwärts gelegenen Bereiche als gleich exponiert zu behandeln

Claim ID	Source ID	Aussage	Status / Kette	Quelle und Weg	Bedingungen / Einheiten / Zeitraum	Kritische Einschränkung	Negatives oder einschränkendes Ergebnis
CLM-063	CIC-TR-AIR-001	In 2004–2006 zeigten 44 Stationen in einer 30-km-Zone um das Kohlekraftwerk Soma ein räumliches Muster von Metallen in Xanthoria parietina: Die am stärksten verschmutzten Gebiete lagen näher an der Station und entlang des vorherrschenden West-Südost-Windkorridors.	FACT; C2-C4	Atmosphärische Emissionen aus einem Kohlekraftwerk → atmosphärischer Transport und Deposition → epiphytisches Flechtengewebe → As Cd Co Cr Cu Fe Hg Ni Pb Se Th U V und Zn in Flechten	3×3-km Gitter; Entfernung, Topografie und vorherrschender Wind; 44 Stationen; Proben gesammelt 2004–2006	Flechten sind ein integrativer Biomonitor und keine menschliche Dosis oder direkte schädliche Wirkung; Ohne Quelle-Isotop- oder Massenbilanz vom Schornstein bis zum Rezeptor bleiben andere Industriequellen, Verkehr und Bodengstaub mögliche Mitwirkende	einige Cd Co Hg Ni- und Pb-Werte waren niedriger als Literaturvergleiche; Elementspezifische Muster sollten nicht zu einem generischen Metalleffekt zusammengefasst werden
CLM-064	CIC-BG-WAT-001	Im Sokolitsa-Fluss stiegen die meisten gemessenen physikalisch-chemischen Variablen, darunter Temperatur, Leitfähigkeit, Härte, Kalziumsulfat und Stickstoffnährstoffe, stromabwärts des Abflusses des Kohlekraftwerks im Vergleich zum stromaufwärts gelegenen Standort an; Gleichzeitig verschlechterten sich der Lebensraumzustand, der taxonomische Reichtum und die Häufigkeit von Phytobenthos und Makrozoobenthos.	FACT; C2-C5	Abwasser eines Braunkohlekraftwerks → Abwassereinleitung → stromabwärts → Flusschemie sowie Phytobenthos- und Makrozoobenthosgemeinschaften	stromaufwärts versus stromabwärts; historische Überwachung 2013–2022 plus Probenahme 2023–2024; mehrjährige Überwachung und zwei aktuelle Feldsaisons	viele chemische und physikalische Faktoren veränderten sich gemeinsam, darunter Temperatur, Nährstoffe, Salze, Härte, Hydromorphologie und andere Schadstoffe; Da Braunkohlebergwerke und Energieinfrastruktur nebeneinander existieren, lässt sich keine einzelne Ursache für die Belastung bestimmen	Hierbei handelt es sich um einen feldökologischen Zusammenhang mit einem starken räumlichen Vergleich, jedoch nicht um eine individuelle menschliche Exposition oder ein einzelnes chemisches Toxizitätsexperiment

Claim ID	Source ID	Aussage	Status / Kette	Quelle und Weg	Bedingungen / Einheiten / Zeitraum	Kritische Einschränkung	Negatives oder einschränkendes Ergebnis
CLM-065	CIC-GLOBAL-CH4-001	Bei Tagebaukohlebergwerken berechnen die IPCC-Inventare der unteren Ebenen Methan als Produktions- $\times$ -Emissionsfaktor, während Ebene 3 bergwerksspezifische Messungen verwendet; Daher misst die Produktionstonnage allein nicht die tatsächliche Methanfahne und erfasst keine Standort- und Zeitschwankungen.	FACT; C0-C2	Oberflächenkohlebergbau $\rightarrow$ Störung der Kohle und der umgebenden Schichten $\rightarrow$ diffuses atmosphärisches Methan $\rightarrow$ Bestandsschätzung im Vergleich zum gemessenen Fluss im Bergwerksmaßstab	Hierarchie der Stufen 1, 2 und 3; jährliche Aktivitätsdaten und methodenspezifische Emissionsfaktoren oder direkte Messungen	selbst die Stufe 3 erfordert Repräsentativität in Zeit und Raum; Bei der Inventarisierung ist keine unabhängige Beobachtung einer Schadstofffahne. Produktions- und Gasgehaltsunsicherheiten wirken sich auf die Ergebnisse aus	Der Unterschied in den Methoden bedeutet, dass die Diskrepanz zwischen Satelliten- oder Flugzeugschätzungen und einem Inventar anhand von Wind- und Aktivitätsdaten unter Berücksichtigung der zeitlichen Abdeckung analysiert werden sollte und nicht automatisch einseitig als Fehler deklariert werden sollte
CLM-066	CIC-AU-CH4-002	TROPOMI-Beobachtungen für 2018–2019 schätzten den gesamten Methanfluss von sechs australischen Tagebau- und Untertagebergwerken auf 570 ± 98 Gg/Jahr; Diese Minen lieferten etwa 7 % der nationalen Kohleproduktion, aber etwa 55 ± 10 % des gemeldeten nationalen Kohlebergbau-Methans, wobei etwa 40 % der per Satellit quantifizierten Gesamtmenge aus der Tagebauminen Hail Creek stammten.	FACT; C2-C3	sechs australische Kohlebergwerke, darunter Hail Creek $\rightarrow$ regionale Methanfahnen aus dem Weltraum beobachtet $\rightarrow$ inverse Massenbilanzschätzungen $\rightarrow$ Methanemissionsrate des Minenclusters	national gemeldetes Inventar und Minenstandorte; zwei Jahre Satellitenbeobachtungen; 570 ± 98 Gg/Jahr	Die räumliche Auflösung von TROPOMI und die Wolken- und Aerosolfilterung schränken die Minenzuordnung und zeitliche Probenahme ein; sechs ausgewählte Standorte mit extrem hohen Emissionen sind nicht repräsentativ für alle Bergwerke; Die Annualisierung hängt von der Repräsentativität des beobachteten Tages ab	Unabhängige spätere Flugzeugarbeiten in Hail Creek stützen den Befund einer großen Methanfahne, aber episodische Flugzeugraten bestätigen immer noch nicht jeden Tag der jährlichen Satellitenschätzung

Anhang B. Aussage-Kontext-Register des zweiten Rechredurchgangs

Alle 33 Aussage-Kontext-Blöcke aus dem zweiten Durchgang sind unten aufgeführt. Sie ergänzen das Register des ersten Durchgangs, statt es zu ersetzen.

Claim ID	Source ID	Standort / Fall	Materieller Weg	Gemessenes Ergebnis	Vergleich / Zeit / Maßstab	Kritische Einschränkung	Negatives oder einschränkendes Ergebnis
CIC2-CLM-001	CIC2-US-CEN-001	Centralia	Bodenerwärmung und Ablagerung von Verbrennungsprodukten → Bodenchemie und Mikrobiom	Die heißesten Böden wiesen eine geringere Diversität und eine deutlichere Verschiebung auf; Die gekühlten Bereiche näherten sich den Referenzbedingungen.	18 Standorte an zwei Fronten; Erholungsklassen über einen Zeitraum von etwa 10–20 Jahren.	Die Zeitreihe stellt keine wiederholte Beobachtung eines Bodens dar und beweist nicht die Wiederherstellung aller Funktionen.	Stabilität wurde beobachtet, aber der durchschnittliche pH-Wert der gekühlten Abschnitte blieb bei 4,4 gegenüber 5,9 für die Referenz.
CIC2-CLM-002	CIC2-US-CEN-001	Centralia	Erwärmung und Einwirkung von Gasen beziehungsweise Kondensaten → variabler NH ₄ , NO ₃ , Schwefel und pH-Wert	Ammonium und Nitrat korrelieren mit der Temperatur: R=0,50 und 0,54; Der pH-Wert der gekühlten Bereiche beträgt 4,4 gegenüber 5,9.	Kampagne 2014; oben 20 cm; Temperaturgradient und Referenz.	Die meisten anderen Indikatoren korrelierten nicht stark mit der Temperatur; Heiße Bereiche ähnelten manchmal unbeheizten.	Die Heterogenität verhindert, dass alle Böden Centralias als gleichermaßen kontaminiert beschrieben werden können.
CIC2-CLM-003	CIC2-US-CEN-002	Centralia	Sieben Jahre allgemeine Abkühlung → Veränderung der aktiven und gesamten Bakterienfraktion	Sowohl die aktive Fraktion als auch die Gesamtfraction zeigten Anzeichen von Stabilität; abgekühlte Flächen und Referenzgemeinschaften waren stabiler.	wiederholt untersuchte Flächen; 7 Jahre.	Die Widerstandsfähigkeit des Mikrobioms ist kein Beweis für geotechnische Sicherheit, Begrünung oder Schadstoffentfernung.	Inaktive Taxa verstärkten den Eindruck einer Erholung; Die aktiven und vollständigen Fraktionen dürfen nicht gemischt werden.
CIC2-CLM-004	CIC2-US-SOIL-001	Oberflächenkohlebergwerk, Wyoming	Rekonstruierter Boden unter Gräsern oder Wermut → Entwicklung mikrobieller Gemeinschaften	Der Bergbau verringerte zunächst die Biomasse und die Artenvielfalt; Viele Marker kehrten innerhalb von 5–14 Jahren auf das Ausgangsniveau zurück.	Zeitreihe weniger als 1–26 Jahre; Vergleich mit ungestörtem Boden.	Raum-für-Zeit-Vergleich und einzelne Marker beweisen nicht die Wiederherstellung eines gesamten Profils oder Ökosystems.	Die Flugbahn hing von der Vegetation ab; Die Wiederherstellung einzelner Marker bedeutet nicht die Wiederherstellung der Gemeinschaftsidentität.

Claim ID	Source ID	Standort / Fall	Materieller Weg	Gemessenes Ergebnis	Vergleich / Zeit / Maßstab	Kritische Einschränkung	Negatives oder einschränkendes Ergebnis
CIC2-CLM-005	CIC2-ES-SOIL-001	Chronosequenz der Sanierung von Braunkohlebergwerken, Spanien	mit Weizen bewachsener Boden → 0–20 Jahre Entwicklung	Die Anzahl der Mikroorganismen und die enzymatische Aktivität näherten sich der Kontrolle, die Struktur der Gemeinschaft blieb jedoch nach 20 Jahren unterschiedlich.	0, 5, 10, 15 und 20 Jahre; Kontrollboden.	Chronosequenz und Monokultur schränken den Ergebnistransfer ein.	Funktionelle Konvergenz und strukturelle Unterschiede widerlegen eine Grünbedeckung oder einen einzelnen Indikator als Beweis für eine Wiederherstellung.
CIC2-CLM-006	CIC2-DE-SOIL-001	Chronosequenz der Tagebaurekultivierung, Deutschland	Land- und forstwirtschaftliche Rekultivierung → Kohlenstoffanreicherung und mikrobielle Entwicklung	Nach 30 Jahren erreichte der Kohlenstoff in landwirtschaftlichen Gebieten 0,8 % und in bewaldeten Gebieten 1,7 %; mikrobielles C variierte.	30 Jahre; zwei Arten der Landnutzung.	Historische Arbeit; Kohlenstoff allein beweist keine Rückkehr zum ursprünglichen Profil.	Forstwirtschaftliche und landwirtschaftliche Entwicklungen zeigen, dass das Alter keinen Endzustand bestimmt.
CIC2-CLM-007	CIC2-CN-SOIL-001	Pingshuo-Mine, China	Rekonstruierter Oberboden unter verschiedenen Landnutzungstypen → Bodeneigenschaften	OC und N unter Wald und Gras folgten einem U-förmigen Pfad und wurden in etwa 20 Jahren mit ungestörtem Boden vergleichbar; andere Eigenschaften variierten.	Mehr als 200 Proben; 0–30 cm; etwa 20 Jahre.	Vergleichbare OC und N zeigen keine Wiederherstellung des Profils, der Biota, der Hydrologie und aller Nährstoffe.	Ackerland, Wald, Gras und nackte Erde bildeten keine einheitliche Alterskurve.
CIC2-CLM-008	CIC2-CN-GW-001	Abschnitt Yimin, China	Entwässerung und Sauerstoffeintrag → Oxidation und Veränderung der Hydrochemie	Die Umgebung veränderte sich hin zu oxidierenden Bicarbonat-Sulfat-Bedingungen; pH-Wert verringert, Sulfat, Fe, Härte, Ca und Mg erhöht.	Langfristige Entwicklung des Bergwerks; regionaler Grundwasserleiter.	Entwässerung, Mischung und Wasser-Gesteins-Reaktionen wirken zusammen; Eine Quelle ist nicht isoliert.	TDS, COD und Na+K nahmen gleichzeitig ab: Nicht jeder Indikator bewegte sich in die gleiche Richtung.
CIC2-CLM-009	CIC2-PL-DUMP-001	Bergehalde Starzykowice, Polen	Oxidation, Entgasung, Verkokung, Schmelzen und Verwitterung → neue Mineralphasen	Das lange Feuer veränderte die organischen und mineralischen Phasen stark, obwohl die Massenkonzentrationen vieler Elemente ähnlich blieben.	Geschichte seit Beginn des zwanzigsten Jahrhunderts; neue Aktivität in 2006; heterogene Bergehalde.	Das Ausgangsmaterial ist schlecht dokumentiert und die Erhitzungsintensitäten variierten; Eine universelle Zusammensetzung des Brandmaterials kann nicht abgeleitet werden.	Die meisten groben Spurenkonzentrationen haben sich trotz großer Phasenänderungen kaum verändert.

Claim ID	Source ID	Standort / Fall	Materieller Weg	Gemessenes Ergebnis	Vergleich / Zeit / Maßstab	Kritische Einschränkung	Negatives oder einschränkendes Ergebnis
CIC2-CLM-010	CIC2-PL-DUMP-002	Selbsterhitzende Bergehalden in Schlesien	Dampf, Kondensation und Sedimentation → Ablagerungssignaturen auf Böden und Pflanzen	Biomarker, Alkylaromaten, PAKs und Phenole aus Abfällen blieben auf Pflanzenoberflächen und im Boden erhalten.	Lokale Oberflächen und Hotspots; Feldkampagne.	Die Anwesenheit an der Oberfläche ist kein Maß für Aufnahme, Toxizität oder Populationseffekt.	Die Signaturen blieben standortspezifisch und beschreiben nicht alle Halden.
CIC2-CLM-011	CIC2-PT-DUMP-001	Fojo-Bergehalde, Portugal	Verbrennung und möglicher Abfluss/Erosion → Hg-Umverteilung	Verbranntes und unverbranntes Bergematerial hatte eine mittlere pseudo-gesamte Hg-Konzentration von 1,2 mg/kg im Vergleich zu 0,6 mg/kg Hintergrund; Mobilanteil: 16 % im Vergleich zu 8 %.	einmalige Probenahme; Halde und angrenzende Hänge.	Es gibt eine natürliche Anreicherung von Hg; Der Transport bergab wurde nicht verfolgt; Extraktion ist nicht gleichbedeutend mit Bioverfügbarkeit.	Die Verbrennung erhöhte den Brutto-Hg-Wert im Verhältnis zum unverbrannten Abfall nicht; hat den mobilen Anteil deutlicher verändert.
CIC2-CLM-012	CIC2-US-REFUSE-001	Green Valley, USA	etwa 2,7 Millionen Kubikyard Abfall → Infiltration, Sulfidverwitterung und Grundwasseraustritt	Nach dem Abbau und der Rekultivierung floss der saure Abfluss jahrzehntelang weiter.	Das Bergwerk war 1948–1963 in Betrieb; seit 2008 untersucht; Standort 159 Acres.	Die Stabilität hängt von der Geologie, dem Abfallvolumen, der Bedeckung und der Entwässerung des jeweiligen Standorts ab.	Die Abdeckung, die Vegetation und die Dolomitkanäle veränderten die Strömung und Neutralisierung, beseitigten jedoch nicht die unterirdische Quelle.
CIC2-CLM-013	CIC2-UK-WAT-001	Verlassene Minen in Schottland	Überschwemmung und Ausschwemmung von Oxidationsprodukten → Entstehung von Grubenwasseraustritten	Die stärkste Belastung trat meist in den ersten Jahrzehnten auf; Fe ging im Laufe von etwa 40 Jahren oft auf niedrigere Werte zurück, blieb aber bestehen.	32 Grubenwasseraustritte; sechs lange Zeitreihen; Jahrzehnte und mehr als ein Jahrhundert.	Schwankende Wasserstände, Geologie und die Bauweise der Mine verändern den Verlauf.	Aufgrund der Carbonatpufferung war ein durchweg sehr niedriger pH-Wert nicht typisch; Ein Rückgang ist nicht dasselbe wie ein Verschwinden.
CIC2-CLM-014	CIC2-UK-WAT-002	Einzugsgebiet des Almond River, Schottland	Zahlreiche Bergwerke und Halden → Punkt- und diffuse Entwässerung	Der historische Bergbau veränderte weiterhin Fe, Sulfat und Hauptionen; Die Summe der kleinen Quellen war auf Einzugsgebietsebene von Bedeutung.	1994–2008; mehr als 300 verlassene Minen und Bergehalden.	Kohlebergbau, Ölschiefer und städtische Quellen überschneiden sich; es handelt sich um eine aggregierte Zuschreibung, nicht um eine Objektzuschreibung.	Der Effekt variierte je nach Abfluss und Pufferung und nicht nach einer konstanten Konzentration.

Claim ID	Source ID	Standort / Fall	Materieller Weg	Gemessenes Ergebnis	Vergleich / Zeit / Maßstab	Kritische Einschränkung	Negatives oder einschränkendes Ergebnis
CIC2-CLM-015	CIC2-US-SED-001	Huff Run, USA	Fe, Al, Mn und Cu aus Entwässerung → Ausfällung, Speicherung und Austausch mit Porenwasser	Mineralformen und Porenwasser variierten entlang des Kanals; Das Sediment war ein aktives und heterogenes Kompartiment.	Juli–November 2014; Skala von Metern bis zu einem Flussabschnitt.	Die Sekundärbelastung des gesamten Einzugsgebiets bei einem Hochwasser wurde nicht berechnet.	Der pH-Wert des Oberflächenwassers lag aufgrund der Kalksteinpufferung bei etwa 6.
CIC2-CLM-016	CIC2-US-ECO-002	Pennsylvania-Gebirgsbach	alkalischer Grubenwasseraustritt mit Fe → Eisenhydroxid am Boden	Bei einem pH-Wert von 6,5–8 erreichte die Sedimentation 3 g/m ² /Tag und der Fischbestand verringerte sich von etwa 228 auf 11 kg/ha.	Gradient stromabwärts der Einleitung; Feldkampagne.	Eine historische Untersuchung eines Fließgewässers stellt nicht jeden Mechanismus dar.	Eine starke biologische Wirkung trat ohne niedrigen pH-Wert auf.
CIC2-CLM-017	CIC2-US-ECO-001	Anthrazit- und bituminöse Regionen in Pennsylvania	Grubenentwässerung → Wasserchemie, Sediment- und Bachfunktionen	Verschmutzte, behandelte und Referenzfließgewässer unterschieden sich in Produktion, Atmung, Nährstoffflüssen, Zersetzung und Gemeinschaften.	Eine vergleichende Feldstudie zweier regionaler Drillinge.	Wenige Fließgewässer; Die regionale Chemie schließt eine universelle Effektgröße aus.	Die Behandlung verbesserte einige Zustände, aber die Gemeinschaften wurden nicht mit den Referenzgemeinschaften identisch.
CIC2-CLM-018	CIC2-US-COMB-001	795 MW Kohlekraftwerk	Kohle → SCR, Elektrofilter und nasse Rauchgasentschwefelung → Gas, Asche, Gips, Wasser	Der Elektrofilter hielt 88 % As, 56 % Se, 17 % Hg und 8 % B zurück; FGD - >90 % Cl, 77 % B, 76 % Hg, 30 % Se, 5 % As; Der größte Teil des entfernten Hg und Se ging in Gips, B/Cl in Wasser über.	Gleichzeitige, umfassende Beprobung aller Stoffströme.	Prozentangaben beziehen sich auf eine Erzeugungseinheit und stellen keine Luftkonzentrationen oder -dosen dar.	Eine hohe Abscheidung aus dem Rauchgas bedeutete eher eine Übertragung in Asche, Gips oder Abwasser als eine Zerstörung.
CIC2-CLM-019	CIC2-US-COMB-002	Zwei US-Kraftwerke	Verbrennung und Partikelabscheidung → Rostasche, Economizer-Asche und Flugasche	In Anlagen ohne FGD betrugen die geschätzten Anteile in der Flugasche 48 % As, 58 % Cr, 54 % Pb, 20 % Se und 2 % Hg.	Zwei Messkampagnen an Kraftwerken.	FGD und die endgültige Platzierung waren nicht im Gleichgewicht; zwei Stationen definieren keine universelle Verteilung.	Die geringe Aufnahme von Hg und Se im Vergleich zu Cr/Pb/As zeigt unterschiedliche Schicksale der Elemente.
CIC2-CLM-020	CIC2-NL-USE-001	Straßenbauwerke, Niederlande	Asche im Untergrund → Verwitterung und Versickerung → Boden und Wasser	Feldmessungen nach etwa 10 Jahren wurden verwendet, um Laborvorhersagen zur Auslaugung zu testen.	Vier Anwendungen auf zwei Standorten; etwa 10 Jahre.	Das Mischen recycelter Materialien und Designs liefert kein einheitliches Ergebnis für Flugasche.	Die Wiederverwendung sollte anhand des Szenarios und des Feldverhaltens und nicht anhand des groben Inhalts beurteilt werden.

Claim ID	Source ID	Standort / Fall	Materieller Weg	Gemessenes Ergebnis	Vergleich / Zeit / Maßstab	Kritische Einschränkung	Negatives oder einschränkendes Ergebnis
CIC2-CLM-021	CIC2-US-USE-001	Anwendungen im Straßenbau in vier US-Bundesstaaten	Flugasche in stabilisierten Tragschichten und Böschungen → mögliche Auswaschung → Gewässerüberwachung	Die untersuchten Anwendungen zeigten keine messbare Verschlechterung der Spurenelemente im Grund- oder Oberflächenwasser.	Sieben Standorte, 18 Überwachungspunkte; mehrere Jahre, mancherorts mehr als ein Jahrzehnt.	Das Nullergebnis beschränkt sich auf die getesteten Materialien, Designs und Wege.	Der Kohleverbrennungsrückstand blieb bei einigen kontrollierten Anwendungen unter den geltenden Wassergrenzwerten.
CIC2-CLM-022	CIC2-CN-BEN-001	Kohleaufbereitung in Kailuan, China	Rohkohle → Waschen und Trennen → Konzentrat, Mittelmehl, Schlamm und Aufbereitungsrückstände	Alle 15 Elemente könnten in die Aufschlämme gelangen; die meisten wurden in den Aufbereitungsrückständen angereichert; für As betrug der maximale Anreicherungsfaktor 34,4 %.	Untersuchung von Prozessströmen.	Die Verteilung innerhalb eines Prozesses ist kein Beweis für die Freisetzung aus der Lagerung oder Exposition.	Die Reduzierung der Verunreinigungen im Produkt wurde durch deren Konzentration in einem anderen Stoffstrom erreicht.
CIC2-CLM-023	CIC2-US-BEN-001	Kohleaufbereitungsschlamm in West Virginia	Mineralische Feinstoffe, Wasser und Reagenzien → Kohleschlamm	Al, Sb, As, Fe, Pb, Mn und mehrere Ionen überschritten die ausgewählten Referenzwerte an einem oder mehreren Standorten überschritten; Die gefundene organische Substanz lag unter den Richtlinien.	177 Analyten an sechs Standorten.	Die Zusammensetzung mit erhöhten Stoffgehalten handelt es sich nicht um eine nachgewiesene Grundwasserfahne oder eine Exposition des Menschen.	Nicht alle nachgewiesenen organischen Verbindungen wiesen besorgniserregende Konzentrationen auf.
CIC2-CLM-024	CIC2-US-CEN-005	Centralia	Senkung in heißem, gebrochenem Boden → Dampf, Schwächung und Zusammenbruch	Rund 185 cm Niederschlag gingen mit neun neuen Depressionen einher; Die Zonen deckten sich mit thermischen Anomalien und Kohleflözen zusammen.	Das Ereignis 2011 wurde im Kontext der Brandhistorie des Standorts interpretiert.	Die Wasser-Wärme-Boden-Verbindung beweist nicht, dass es sich um eine kontaminierende Grundwasserfahne handelt.	Der Niederschlag senkte die Entlüftungstemperaturen und erhöhte gleichzeitig die Dampf- und Oberflächenveränderungen.
CIC2-CLM-025	CIC2-US-CEN-006	Centralia	Fortdauernder Brand → Gase und Bodeneinbrüche	Stand 2026 betrachtet das Pennsylvania DEP das Feuer weiterhin als aktiv und das Gebiet aufgrund von Gasen und plötzlich auftretenden Dolinen als äußerst gefährlich.	Offizieller Status 1962–2026.	Die offizielle Einschätzung liefert weder eine allgemeingültige aktuelle Konzentration noch ein numerisches Gesundheitsrisiko.	Die Dauer ist bestätigt, es wurde jedoch keine verlässliche primäre Grundlage für die genaue Behauptung gefunden, dass das Feuer noch 200 Jahre brennen wird.

Claim ID	Source ID	Standort / Fall	Materieller Weg	Gemessenes Ergebnis	Vergleich / Zeit / Maßstab	Kritische Einschränkung	Negatives oder einschränkendes Ergebnis
CIC2-CLM-026	CIC2-AU-SOIL-001	Hunter Valley-Standorte, Australien	Geplante Substrate und Bepflanzungen → 3–12 Jahre Entwicklungszeit	57 biotische und funktionale Indikatoren folgten unterschiedlichen Verläufen und nicht einer einzigen Rückkehr zur Referenz.	42 Rekultivierungsstandorte und 48 Referenzen in vier Minen.	Die älteren Standorte konzentrierten sich auf ein Bergwerk; Gleichheit über mehrere Jahrzehnte wurde nicht getestet.	Die große Stichprobe von Referenzstandorten verhindert, dass eine sichtbare Abdeckung mit einer vollständigen Wiederherstellung der Funktion gleichgesetzt werden kann.
CIC2-CLM-027	CIC2-AU-SOIL-002	Ehemalige Bergehalde im Bowen Basin	Bergematerial mit 0, 10 oder 20 cm aufgetragenem Boden → frühe Bodenbildung	Das Gestein und der degradierte gespeicherte Boden führten zu Lücken im mikrobiellen Kohlenstoffstoffwechsel im Vergleich zum natürlichen Boden.	10 Monate; Beobachtungen über verschiedene Jahreszeiten; 42-Hektar großes Feldgelände.	Eine kurze frühe Studie lässt weder eine endgültige Genesung noch ein dauerhaftes Versagen erkennen.	Die unterschiedliche Dicke der Deckschicht führte zu unterschiedlichen Ausgangsbedingungen und nicht zu einem „rekultivierten Boden“.
CIC2-CLM-028	CIC2-MN-MAT-001	Baganuur-Mine, Mongolei	Wasser, Sedimente, Nebengestein und Staub → Reaktionen und Auslaugung	Die meisten Gewässer erfüllten die angewandten Kriterien; ein Material hatte einen pH-Wert von 3,29–4,26 und setzte 4019,07 mg/kg Sulfat und 803,12 mg/kg Co frei; As im Staub 5,57–14,17 mg/kg.	Zwei Kampagnen 2017–2018; Standort und Entwässerungssystem.	Labortests mit fünf Materialtypen charakterisieren nicht das gesamte Bergwerk; Dosis und Erkrankungen wurden nicht gemessen.	Geeignetes Wasser und stark säurebildendes Material existierten gleichzeitig am selben Standort.
CIC2-CLM-029	CIC2-MN-SOIL-001	Baganuur, Nalaikh und Sharyn Gol	Stadtböden mit gemischten Quellen → Metallkonzentrationen	Für Cd, Cu, Pb und Zn war die Gesamtkontamination gering und die Abhängigkeit von der Minennähe war indirekt oder nicht vorhanden.	Eine Übersicht über drei Städte; räumliche Gradienten und Hintergrundwerte.	Hotspots, andere Elemente, Wasser und Staub sind nicht ausgeschlossen; Die Quellen sind gemischt.	Das Vorhandensein eines Kohlebergwerks beweist nicht die Herkunft jedes Metalls im benachbarten Boden.
CIC2-CLM-030	CIC2-ZA-WAT-001	Zeche Middelburg, Südafrika	Feuer und Bodensenkung → Infiltration von Niederschlägen → saures Wasser → Bäche und Vegetation	Mehr als die Hälfte des Niederschlags versickerte großflächig; In den Quellen trat verunreinigtes Wasser aus, die Vegetation starb auf etwa 3 Hektar ab.	1947 stillgelegt; Die Wirkung hielt während der Studie an.	Feuer, Bodensenkung und saurer Grubenabfluss wirkten zusammen; Die einzelnen Effekte können nicht jeweils einer Reaktion zugeordnet werden.	Dabei handelt es sich um eine vollständige Kette von Boden-Wasser-Oberflächen-Biota und nicht nur um die Geschichte der Luft.

Claim ID	Source ID	Standort / Fall	Materieller Weg	Gemessenes Ergebnis	Vergleich / Zeit / Maßstab	Kritische Einschränkung	Negatives oder einschränkendes Ergebnis
CIC2-CLM-031	CIC2-PL-WAT-001	Przemsza-Becken, Polen	Salzwasser aus aktiven und stillgelegten Bergwerken → Einleitung, Überschwemmung und Verdünnung	Das Volumen des abfließenden Grubenwassers war 2023 um 42 % niedriger als 1991; Die Cl+SO ₄ -Fracht verringerte sich um 534,8→480,1 Mg/Tag, aber während der Dürre stieg die Leitfähigkeit um 2000→6700 µS/cm.	1991–2023; Stoffbilanz des Einzugsgebiets.	Die Konzentration hängt von der Fracht und dem Abfluss ab; Eine Verringerung des Volumens bedeutet keine sofortige Erholung.	Bei geringerer Einleitung und niedrigem Flussabfluss traten gleichzeitig höhere Konzentrationen im Fluss auf.
CIC2-CLM-032	CIC2-UK-WAT-003	Grubenwassereinleitungen in Schottland	Wasser-Gesteins- und mikrobielle Reaktionen und -Behandlung → Gase und Metalle	Grubenwässer führten CO ₂ und CH ₄ unterschiedlicher Herkunft; Durch die Behandlung wurden Fe und As entfernt, Ni, Co und Mn jedoch nur teilweise.	16 Austritts- und Aufbereitungsstufen; Feldkampagne.	Konzentrationen und Isotopensignaturen liefern keinen vollständigen Überblick über den regionalen atmosphärischen Fluss oder die Exposition.	Die Behandlungseffizienz variierte je nach Element; Gas bildet nach der Stilllegung einen weiteren Stoffstrom.
CIC2-CLM-033	CIC2-PL-RES-001	Stauseen in der Nähe der Halden Oberschlesiens	Verwitterung, Abfluss und Wasser-Gesteins-Wechselwirkungen → stark mineralisiertes Wasser	Leitfähigkeit bis zu 21,5 mS/cm; Cl bis zu 9279 mg/l, SO ₄ bis zu 5277 mg/l, Na bis zu 4783 mg/l; Wasser wird als minderwertig eingestuft.	16 Stauseen; Kampagnen 2022–2023.	Das Risiko für flaches Grundwasser ist potenziell und wird nicht durch eine nachverfolgte Schadstofffahne belegt.	Sogar trockengelegtes oder informell genutztes Land mit Abfällen kann ohne größeren Unfall eine Quelle bleiben.

Anhang C. Vollständiges Quellenregister

Die kombinierte Registrierung enthält 127 Einträge: 90 aus dem ersten Durchgang und 37 aus dem zweiten. Bibliografische Titel bleiben in der Ausgangssprache erhalten.

CIC-US-WAT-001 · The Effects of Mountaintop Mines and Valley Fills on Aquatic Ecosystems of the Central Appalachian Coalfields			
Jahr/Land/Typ	2011; USA; offizielle Evidenzbewertung	Phase und Umweltmedium	Tagebau; Abraumentsorgung; Grubenwasserableitung; Haptionen; Leitfähigkeit; Selen; aquatische Lebensgemeinschaften
Kette	C1-C5	DOI / URL	https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_report.cfm?Lab=NCEA&dirEntryId=225743
Verifizierungsstatus	Endgültiger EPA-Bericht bestätigt	Kritische Einschränkung	Synthese eines spezifischen Bergbausystems; kein universelles Modell für alle Kohlereviere

CIC-US-WAT-002 · Downstream effects of mountaintop coal mining: comparing biological conditions using family- and genus-level macroinvertebrate bioassessment tools			
Jahr/Land/Typ	2008; USA; primäre Feldstudie	Phase und Umweltmedium	Tagebau; Talfüllungen; Ionenstärke; benthische Makrowirbellose
Kette	C3-C5	DOI / URL	https://doi.org/10.1899/08-015.1
Verifizierungsstatus	DOI und Studiendesign verifiziert	Kritische Einschränkung	Beobachtungsvergleich von 37 Bächen in West Virginia; identifiziert einen Bergbaugradienten, aber nicht den kausalen Anteil jedes einzelnen Ions
CIC-US-DUST-001 · Coal Mine Dust Exposures and Associated Health Outcomes: A Review of Information Published Since 1995			
Jahr/Land/Typ	2011; USA; offizielle Evidenzübersicht	Phase und Umweltmedium	Untertage- und Tagebau; Gewinnung; Aufbereitung; alveolengängiger Kohlengrubenstaub; kristallines Siliziumdioxid; Atemwegserkrankung
Kette	C4-C5	DOI / URL	https://cdc.gov/niosh/publications/numbered/2011-172.html
Verifizierungsstatus	NIOSH-Bericht bestätigt	Kritische Einschränkung	beruflicher Nachweis; quantifiziert nicht die Exposition umliegender Gemeinden
CIC-US-ASH-001 · Human and Ecological Risk Assessment of Coal Combustion Residuals			
Jahr/Land/Typ	2014; USA; offizielle probabilistische Risikobewertung	Phase und Umweltmedium	Restbeseitigung aus der Kohleverbrennung; Arsen; Lithium; Molybdän; Grundwasserbelastung
Kette	C1-C5	DOI / URL	https://www.epa.gov/coal-combustion-residuals/coal-ash-rule
Verifizierungsstatus	EPA-Vorschriften und Risikoschlussfolgerungen überprüft	Kritische Einschränkung	modelliertes Risiko unter Managementszenarien; kein Beweis für eine Krankheit in einer benannten Gemeinschaft
CIC-AU-CH4-001 · Insights into Elevated Methane Emissions from an Australian Open-Cut Coal Mine Using Two Independent Airborne Techniques			
Jahr/Land/Typ	2025; Australien; primäre luftgestützte Messstudie	Phase und Umweltmedium	Tagebau; Methan
Kette	C2-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.1021/acs.estlett.4c01063
Verifizierungsstatus	DOI, Methoden und Schätzungen geprüft	Kritische Einschränkung	mehrere Feldzüge an einem Bergwerk; episodische Raten können nicht automatisch als kontinuierlicher jährlicher Fluss behandelt werden

CIC-AU-CH4-002 · Methane Emissions from Superemitting Coal Mines in Australia Quantified Using TROPOMI Satellite Observations			
Jahr/Land/Typ	2021; Australien; primäre Satellitenmessstudie	Phase und Umweltmedium	Über- und Untertagebergbau; Methan
Kette	C2-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.1021/acs.est.1c03976
Verifizierungsstatus	PubMed-Metadaten und Artikel überprüft	Kritische Einschränkung	grobe Satellitenauflösung und räumliche Zuordnung; sechs Bergwerke sind nicht die gesamte nationale Industrie
CIC-AU-FIRE-001 · Characteristics of an open-cut coal mine fire pollution event			
Jahr/Land/Typ	2017; Australien; Primäre Umgebungsüberwachung und Fahnenstudie	Phase und Umweltmedium	Tagebaufeuere; PM2.5; Kohlenmonoxid; Benzol
Kette	C2-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2016.12.015
Verifizierungsstatus	DOI-Zusammenfassung und Veranstaltungsbeschreibung überprüft	Kritische Einschränkung	45-tägiges Hazelwood-Ereignis; nicht repräsentativ für den routinemäßigen Minenbetrieb
CIC-AU-FIRE-002 · Maternal exposure to fine particulate matter from a large coal mine fire...			
Jahr/Land/Typ	2019; Australien; individualisierte Expositions kohorte	Phase und Umweltmedium	Tagebaufeuere; PM2.5; Schwangerschaftsdiabetes
Kette	C3-C5	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.108956
Verifizierungsstatus	Der Datensatz aus dem ersten Durchgang wurde vollständig beibehalten	Kritische Einschränkung	positiver Zusammenhang für Schwangerschaftsdiabetes; keine Evidenz für alle Schwangerschaftsausgänge
CIC-AU-FIRE-003 · Maternal exposure to fine particulate matter from a coal mine fire and birth outcomes			
Jahr/Land/Typ	2019; Australien; individualisierte Expositions kohorte	Phase und Umweltmedium	Tagebaufeuere; PM2.5; Frühgeburt; fötales Wachstum
Kette	C3-C5	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.03.028
Verifizierungsstatus	Der Datensatz aus dem ersten Durchgang wurde vollständig beibehalten	Kritische Einschränkung	null für untersuchte Geburtsergebnisse; angeborene Anomalien wurden nicht untersucht

CIC-AU-DUST-001 · Upper Hunter Valley Particle Characterization Study			
Jahr/Land/Typ	2016; Australien; offizielle Rezeptormodellierungsstudie	Phase und Umweltmedium	Tagebau; Dieselausrüstung; regionale Umgebungsluft; PM2.5; schwarzer Kohlenstoff; Elementarprofile
Kette	C2-C3	DOI / URL	https://www.environment.nsw.gov.au/sites/default/files/upper-hunter-valley-particle-characterization-study-final-report.pdf
Verifizierungsstatus	NSW-Abschlussbericht bestätigt	Kritische Einschränkung	Die Studie fand keinen eindeutigen Fingerabdruck von flüchtigem Kohlenstaub und war nicht darauf ausgelegt, den gesamten PM10-Kohlenstaub zu quantifizieren
CIC-IN-WAT-001 · Environmental geochemistry and quality assessment of mine water of Jharia coalfield, India			
Jahr/Land/Typ	2012; Indien; primäre Feldstudie	Phase und Umweltmedium	Grubenwasser; TDS; Sulfat; Härte; Fe; Mn; Ni; Pb
Kette	C1-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.1007/s12665-011-1064-2
Verifizierungsstatus	EPA-HERO-Metadaten, Zusammenfassung und DOI geprüft	Kritische Einschränkung	92 Grubenwasserproben charakterisieren die Wasserqualität; Sie belegen weder die Aufnahme durch den Menschen noch gesundheitliche Auswirkungen
CIC-IN-WAT-002 · Assessment of potability of minewater pumped out from Jharia Coalfield, India			
Jahr/Land/Typ	2022; Indien; primäre Feldstudie	Phase und Umweltmedium	unterirdische Grubenwasserpump- und -aufbereitungsauslässe; TDS; Härte; Haptionen; Spurenmetalle
Kette	C1-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.1007/s11356-021-17918-0
Verifizierungsstatus	PubMed-Metadaten und Zusammenfassung überprüft	Kritische Einschränkung	Proben wurden an den Auslässen von Aufbereitungsanlagen gesammelt; keine Bevölkerungsexpositionsstudie
CIC-IN-AIR-001 · Spatio-temporal variation of air pollutants around the coal mining areas of Jharia Coalfield, India			
Jahr/Land/Typ	2020; Indien; primäre Feldstudie	Phase und Umweltmedium	Umgebungsluft im Kohlebergbau und in Brandgebieten; Feinstaub und gasförmige Schadstoffe
Kette	C2-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.1007/s10661-020-08324-z
Verifizierungsstatus	PubMed-Metadaten und DOI überprüft	Kritische Einschränkung	Zu den Quellmischungen gehören Feuer, Bergbau, Transport und Straßenstaub; kein Zusammenhang mit individuellen Gesundheitsergebnissen

CIC-CN-FIRE-HG-001 · Dynamic mercury emissions from coal-fire monitoring boreholes in Wuda Coalfield			
Jahr/Land/Typ	2017; China; primäre Feldstudie	Phase und Umweltmedium	unterirdische Kohlebrände; Quecksilber in Bohrlochabgasen
Kette	C2	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.coal.2017.08.013
Verifizierungsstatus	Metadaten aus dem ersten Durchgang beibehalten	Kritische Einschränkung	Sehr hohe Quellenkonzentrationen stellen keine Expositionskonzentrationen für die Bevölkerung dar
CIC-CN-FIRE-HG-002 · Mercury emission from underground coal fires in the mining goaf of the Wuda Coalfield, China			
Jahr/Land/Typ	2019; China; primäre Feldstudie	Phase und Umweltmedium	unterirdische Kohlebrände; Quecksilber in Lüftungsöffnungen und in der oberflächennahen Luft
Kette	C2-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.109409
Verifizierungsstatus	Metadaten, Titel, Autoren und DOI geprüft	Kritische Einschränkung	lokale quellennahe Messungen; keine innere Dosis oder Gesundheitsergebnis
CIC-CN-WAT-001 · Hydrochemical characteristics of abandoned coal mines derived acid mine drainage in a typical karst basin			
Jahr/Land/Typ	2024; China; primäre Feldstudie	Phase und Umweltmedium	verlassene Minen; saurer Grubenabfluss; pH-Wert; TDS; Sulfat; Eisen; Spurenelemente
Kette	C1-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e31963
Verifizierungsstatus	Open-Access-Artikelmetadaten und Zusammenfassung überprüft	Kritische Einschränkung	neun stillgelegte Minenstandorte in einem Karstbecken; Die Wirkung auf Rezeptoren wurde nicht gemessen
CIC-CN-COMB-001 · Distribution and fate of environmentally sensitive elements (arsenic, mercury, stibium and selenium) in coal-fired power plants at Huainan, Anhui, China			
Jahr/Land/Typ	2012; China; primäre Stoffbilanzstudie	Phase und Umweltmedium	Kohleverbrennung in Kraftwerken und Abgasreinigung; Verteilung von As, Hg, Sb und Se zwischen Rauchgas und festen Nebenprodukten
Kette	C1-C2	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.fuel.2011.12.052
Verifizierungsstatus	DOI und Abstract verifiziert	Kritische Einschränkung	zwei Kraftwerke; eine Verteilung ist nicht gleichbedeutend mit einer Exposition oder Wirkung außerhalb des Standorts

CIC-CN-ASH-001 · Leachability of mercury in coal fly ash from coal-fired power plants in southwest China			
Jahr/Land/Typ	2022; China; primäres Auslaugungsexperiment	Phase und Umweltmedium	Lagerung oder Wiederverwendung von Flugasche; Quecksilberauswaschung
Kette	C1-C2	DOI / URL	https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.887837
Verifizierungsstatus	Vollständiger Open-Access-Artikel verifiziert	Kritische Einschränkung	negative Evidenz zur Hg-Auswaschung unter getesteten Bedingungen; kann nicht auf andere Elemente, Aschen oder Feldbedingungen verallgemeinert werden
CIC-MN-AIR-001 · Air particulate matter pollution in Ulaanbaatar, Mongolia: determination of composition, source contributions and source locations			
Jahr/Land/Typ	2011; Mongolei; primäre Überwachungs- und Rezeptormodellierungsstudie	Phase und Umweltmedium	Kohleverbrennung in Haushalten und Kraftwerken; Stadtluft; feines und grobes PM; elementare Zusammensetzung; schwarzer Kohlenstoff
Kette	C2-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.5094/APR.2011.017
Verifizierungsstatus	Open-Access-Artikelmetadaten und Zusammenfassung überprüft	Kritische Einschränkung	Die städtische Mischung umfasst Kohle, Biomasse, Fahrzeuge, Boden und episodischen Waldbrandrauch. keine Untersuchung von Bergwerksemissionen
CIC-MN-AIR-002 · Three-year long source apportionment study of airborne particles in Ulaanbaatar using X-ray fluorescence and positive matrix factorization			
Jahr/Land/Typ	2019; Mongolei; primäre Überwachungs- und Rezeptormodellierungsstudie	Phase und Umweltmedium	Kohleverbrennung; Verkehr; Ölverbrennung; resuspendierter Boden; PM2.5 und PM2.5-10; 16 Elemente; schwarzer Kohlenstoff
Kette	C2-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.4209/aaqr.2018.09.0351
Verifizierungsstatus	Repository-Metadaten, Methoden und Schätzungen geprüft	Kritische Einschränkung	Quellprofile sind gemischt; Die PMF-Zuordnung erfolgt modellbasiert und nicht über eine individuelle Expositions-/Wirkungskette
CIC-MN-DUST-001 · Source apportionment and spatial distribution of heavy metals in atmospheric settled dust of Ulaanbaatar, Mongolia			
Jahr/Land/Typ	2021; Mongolei; primäre Feldstudie	Phase und Umweltmedium	städtische Kohleverbrennung; Verkehr; resuspendierter Boden; As; Co; Cr; Cu; Ni; Pb; Zn in abgesetztem Staub
Kette	C2-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.1007/s11356-021-13861-2
Verifizierungsstatus	PubMed-Metadaten und Zusammenfassung überprüft	Kritische Einschränkung	57 Proben von abgesetztem Staub und PCA-Zuordnung; keine atembare persönliche Exposition und nicht spezifisch für den Kohlebergbau

CIC-MN-MINE-001 · Arsenic and Heavy Metals Contamination of Soils Around Oyu Tolgoi and Tavan Tolgoi Mines			
Jahr/Land/Typ	2018; Mongolei; primäre Bodenuntersuchungsstudie	Phase und Umweltmedium	Minenrandböden; As; Cd; Cr; Pb; Mo; U; Zn; Cu; Ni
Kette	C1-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.14419/ijet.v7i2.23.11955
Verifizierungsstatus	Metadaten und Abstract verifiziert; Qualitätsgutachten steht noch aus	Kritische Einschränkung	mischt eine Kupfer-Gold-Mine mit einer Kohlemine; Perimeterkonzentrationen allein sind kein Beweis für die Exposition oder Auswirkung des Minenursprungs
CIC-MN-ROAD-001 · Dusty roads and disconnections: Perceptions of dust from unpaved mining roads in Mongolia's South Gobi province			
Jahr/Land/Typ	2015; Mongolei; qualitative Feldstudie	Phase und Umweltmedium	Kohletransportstraßen und Bergbauinfrastruktur; Straßenstaub als gemeldete Umwelt- und Lebensunterhaltsbelastung
Kette	C0	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2015.09.004
Verifizierungsstatus	Artikelmethode und Umfang überprüft	Kritische Einschränkung	Interviews und Beobachtungen dokumentieren Erfahrungen und Bedenken, messen jedoch nicht die Konzentration der Staubchemie oder die toxische Wirkung
CIC-US-ASH-002 · Eight years after the coal ash spill – Fate of trace metals in the contaminated river sediments near Kingston, eastern Tennessee			
Jahr/Land/Typ	2019; USA; primäre Feld- und Auslaugungsstudie	Phase und Umweltmedium	Versagen eines Kohleaschebeckens und Flussablagerungen; As; Se; Hg und andere Spurenelemente im Sediment
Kette	C1-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2019.03.008
Verifizierungsstatus	DOI-Abstraktmethoden und Hauptergebnisse verifiziert	Kritische Einschränkung	Die verbleibende As- und Se-Quellenzuordnung ist stark; Das weitgehend säureextrahierbare Material bedeutete nicht, dass es sofort in die Wassersäule freigesetzt werden konnte
CIC-IN-WASH-001 · An investigation of the relationship between raw coal characteristics and effluent quality of Kedla and Rajrapa Washeries, Jharkhand, India			
Jahr/Land/Typ	2005; Indien; Primäre Prozesswasserstudie	Phase und Umweltmedium	Kohleaufbereitung und Waschabwasser; Schwebstoffe; Hauptionen; Mn; Spurenelemente
Kette	C1-C2	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2005.05.006
Verifizierungsstatus	PubMed-Metadatenmethoden und Ergebnisse überprüft	Kritische Einschränkung	zwei Wäschereien über sechs Monate; As Se Hg und Cd waren in Kohle vorhanden, wurden aber im Prozesswasser nicht nachgewiesen, ein wichtiges negatives Ergebnis

CIC-CN-SOIL-001 · Soil heavy metals in a typical coal mining cluster of Northern China: Pollution, source apportionment, and eco-health risks			
Jahr/Land/Typ	2026; China; Primäre Bodenuntersuchung mit modellierter Risikobewertung	Phase und Umweltmedium	Tagebau-Cluster; Industrie- und Verkehrstätigkeit; Cd; Hg und andere Bodenmetalle
Kette	C1-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.isci.2026.116835
Verifizierungsstatus	Open-Access-Artikelmetadaten und Zusammenfassung überprüft	Kritische Einschränkung	88 Bodenproben; Das modellierte Gesundheitsrisiko ist nicht die gemessene Exposition oder Krankheit, und gemischte Industrie- und Verkehrsquellen dominieren
CIC-AU-DUST-002 · Characterization of particulate emissions from Australian open-cut coal mines: Toward improved emission estimates			
Jahr/Land/Typ	2018; Australien; primäre quellennahe und grenznahe Messstudie	Phase und Umweltmedium	Tagebauaktivitäten; TSP; PM10; PM2.5; Kohlenstoff; Kieselsäure und Mineralpartikel
Kette	C2-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.1080/10962247.2017.1415236
Verifizierungsstatus	Volltext, Methoden und Ergebnisse geprüft	Kritische Einschränkung	drei Minen und zeitlich begrenzte Probenahmen; Geologischer Staub ähnelt Minenstaub und Kohlenstoff liefert nur eine Obergrenze für den Kohleanteil
CIC-AU-DUST-003 · Open cut black coal mining: Empirical verification of PM2.5 air emission estimation techniques			
Jahr/Land/Typ	2019; Australien; primäre direkte Emissionsstudie	Phase und Umweltmedium	Transportstraßen und andere Tagebauarbeiten; PM2.5 Emissionsraten
Kette	C2	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2018.10.008
Verifizierungsstatus	DOI-Abstract verifiziert	Kritische Einschränkung	Direkte Quellenmessungen verbessern die Emissionsfaktoren, ermitteln jedoch nicht die Exposition der Gemeinschaft oder Auswirkungen auf die Gesundheit
CIC-AU-HEALTH-001 · The health of Hunter Valley communities in proximity to coal mining and power generation, general practice data, 1998–2010			
Jahr/Land/Typ	2013; Australien; vergleichende Gesundheitsaktenstudie	Phase und Umweltmedium	Kohlebergbau- und Energieerzeugungsregion; Krankheitsbilder in der Allgemeinmedizin
Kette	C0-C5	DOI / URL	https://doi.org/10.1071/NB12109
Verifizierungsstatus	PubMed-Metadaten und Zusammenfassung überprüft	Kritische Einschränkung	Nähe und regionaler Vergleich isolieren Kohlenstaub nicht von der Stromerzeugung oder anderen Störfaktoren

CIC-AU-FIRE-004 · Long-term impacts of coal mine fire-emitted PM2.5 on hospitalisation: a longitudinal analysis of the Hazelwood Health Study			
Jahr/Land/Typ	2022; Australien; Kohortenstudie mit individueller Exposition und Datenverknüpfung	Phase und Umweltmedium	Tagebaufire; PM2.5; Atemwegs- und andere Krankenhausaufenthalte
Kette	C3-C5	DOI / URL	https://doi.org/10.1093/ije/dyab249
Verifizierungsstatus	Vollständige PubMed-Zusammenfassung und Wirkungsschätzungen verifiziert	Kritische Einschränkung	Positive Atemwegsassoziationen und explizite Nullergebnisse gelten für ein sechswöchiges Brandereignis, nicht für routinemäßigen Bergbau
CIC-CA-SE-001 · Evidence of long-range transport of selenium downstream of coal mining operations in the Elk River Valley, Canada			
Jahr/Land/Typ	2024; Kanada; primäre Langzeitüberwachung und Quellenzuordnungsstudie	Phase und Umweltmedium	Tagebau von Kohle und Abraumgestein; Selen im Flusswasser und in den Frachten
Kette	C2-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.1021/acs.estlett.4c00222
Verifizierungsstatus	USGS-Metadatenzusammenfassung und DOI-verifiziert	Kritische Einschränkung	unterstützt den Transport über mehr als 575 Flusskilometer und Risiken für Gewässer; misst selbst nicht die biologische Wirkung
CIC-CA-SE-002 · Regional scale selenium loading associated with surface coal mining, Elk Valley, British Columbia, Canada			
Jahr/Land/Typ	2015; Kanada; Primärüberwachung und Wassereinzugsgebietsmodellstudie	Phase und Umweltmedium	Tagebau und Abraumhalden; Selenfracht
Kette	C1-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.06.040
Verifizierungsstatus	PubMed-Metadaten und DOI überprüft	Kritische Einschränkung	SPARROW-Quellenmodell und Wassereinzugsgebietsassoziationen; Biologische Wirkungen erfordern eine verknüpfte Evidenzkette
CIC-ZA-WAT-001 · Contamination of the water supply to the town of Carolina, Mpumalanga, January 2012			
Jahr/Land/Typ	2013; Südafrika; primäre Ereignisuntersuchung	Phase und Umweltmedium	Sickerwasser aus dem Kohlebergbau; Abfluss von Kohleumschlagplätzen; Hochwasserabfluss; pH-Wert; Fe; Al; Mn; Sulfat
Kette	C1-C4	DOI / URL	https://doi.org/10.1590/sajs.2013/20120112
Verifizierungsstatus	Vollständige Zusammenfassung des Herausgebers und Open-Access-Artikel geprüft	Kritische Einschränkung	Der Ereignisweg ist weitgehend rekonstruiert, individuelle Dosis und klinische Wirkungen wurden jedoch nicht gemessen

CIC-PL-WAT-001 · The influence of waters from hard-coal mines on the hydrochemical relations of Upper Silesian Coal Basin rivers			
Jahr/Land/Typ	1997; Polen; Regionale Monitoring-Synthese	Phase und Umweltmedium	Untertageableitung von Steinkohlegrubenwasser; Chlorid; Sulfat; Salzgehalt; Radium
Kette	C1-C3	DOI / URL	https://www.geographiapolonica.pl/article/item/7880.html
Verifizierungsstatus	Zeitschriftenmetadaten, Zusammenfassung und Volltextlink geprüft	Kritische Einschränkung	Historische 1994-Lastschätzungen erfordern eine separate aktuelle Serie; Ökologische und menschliche Auswirkungen werden in dieser Arbeit nicht erfasst
CIC-PL-WAT-002 · The effect of saline mine waters discharge from hard coal mine on the ecological state of the Vistula River			
Jahr/Land/Typ	2014; Polen; primäre Feldstudie	Phase und Umweltmedium	Ableitung von Steinkohlegrubenwasser; Salzgehalt und physikalisch-chemische Wassereigenschaften
Kette	C2-C5	DOI / URL	https://doi.org/10.1515/ahr-2014-0011
Verifizierungsstatus	Methodenumfang im PDF und DOI geprüft	Kritische Einschränkung	ein Kilometer langer Flussabschnitt, beprobt in den Jahren 2011–2012; eingeschränkte räumliche und zeitliche Generalisierbarkeit
CIC-ID-AMD-001 · The Forming of Acid Mine Drainage Based on Characteristics of Coal Mining, East Kalimantan, Indonesia			
Jahr/Land/Typ	2023; Indonesien; primäre Studie zur Kohle- und geochemischen Charakterisierung	Phase und Umweltmedium	freiliegende Kohle; Lagerbestände; potenzielle Säurebildung; Schwefel- und Säurebildungspotenzial
Kette	C1-C2	DOI / URL	https://doi.org/10.12911/22998993/162551
Verifizierungsstatus	Metadaten, Methoden des Open-Access-Artikels und DOI geprüft	Kritische Einschränkung	15 Kohleproben charakterisieren das Potenzial, nicht aber tatsächlich gemessenen Abfluss außerhalb des Standorts, Exposition oder Wirkung

CIC-US-FIRE-001 · Centralia Mine Fire Mercury Study			
Jahr/Land/Typ	2008; USA; offizieller primärer Überwachungsbericht	Phase und Umweltmedium	Brand in einem unterirdischen Kohlebergwerk; Hg; CO; SO2; H2S; TSP; Metalle in der Umgebungsluft
Kette	C2-C3	DOI / URL	https://www.pa.gov/content/dam/copapwp-pagov/en/dep/documents/business/land/mining/abandonedminereclamation/amlprograminformation/centralia/documents/centraliagasmercurystudy.pdf
Verifizierungsstatus	Vollständiges PDF aus dem ersten Durchgang und Tabellen geprüft	Kritische Einschränkung	Die Überwachung 2006–2007 wurden durchschnittliche Konzentrationen im Bereich des Hintergrunds oder unterhalb der damals geltenden Standards festgestellt. keine individuellen gesundheitlichen Endpunkte
CIC-RU-AIR-001 · Kuzbass state environmental report 2011			
Jahr/Land/Typ	2012; Russland / Kusbass; offizieller regionaler Überwachungsbericht	Phase und Umweltmedium	regionaler Kohlebergbau und industrielle Umgebungsluft; Stadtüberwachungsüberschreitungen und Schadstoffbeobachtungen
Kette	C3	DOI / URL	https://kuzbasseco.ru/wp-content/uploads/2025/03/doklad_ecolog_2011_final.pdf
Verifizierungsstatus	Vollständiges PDF aus dem ersten Durchgang und Tabelle geprüft	Kritische Einschränkung	Die Überwachung auf Stadtebene kann eine gemessene Konzentration nicht einem benannten Minenbrand oder einer individuellen Schwangerschaftsexposition zuordnen
CIC-RU-EPID-001 · Gulyaeva et al.: anthropogenic load, genes and congenital malformations			
Jahr/Land/Typ	2021; Russland / Kusbass; Regionale Screening-Studie	Phase und Umweltmedium	Bevölkerung der Industrieregion; zusammengesetzte anthropogene Belastung und Prävalenz angeborener Fehlbildungen
Kette	C0-C5	DOI / URL	https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-7-658-662
Verifizierungsstatus	Publikation und Tabelle aus dem ersten Durchgang geprüft	Kritische Einschränkung	ökologischer Gradient auf Stadtebene; identifiziert keine kohlespezifische chemische Quelle-Weg-Dosis-Kette

CIC-RU-EPID-002 · Gulyaeva et al.: CYP/GSTM polymorphisms and congenital malformations			
Jahr/Land/Typ	2018; Russland / Kusbass; Fall-Kontroll-Studie	Phase und Umweltmedium	klinische Bevölkerung in der Industrieregion; genetische Anfälligkeitsmarker und angeborene Fehlbildungen
Kette	C4-C5	DOI / URL	https://doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-7-585-590
Verifizierungsstatus	Publikation aus dem ersten Durchgang geprüft	Kritische Einschränkung	Klinische Evidenz aus Fall-Kontroll-Studien rekonstruieren die gebietsbezogene Exposition gegenüber kohlebezogenen Schadstoffen nicht
CIC-US-ASH-003 · Evidence for Coal Ash Ponds Leaking in the Southeastern United States			
Jahr/Land/Typ	2016; USA; Primäre hydrogeochemische und Isotopenstudie an mehreren Standorten	Phase und Umweltmedium	Lagerung von Kohleasche; B; Sr; Sulfat; Ca; Mn; Fe; Se; As; Mo; V im Grundwasser und Oberflächenwasser
Kette	C1-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.1021/acs.est.6b01727
Verifizierungsstatus	Zusammenfassung des Herausgebers, Methoden, numerische Ergebnisse und DOI geprüft	Kritische Einschränkung	24 betroffene Oberflächenwasserproben und 165 Überwachungsbrunnen an ausgewählten Standorten; Der Nachweis einer Leckage allein beweist nicht, dass Menschen Stoffe aufgenommen haben oder erkrankt sind
CIC-US-ASH-004 · Selenium bioaccumulation in fish exposed to coal ash at the Tennessee Valley Authority Kingston spill site			
Jahr/Land/Typ	2014; USA; primäre Feldstudie zur Bioakkumulation	Phase und Umweltmedium	verschüttete Kohleasche und Restasche; Selen in ganzen Fischen und Filets
Kette	C2-C5	DOI / URL	https://doi.org/10.1002/etc.2673
Verifizierungsstatus	ORNL-Metadaten, Zusammenfassung der Ergebnisse und DOI geprüft	Kritische Einschränkung	Der Selengehalt von Fischen war im Vergleich zu Referenzstandorten erhöht, lag jedoch unter den angenommenen Risikoschwellen und stieg über fünf Jahre nicht an
CIC-US-ASH-005 · Examination of mercury contamination from a recent coal ash spill into the Dan River			
Jahr/Land/Typ	2021; USA; Primärsediment- und Biota-Studie	Phase und Umweltmedium	Kohleascheunfall; Quecksilber in Sedimenten, wirbellosen Wassertieren und Fischen
Kette	C2-C5	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.111469
Verifizierungsstatus	Open-Access-Artikelzusammenfassung und DOI-verifiziert	Kritische Einschränkung	negative Evidenz: kein longitudinaler oder zeitlicher Hg-Anstieg in der Biota innerhalb der ersten drei Jahre; es kann vergrabene Asche zurückbleiben

CIC-IN-WAT-003 · Impact of coal mining activities on the water quality: A case study of Jharia Coalfield, Dhanbad, India			
Jahr/Land/Typ	2026; Indien; primäre hydrogeochemische Feldstudie mit modelliertem Gesundheitsrisiko	Phase und Umweltmedium	aktive Bergwerke; Kohleaufbereitungsanlagen; Abraumhalden; Fluss; TDS; Härte; BSB; Al; Cd; Cr; Ni und Hauptionen
Kette	C1-C4	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.envres.2026.123951
Verifizierungsstatus	Vollständige Zusammenfassung des Herausgebers, Untersuchungsstandorte und DOI geprüft	Kritische Einschränkung	15 Standorte und Quellenzuordnung durch Diagramme/Korrelationen; Das modellierte Gesundheitsrisiko ist weder eine gemessene Dosis noch eine beobachtete Erkrankung; die Beiträge von Kohleaufbereitung und saurem Grubenabfluss bleiben unvollständig getrennt
CIC-IN-WASH-002 · Heavy metal pollution due to coal washery effluent and its decontamination using a macrofungus Pleurotus ostreatus			
Jahr/Land/Typ	2017; Indien; primäre Abwasseranalyse und Laborversuch zur Sanierung	Phase und Umweltmedium	Abwasser aus der Kohleaufbereitung; suspendierte Partikel; Mn; Zn; Ni; Cu; Co; Cr; Fe; Pb
Kette	C1-C2	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2017.07.001
Verifizierungsstatus	EPA-HERO-Metadaten, vollständige Zusammenfassung, numerische Abscheideergebnisse und DOI geprüft	Kritische Einschränkung	Abwasser aus einer Dhanbad-Waschanlage und Endpunkten eines Laborversuchs mit Pilzen; Der vorhergesagte Wasserschaden ist keine Feldeffektstudie
CIC-MN-COMB-001 · Emission Characteristics of Particulate Matter, Volatile Organic Compounds, and Trace Elements from the Combustion of Coals in Mongolia			
Jahr/Land/Typ	2018; Mongolei; Kontrolliertes Verbrennungsexperiment	Phase und Umweltmedium	häusliche Kohleverbrennung; PM10; Submikron-PM; VOCs; Metalle; Anionen
Kette	C1-C2	DOI / URL	https://doi.org/10.3390/ijerph15081706
Verifizierungsstatus	Volltext, Metadaten, Versuchsaufbau, Emissionsfaktoren und DOI geprüft	Kritische Einschränkung	drei Kohlen verbrannten bei festem Wärmefluss in einem Kalorimeter; Bei den Emissionsfaktoren handelt es sich um eine Quellencharakterisierung, nicht um die tatsächliche Exposition der Haushalte

CIC-MN-SOILWAT-001 · Ecological state of soils and waters in the mining areas of South Gobi province of Mongolia			
Jahr/Land/Typ	2026; Mongolei; primäre landschaftsgeochemische Feldstudie	Phase und Umweltmedium	Kohle- und Kupferbergbaulandschaften; nahegelegene Bauernhöfe; Na; F; Mg; Chlorid; Sulfat; Ni; Cu; Zn; As in Brunnen, Bohrlöchern und Böden
Kette	C1-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.19047/0136-1694-2026-127-160-188
Verifizierungsstatus	Zeitschriftenzitat, Zusammenfassung und DOI geprüft	Kritische Einschränkung	Studie kombiniert Tavan-Tolgoi-Kohle- und Oyu-Tolgoi-Kupferlandschaften; Lokale Überschreitungen sind nicht automatisch allein auf den Kohlebergbau zurückzuführen
CIC-MN-DUST-002 · Monitoring Aeolian Erosion from Surface Coal Mines in the Mongolian Gobi Using InSAR Time Series Analysis			
Jahr/Land/Typ	2024; Mongolei; Fernerkundungs- und Trajektorienstudie	Phase und Umweltmedium	Tagebau und Kohlelager; Winderosion und räumliches Muster des Kohlenstaubtransports
Kette	C2-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.3390/rs16214111
Verifizierungsstatus	Volltext frei zugänglich; Methoden und Umfang geprüft	Kritische Einschränkung	Erkennt Oberflächenveränderungen und den modellierten Transport-Fußabdruck, misst jedoch nicht chemisch die Konzentration in der Luft, die persönliche Belastung oder gesundheitliche Auswirkungen
CIC-RU-WAT-001 · Sulfate reduction in the underground horizons of a flooded coal mine in Kuzbass			
Jahr/Land/Typ	2020; Russland / Kusbass; primäre hydrochemische und mikrobiologische Langzeitstudie	Phase und Umweltmedium	überflutetes Kohlebergwerk Severnaya und Austrittsbrunnen; H2S; Sulfatreduktion; schwefeloxidierende mikrobielle Gemeinschaft
Kette	C1-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.31857/S0026365620050183
Verifizierungsstatus	Vollständiger russischer Artikel, Methoden, Messungen und DOI geprüft	Kritische Einschränkung	ein überflutetes Minensystem; Der Schwefelfluss am Austrittsbrunnen gibt keinen Aufschluss über die Exposition der stromabwärts gelegenen Bevölkerung oder über die regionale Repräsentativität

CIC-CA-SE-003 · Reproductive success early life stage development and survival of westslope cutthroat trout exposed to elevated selenium in an area of active coal mining			
Jahr/Land/Typ	2008; Kanada; Primäre Feldexpositions- und Laboraufzuchteffektstudie	Phase und Umweltmedium	Tagebau von Kohle und selenhaltige Entwässerung; Selen in Forelleneiern; Befruchtung; Sterblichkeit frisch geschlüpfter Jungfische; Lebensfähigkeit der Jungfische
Kette	C2-C5	DOI / URL	https://doi.org/10.1021/es072034d
Verifizierungsstatus	PubMed-Zusammenfassung, Studiendesign, numerische Gewebekonzentrationen, Ergebnisse und DOI geprüft	Kritische Einschränkung	Die Eier stammten von Fischen aus 12 exponierten Standorten und 16 Referenzstandorten und wurden im Labor aufgezogen; Schwellenwerte sind arten- und studienspezifisch und quantifizieren nicht allein den Bevölkerungsrückgang
CIC-CA-SE-004 · Bioaccumulation and effects of selenium from surface coal mining in an aquatic songbird			
Jahr/Land/Typ	2022; Kanada; primäre medienübergreifende Feldexposition und reproduktive Endpunktstudie	Phase und Umweltmedium	Oberflächenkohlebergbau und nachgelagertes Nahrungsnetz; Selen im Wasser, Periphyton, Wirbellose, Wasserramsel, Blut, Eier und Federn; Gelegegröße; Bruterfolg
Kette	C2-C5	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.112702
Verifizierungsstatus	PubMed-Zusammenfassung, untersuchte Medien, Endpunkte, negatives Ergebnis und DOI geprüft	Kritische Einschränkung	Die beprobten Standorte und Endpunkte zeigten zum Zeitpunkt der Studie eine Exposition, jedoch keine signifikante Beeinträchtigung des Schlupferfolgs oder der Gelegegröße. Dies schließt andere Artenendpunkte oder zukünftige Auswirkungen nicht aus
CIC-CN-BIO-001 · Potentially toxic metals and the risk to children's health in a coal mining city: An investigation of soil and dust levels bioaccessibility and blood lead levels			
Jahr/Land/Typ	2020; China; Primäre Studie zur Biozugänglichkeit von städtischem Bodengraß und zum Biomonitoring von Kindern	Phase und Umweltmedium	Kohlebergbaustadt mit Bergbau, Verbrennung, Verkehr und anderen städtischen Quellen; As; Co; Cr; Cu; Mn; Ni; Pb; Sr.; Zn; Ca; Fe; Mg im Boden und Straßenstaub; Blutblei
Kette	C3-C4	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105788
Verifizierungsstatus	Vollständige PubMed-Zusammenfassung, Stichprobengröße, altersgeschichtete Blutbleiergebnisse und DOI geprüft	Kritische Einschränkung	229 Kinder liefern einen internen Dosismarker, aber die städtische Mischung und das Querschnittsdesign lassen nicht zu, dass die Blutspuren jedes Kindes speziell dem Kohlebergbau zugeordnet werden oder eine gesundheitliche Auswirkung nachgewiesen werden

CIC-CN-OCC-001 · A prospective cohort study among new Chinese coal miners: the early pattern of lung function change			
Jahr/Land/Typ	2005; China; prospektive Berufskohorte mit wiederholter Staubmessung und Spirometrie	Phase und Umweltmedium	Untertagekohleabbau; Gesamt- und alveolengängiger Grubenstaub; longitudinaler FEV1-Verlauf
Kette	C4-C5	DOI / URL	https://doi.org/10.1136/oem.2005.020271
Verifizierungsstatus	PubMed- und Open-Access-Zusammenfassung, Kohortengröße, Follow-up-Design und DOI geprüft	Kritische Einschränkung	Stationäre statt personenbezogener Staubmessung und die frühe nichtlineare FEV1-Trajektorie erschweren die Interpretation der Dosis-Wirkungs-Beziehung. Rauchen modifizierte den Rückgang
CIC-MN-EPID-001 · Coal burning-derived SO2 and traffic-derived NO2 are associated with persistent cough and current wheezing symptoms among schoolchildren in Ulaanbaatar Mongolia			
Jahr/Land/Typ	2019; Mongolei; Querschnittsstudie zur Exposition und Symptomatik von Schulkindern	Phase und Umweltmedium	Kohleverbrennung in städtischen Haushalten und Verkehr in einem Becken; im Freien SO2 und NO2; anhaltender Husten; aktuelles Keuchen
Kette	C3-C5	DOI / URL	https://doi.org/10.1186/s12199-019-0817-5
Verifizierungsstatus	Volltext frei zugänglich; Studiendesign, Stichprobengröße, Effektschätzungen und DOI geprüft	Kritische Einschränkung	Außenmessungen auf Gebietsebene und Fragebogensymptome geben keine Auskunft über die persönliche Chemikaliendosis; Kohleverkehr, Haushaltsheizung und Bezirksmerkmale existieren nebeneinander
CIC-US-WAT-003 · Effects of Abandoned Coal-Mine Drainage on Streamflow and Water Quality in the Mahanoy Creek Basin Pennsylvania 2001			
Jahr/Land/Typ	2004; USA; offizielle Felduntersuchung des primären Wassereinzugsgebiets	Phase und Umweltmedium	verlassene Anthrazitminen und Minentunnelentwässerung; Säure; Sulfat; aufgelöst Fe; Al; Mn; Fracht im Fließgewässer
Kette	C1-C3	DOI / URL	https://pubs.usgs.gov/sir/2004/5291/
Verifizierungsstatus	USGS-Berichtsseite, Zusammenfassung, Messungen an M19/S15 und Durchflussdaten geprüft	Kritische Einschränkung	Der Centralia Mine Tunnel entwässert ein vermintes Wassereinzugsgebiet, die Studie trennt jedoch nicht die durch den historischen Bergbau verursachte Chemie von den zusätzlichen Auswirkungen des unterirdischen Feuers; keine individuelle menschliche Dosis

CIC-DE-WAT-001 · Geochemical signatures of lignite mining products in sediments downstream a fluvial-lacustrine system			
Jahr/Land/Typ	2021; Deutschland; primärer 190-km-Feldtransekt von Flusssedimenten	Phase und Umweltmedium	Braunkohletagebau; Pyritverwitterung; Grundwasseranstieg nach dem Bergbau; Fe; Sulfat; Schwefel; Ni; Co; Al im Spreesystem
Kette	C2-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143942
Verifizierungsstatus	Zusammenfassung des Herausgebers, EPA-HERO-Metadaten, untersuchte Distanz, Ergebnisse und DOI geprüft	Kritische Einschränkung	Sedimentsignaturen zeichnen Bergbauprodukte nach, messen jedoch nicht die Trinkwasseraufnahme oder die Gesundheit; urbanes Zn Cr Pb Cu dominiert die endgültige Berliner Signatur
CIC-DE-ECO-001 · Effects of mining activities on fish communities and food web dynamics in a lowland river			
Jahr/Land/Typ	2024; Deutschland; Feldstudie zum primären Flussnahrungsnetz und zur Fischgemeinschaft	Phase und Umweltmedium	Eisenfracht aus der Braunkohleförderung in der Spree und Stauseerückhaltung; Eisenflockung; benthische Wirbellose; Fischreichtum, Biomasse und Ernährung
Kette	C3-C5	DOI / URL	https://doi.org/10.1002/ece3.11111
Verifizierungsstatus	Volltext, Feldvergleiche, numerische Endpunktgrenzen und DOI geprüft	Kritische Einschränkung	drei stromaufwärts und drei stromabwärts gelegene Standorte wurden zu einem Probenahmezeitpunkt beprobt; Staudamm- und Wassertemperaturunterschiede verhindern, dass jeder biologische Unterschied allein auf Eisen zurückzuführen ist
CIC-AU-BLAST-001 · Emissions from Blasting in Open Cut Coal Mining			
Jahr/Land/Typ	2013; Australien; von der Industrie finanziertes primäres Messprogramm an der Standortgrenze	Phase und Umweltmedium	Tagebaubohrungen und Sprengungen mit Ammoniumnitrat-Sprengstoffen; NO ₂ ; Explosionsdämpfe; Kohlenwasserstoffe; Diesel und regionale NO ₂ -Quellen
Kette	C2-C3	DOI / URL	https://www.acarp.com.au/abstracts.aspx?repId=C18034
Verifizierungsstatus	ACARP-Projektzusammenfassung, Überwachungszeitraum, Methoden und Schlussfolgerung zur Quellenzuordnung geprüft	Kritische Einschränkung	Der vollständige numerische Bericht ist zugriffsbeschränkt. Eine von der Industrie finanzierte Studie fand mehrere NO ₂ -Quellen und konnte weder die Gemeinschaftsdosis noch die Auswirkungen auf die Gesundheit ermitteln

CIC-AU-TRAN-001 · Western–Metropolitan Rail Systems Coal Dust Monitoring Program			
Jahr/Land/Typ	2013; Australien; Von der Regierung durchgeführte Überwachung des Korridors vor/nach der Eindämmung	Phase und Umweltmedium	Schienentransport von Kohle zum Hafen von Brisbane; PM; Zusammensetzung des abgelagerten Staubes; Kohlepartikel; resuspendierter Mineral- und Stadtstaub
Kette	C2-C3	DOI / URL	https://www.qld.gov.au/environment/management/monitoring/air/air-programs/management/monitoring
Verifizierungsstatus	Zusammenfassende Programmberichte und Peer-Review-Erklärung der Regierung von Queensland überprüft	Kritische Einschränkung	spezifischer südlicher Queensland-Korridor und Überwachungszeiträume; Die Einhaltung der Vorschriften und der Quellenmix belegen nicht, dass es auf allen Kohletransportrouten zu keiner kurzzeitigen Exposition kommt
CIC-US-STOR-001 · Effects of coal pile runoff on stream quality and macroinvertebrate communities			
Jahr/Land/Typ	1985; USA; Primärabflussstrom und Makrobenthos-Feldstudie	Phase und Umweltmedium	Kohlelagerhaufen; saurer Abfluss; Mn; Al; Zn; Fe; Sulfat; Bachmakrowirbellose
Kette	C1-C5	DOI / URL	https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.1985.tb00155.x
Verifizierungsstatus	Zeitschriftenzusammenfassung, Probenahmedesign, Chemie, ökologische Schlussfolgerung und DOI geprüft	Kritische Einschränkung	zwei Lagerbereiche in Maryland, beprobt in 1982–1983; Periodische Dürre und organische Einträge prägten auch die Gemeinschaft der Wirbellosen und verhindern eine Interpretation als einzelner Stressor
CIC-US-BEN-001 · Acute Health Effects After the Elk River Chemical Spill West Virginia January 2014			
Jahr/Land/Typ	2017; USA; deskriptive Untersuchung mit mehreren Datenquellen im Bereich der öffentlichen Gesundheit	Phase und Umweltmedium	Lagerung und unbeabsichtigte Freisetzung von Chemikalien zur Kohleaufbereitung in kommunale Wasserquellen; rohes MCHM; PPH; aufbereitetes Trinkwasser; akut gemeldete Symptome
Kette	C2-C5	DOI / URL	https://doi.org/10.1177/0033354917691257
Verifizierungsstatus	Volltext, Verschüttungsmenge, Wasserkonzentrationen, Fallprüfung, Befragung, Schätzungen, Einschränkungen und DOI geprüft	Kritische Einschränkung	drei deskriptive Datensätze quantifizierten weder die individuelle Dosis noch stellten sie einen ursächlichen Zusammenhang her; Geruchswahrnehmung, Rückruf, Medienaufmerksamkeit und heterogene Falldefinitionen könnten sich auf die Symptombereichterstattung auswirken

CIC-US-BEN-002 · National Toxicology Program research program on chemicals spilled into the Elk River in West Virginia			
Jahr/Land/Typ	2016; USA; offizielle Synthese des Multi-Assay-Toxikologieprogramms	Phase und Umweltmedium	Toxikologische Nachverfolgung von Chemikalienaustritten bei der Kohleaufbereitung; MCHM und kleinere Mischungsbestandteile; Entwicklungs-, dermale, respiratorische, zelluläre und Modellorganismen-Endpunkte
Kette	C0-C5	DOI / URL	https://ntp.niehs.nih.gov/research/topics/wvspill
Verifizierungsstatus	NTP-Abschlussprogrammseite, gemeinsame Schlussfolgerung, chemisches Inventar und Studienlinks überprüft	Kritische Einschränkung	Die experimentelle Toxikologie und die Bewertung auf Screening-Ebene rekonstruieren nicht die individuelle menschliche Dosis während der Verschüttung und entkräften auch nicht die in der deskriptiven Überwachung gemeldeten milden Symptome
CIC-CA-N-001 · Nitrate release from waste rock dumps in the Elk Valley British Columbia Canada			
Jahr/Land/Typ	2017; Kanada; primäre chemische und stabile Isotopenfelduntersuchung	Phase und Umweltmedium	Tagebau von Kohle; Sprengen; Ablagerung von Bergematerial; Nitrat aus Sprengstoffrückständen; ungesättigte Bergehalde; Haldenabflusswasser
Kette	C1-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.05.253
Verifizierungsstatus	Zusammenfassung des Herausgebers, PubMed-Datensatz, Felddesign, Isotopenzuordnung und DOI-Verifizierung	Kritische Einschränkung	identifiziert Quelle und Freisetzungsweg, misst jedoch nicht die nachgelagerte menschliche Dosis oder einen ökologischen Effekt; haldenspezifisches Auswaschverhalten sollte nicht verallgemeinert werden
CIC-US-N-001 · Excess Nitrate Export in Mountaintop Removal Coal Mining Watersheds			
Jahr/Land/Typ	2019; USA; primäre mehrskalige Wassereinzugsgebietsüberwachung und Isotopenstudie	Phase und Umweltmedium	Mountaintop-Removal-Bergbau; Kohlebergbau; Sprengen; Talfüllungen; Rekultivierung; Nitrat-Export; Sprengstoffrückstände; Dünger; aus Gestein gewonnener Stickstoff; veränderter Stickstoffkreislauf
Kette	C2-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.1029/2019JG005174
Verifizierungsstatus	Volltext, Methoden, Ergebnisse, numerische Frachten, Isotopeninterpretation, Einschränkungen und DOI geprüft	Kritische Einschränkung	bergbaubedingtes Nitrat ist nachgewiesen, Isotopensignaturen identifizierten jedoch Sprengstoffe oder Düngemittel nicht eindeutig; Der anhaltende Export nach dem Bergbau kann nicht allein den Sprengstoffrückständen zugeordnet werden

CIC-CA-N-002 · The Effects of Explosives Use on Water Quality at Fording Coal Limited			
Jahr/Land/Typ	1983; Kanada; offizielle einjährige Feldstudie zur Wasserqualität von Kohlebergwerken	Phase und Umweltmedium	Tagebau von Kohle; Ammoniumnitrat-Sprengstoffe; Grubenwasserableitung; Stickstoffarten in der Grubenwasserableitung und im Fording River; Bedenken hinsichtlich des Algenwachstums
Kette	C1-C3	DOI / URL	https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/air-land-water/water/waterquality/monitoring-water-quality/wq_bc_mining_explosives_wq.pdf
Verifizierungsstatus	Offizieller Bericht aus British Columbia; Identität, Untersuchungszeitraum, Objekt und angegebener Zweck geprüft	Kritische Einschränkung	historischer Bericht; Numerische Tabellen und Effektinterpretationen erfordern eine direkte Extraktion auf Tabellenebene, bevor sie in einer quantitativen Aussage verwendet werden können
CIC-US-BEN-003 · Investigation of MCHM transport mechanisms and fate: implications for coal beneficiation			
Jahr/Land/Typ	2015; USA; Laborstudie zum Stoffverbleib mit Batch- und Säulenversuchen	Phase und Umweltmedium	routinemäßige Feinkohlenaufbereitung; MCHM Verflüchtigung; Sorption an Kohle und Aufbereitungsrückstände; Auswaschung und Desorption
Kette	C1-C2	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2015.01.054
Verifizierungsstatus	PubMed-Eintrag, Zusammenfassung, Versuchsabläufe, Schlussfolgerung und DOI geprüft	Kritische Einschränkung	Laborexperimente zum Verbleib unterstützen die Rückhaltung unter untersuchten Bedingungen, untersuchen jedoch nicht alle in Betrieb befindlichen Anlagen, Unfallpfade, Rückstandsbecken oder langfristige Freisetzen im Feld
CIC-CN-BEN-001 · Distribution and Migration of Trace Elements during Flotation in Ge-Rich Low-Rank Coal from Wulantuga Coal Mine Inner Mongolia China			
Jahr/Land/Typ	2022; China; Laborversuch zur Flotation und Freisetzung aus bergwerksspezifischer Kohle	Phase und Umweltmedium	Kohleaufbereitung und Flotation; Verschlämmung; Verteilung von Spurenelementen auf gereinigte Kohle, Rückstände und Prozesswasser
Kette	C1-C2	DOI / URL	https://doi.org/10.1021/acsomega.1c05487
Verifizierungsstatus	Volltext, Tabellen zum Versuchsaufbau, elementspezifische Freisetzungswerte, Einschränkungen und DOI geprüft	Kritische Einschränkung	Die Freisetzung im Labormaßstab in das Wasser der Kohleaufbereitung ist kein Maß für die Einleitung über eine Anlage hinaus und stellt keinen Nachweis der Rezeptorexposition oder Toxizität dar

CIC-IN-ASH-001 · Heavy metal contamination of groundwater due to fly ash disposal of coal-fired thermal power plant Parichha Jhansi India			
Jahr/Land/Typ	2016; Indien; saisonale Grundwasser-Felduntersuchung rund um ein nicht abgedichtetes Aschebecken	Phase und Umweltmedium	Kohleverbrennung; nasse Ablagerung von Flugasche; Pb Ni Cr Mn Fe in Kohleflugasche und Dorfgrundwasser
Kette	C1-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.1080/23311916.2016.1179243
Verifizierungsstatus	DOAJ-Eintrag, Open-Access-Artikel, Untersuchungsstandorte, Jahreszeiten, Konzentrationsbereiche und DOI geprüft	Kritische Einschränkung	räumliche Grundwasseruntersuchung ohne Isotopen- oder hydrologische Quellenverfolgung; Eine Überschreitung in der Nähe eines Aschebeckens führt nicht dazu, dass jedes gemessene Metall ausschließlich der Flugasche zugeordnet wird
CIC-IN-ASH-002 · Assessment of groundwater pollution from ash ponds using stable and unstable isotopes around the Koradi and Khaperkheda thermal power plants Maharashtra India			
Jahr/Land/Typ	2015; Indien; Primäre hydrochemische und Multiisotopen-Quellenzuordnungs-Feldstudie	Phase und Umweltmedium	Ascheteiche zur Kohleverbrennung; Ziegelöfen; häusliches Abwasser; Grundwassersalzgehalt, Sulfat und Wasserquellen-Tracer
Kette	C2-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.02.083
Verifizierungsstatus	Bibliografischer EPA-HERO-Datensatz, Zusammenfassung der Isotopenergebnisse, DOI und Studiendesign geprüft	Kritische Einschränkung	ortsspezifische Attributionsstudie; Ein geringer Einfluss von Ascheteichen bei diesen Anlagen bedeutet nicht, dass alle Ascheteiche eingedämmt oder harmlos sind
CIC-ZA-ASH-001 · Contamination of groundwater by leachate plumes from coal fly ash: a case study of Matimba power station ash dump Limpopo province South Africa			
Jahr/Land/Typ	2025; Südafrika; frei zugängliche Masterarbeit mit Feldstudie	Phase und Umweltmedium	Kohleverbrennung; Trockenascheentsorgung; TDS EC Sulfat Chlorid Natrium Magnesium Mangan Eisen und Grundwasserfazies
Kette	C1-C3	DOI / URL	https://hdl.handle.net/10210/518526
Verifizierungsstatus	Universitätsrepository-Datensatz, Zusammenfassung des Stichprobendesigns, Hauptergebnisse, Nutzungsindizes und persistenter Handle geprüft	Kritische Einschränkung	Masterarbeit statt unabhängiger Peer-Review-Artikel; Durch die Extraktion auf abstrakter Ebene lassen sich weder die Aufnahme durch den Haushalt noch die gesundheitlichen Folgen ermitteln, und genaue Bohrlochdaten erfordern eine vollständige Tabellenprüfung

CIC-CN-COMB-002 · Distribution co-removal and emission characteristic of trace elements in 320 MW coal-fired power plant			
Jahr/Land/Typ	2017; China; umfassende simultane Feldmassenbilanzstudie	Phase und Umweltmedium	Kohleverbrennung; SCR-ESP und nasse Rauchgasentschwefelung; Cr Mn Co Ni Cu Zn As Mo Cd Sb Ba Pb in Rostasche, Flugasche, WFGD-Abscheidung und Schornsteingas
Kette	C1-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.11949/j.issn.0438-1157.20170141
Verifizierungsstatus	Zusammenfassung der frei zugänglichen Zeitschrift, Anlagenkonfiguration, EPA-Methode 29, Verteilung, Abscheidung, Schornsteinwerte und DOI geprüft	Kritische Einschränkung	eine 320 MW-Einheit und zwölf Elemente; Die Schornsteinkonzentration ist weder Umgebungskonzentration noch persönliche Exposition oder gesundheitliche Wirkung; die abgeschiedene Masse wird zu einer Belastung für die feste oder flüssige Abfallbewirtschaftung
CIC-IN-COMB-001 · Distribution of trace elements in coal and combustion residues from five thermal power plants in India			
Jahr/Land/Typ	2011; Indien; Primärstudie zur Charakterisierung von Kohle und Asche in mehreren Anlagen	Phase und Umweltmedium	Kohleverbrennung und Rückstandserzeugung; Pb Cu Cd Zn Fe Mn Cr Ni Mg Li Co Hg As in Einsatzkohle, Flugasche und Rostasche
Kette	C1-C2	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.coal.2011.03.008
Verifizierungsstatus	Zusammenfassung des Herausgebers, Methoden, Konzentrationsbereiche, Partitionierung, Ergebnisse und verifizierter DOI	Kritische Einschränkung	misst Kohle und abgeschiedene Asche, nicht aber Schornsteinemissionen, Auslaugung, Umwelttransport oder Rezeptorexposition; Bei der Anreicherung von Flugasche handelt es sich um eine Abfallcharakterisierung und nicht um eine Abschätzung des Gesundheitsrisikos
CIC-RU-WAT-002 · Environmental consequences of mine closures in Kuzbass and their monitoring			
Jahr/Land/Typ	2015; Russland / Kusbass; Synthese hydrogeologischer und hydrochemischer Überwachung von Minenschließungen	Phase und Umweltmedium	geschlossene Kohlebergwerke; gepumptes oder abgeleitetes Grubenwasser; empfangende Flüsse; Schwebstoffe, BSB, CSB, Fe, Mn, Cu und bereits bestehende Flussverunreinigungen
Kette	C1-C3	DOI / URL	https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskoe-posledstviya-zakrytiya-shaht-v-kuzbasse-i-ih-monitoring
Verifizierungsstatus	Identität, Autorinnen und Autoren, Überwachungsumfang, benannte Bergwerke und Flüsse sowie gemeldete Überschreitungen stromaufwärts geprüft	Kritische Einschränkung	Die Überwachungssynthese basiert teilweise auf einem institutionellen Bericht aus dem Jahr 2014; Werte werden als Vielfache gesetzlicher Grenzwerte und nicht als vollständige Konzentrationen und Frachten angegeben; Die vorgelagerte Verschmutzung verhindert eine einfache Vorher-Nachher-Zuordnung

CIC-ID-WAT-001 · Acid Mine Drainage in a Tropical Environment: A Case Study from Bukit Coal Mine Site in South Sumatra Indonesia			
Jahr/Land/Typ	2018; Indonesien; primäre Feldstudie zu Grubenwasser und Aufbereitungssystemen im IMWA-Tagungsband	Phase und Umweltmedium	Kohletagebau; Grubenseen; Haldenentwässerung; passive Behandlung; pH-Sulfat Al Fe Mn und andere Spurenelemente
Kette	C1-C3	DOI / URL	https://www.imwa.info/docs/imwa_2018/IMWA2018_Gautama_611.pdf
Verifizierungsstatus	Volltext, benannte Bergwerke, saisonale Chemie, Einlass-, Zwischen- und Auslasswerte sowie Studieneinschränkungen geprüft	Kritische Einschränkung	Messungen von Grubenwasser und Aufbereitung am Standort belegen weder die Konzentration im Vorfluter noch ökologische Exposition oder gesundheitliche Wirkungen; der Tagungsbeitrag ist keine unabhängige behördliche Prüfung
CIC-ID-WAT-002 · Metals Distribution in River Sediment from Open-Pit Coal Mine Activity			
Jahr/Land/Typ	2023; Indonesien; primäre Flusssediment-Feldstudie im IMWA-Tagungsband	Phase und Umweltmedium	aktive und inaktive Kohletagebaue; Abwässer aus der Grubenwasseraufbereitung; Fe Mn Pb Cr und Ni im Sediment des Flusses Lati
Kette	C1-C3	DOI / URL	https://www.imwa.info/docs/imwa_2023/IMWA2023_Farahnaz_159.pdf
Verifizierungsstatus	Volltext, 15.4-km-Transekt, 15 zusammengesetzte Sedimentstationen, 10 Auslässe von Aufbereitungsanlagen, ICP-MS-Werte, räumliche Analyse und Finanzierungserklärung geprüft	Kritische Einschränkung	Die Sedimentansammlung wurde nicht mit Gewebekonzentrationen in Organismen, Toxizität oder gesundheitlichen Wirkungen verknüpft. geologischer Hintergrund und mehrere Minauslässe erschweren die Zuordnung zu einem einzelnen Betreiber oder Auslass; Die Umweltabteilung des Unternehmens beteiligte sich an der Studie
CIC-ID-TRN-001 · Distribution and density of coal spills and bioaccumulation factors of metals in fish at a ship-to-ship coal transfer area			
Jahr/Land/Typ	2026; Indonesien; primäre Meeresfeldstudie	Phase und Umweltmedium	Kohleumschlag vom Lastkahn zum Schiff; ins Meer gelangte Kohle; Kohlepartikel sowie Fe, Mn, Zn, Cu, Pb, Cd, As und Hg in Sediment, Wasser, Fischen und Plankton
Kette	C1-C4	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.rsma.2026.105207
Verifizierungsstatus	Bibliografischer Datensatz des Herausgebers, DOI, Untersuchungsgebiet, Stichprobendesign, Zusammenfassung, numerische BAF- und BSAF-Bereiche sowie Hauptergebnisse geprüft	Kritische Einschränkung	Die Extraktion auf abstrakter Ebene liefert nicht alle Konzentrationstabellen, Referenzstandortdesign, artspezifische Schwellenwerte oder Confounder-Anpassung. Die Bioakkumulation selbst ist keine nachgewiesene schädliche Wirkung oder menschliche Dosis

CIC-US-FIRE-002 · Problems in the Control of Anthracite Mine Fires: A Case Study of the Centralia Mine Fire (August 1980)			
Jahr/Land/Typ	1983; USA; Untersuchungsbericht des U.S. Bureau of Mines 8799	Phase und Umweltmedium	Brand in einer unterirdischen Anthrazitbergwerk unter einem bewohnten Stadtteil; Brandausbreitung, Hitze, Bodensenkung, Rauch und Kohlenmonoxidüberwachung
Kette	C0-C2	DOI / URL	https://stacks.cdc.gov/view/cdc/10644
Verifizierungsstatus	CDC/NIOSH-Repository, bibliografischer Datensatz, Vollbericht, Identität und Umfang, Optionen zur Brandbekämpfung in Centralia sowie dokumentierte Reaktion der Wohngebietsüberwachung geprüft	Kritische Einschränkung	dokumentiert Gefahrenerkennung, Überwachung und technische Entscheidungen, liefert jedoch selbst keine epidemiologische Kausalschätzung; Die Installation eines Detektors ist kein Beweis dafür, dass jedes überwachte Haus schädliche CO-Konzentrationen aufwies
CIC-CA-N-003 · Growth of Coal Mining Operations in the Elk River Valley Canada Linked to Increasing Solute Transport of Se Nitrate and Sulfate into the Transboundary Koocanusa Reservoir			
Jahr/Land/Typ	2023; Kanada / USA; peer-reviewte Trend- und Frachtstudie mit gepaarten Einzugsgebieten	Phase und Umweltmedium	Kohletagebau; Bergematerial; grenzüberschreitender Flusstransport; Nitrat plus Nitrit, Selen und Sulfat
Kette	C2-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.1021/acs.est.3c05090
Verifizierungsstatus	USGS-Publikation, DOI, Design mit gepaarten Einzugsgebieten, abflussnormalisierte Trendzeiträume sowie Konzentrations- und Frachtänderungen geprüft	Kritische Einschränkung	mittransportierte gelöste Stoffe wurden gemeinsam analysiert; Die Studie stellt einen Transport im Wassereinzugsgebietsmaßstab fest, jedoch keinen Nitrat-spezifischen biologischen Effekt, eine individuelle Dosis oder eine Aufteilung der Quelle auf einzelne Minen
CIC-CA-N-004 · Elk Valley Water Quality Plan: nitrate and sulphate aquatic-effects benchmark derivation			
Jahr/Land/Typ	2014; Kanada; standortspezifische kontrollierte Toxizitätsnachweise und Management-Benchmark	Phase und Umweltmedium	bergbaubedingtes Nitrat im Oberflächenwasser; Direkte wässrige Toxizität von Nitrat-N, modifiziert durch die Härte
Kette	C3-C5	DOI / URL	https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/waste-management/industrial-waste/industrial-waste/mining-smelt-energy/area-based-man-plan/evwq_full_plan.pdf
Verifizierungsstatus	Offizieller, von der Provinz bereitgestellter Plan; Rezeptorarten, Testtypen, Wirkungsniveaus, Härteanpassung und Grundlage der Referenzwerte geprüft	Kritische Einschränkung	Benchmarks stützen sich teilweise auf vom Unternehmen in Auftrag gegebene Wassertests vor Ort und prognostizieren die Auswirkungen kontrollierter Tests. Sie sind kein praktischer Beweis dafür, dass Nitrat eine beobachtete Veränderung der Gemeinschaft oder der Fischpopulation im Elk Valley verursacht hat

CIC-AU-FIRE-005 · Most respiratory symptoms have resolved 9 years after PM2.5 exposure from the Hazelwood coal mine fire			
Jahr/Land/Typ	2026; Australien; Längsschnittkohorte exponierter Erwachsener	Phase und Umweltmedium	Brand im offenen Braunkohlebergwerk; PM2.5; keuchen; Dyspnoe; Engegefühl in der Brust; Husten; Schleim; nasale Symptome
Kette	C3-C5	DOI / URL	https://doi.org/10.1097/EE9.0000000000000450
Verifizierungsstatus	PubMed und frei zugänglicher Volltext; Erhebungswellen, Stichprobengrößen, Expositionsrekonstruktion, Nullergebnisse, DOI und Interessenkonflikte geprüft	Kritische Einschränkung	Die Folgestichprobe war hinsichtlich Asthma angereichert und kleiner als der Ausgangswert. Die Exposition wurde anhand von Zeit-Ort-Verläufen modelliert. Das Fortbestehen oder Verschwinden der Symptome beschreibt keine nicht erfassten Krankheiten
CIC-IN-AIR-002 · PM2.5-bound trace elements in a critically polluted industrial coal belt of India: seasonal patterns source identification and human health risk assessment			
Jahr/Land/Typ	2021; Indien; einjährige UmgebungsfILTERchemie und modellierte Risikobewertung	Phase und Umweltmedium	Kohlenrevierbrände, Bergbautransporte und aufgewirbelter Straßenstaub; PM2.5-gebundenes Fe Mn Cu Zn Cr Pb Co Ni Cd und As
Kette	C2-C4	DOI / URL	https://doi.org/10.1007/s11356-021-12876-z
Verifizierungsstatus	PubMed-Zusammenfassung, Probenahmezeitraum, mittlere PM2.5-Werte, Reihenfolge der Elemente, Aussage zur Quellenanalyse und modellierte Risikoschlussfolgerungen geprüft	Kritische Einschränkung	PCA und Korrelation identifizieren eine Quellenmischung statt einer reinen Brandzuschreibung; Bei den Berechnungen von HQ HI und zusätzlichem Krebsrisiko handelt es sich um Modellergebnisse, bei denen es sich nicht um gemessene interne Dosen oder beobachtete Krankheiten handelt
CIC-CN-FIRE-HG-003 · Mercury emission from spontaneously ignited coal gangue hill in Wuda coalfield Inner Mongolia China			
Jahr/Land/Typ	2016; China; primäre In-situ-Studie an Gasaustritten	Phase und Umweltmedium	spontan brennende Bergehalde mit Kohlegangart; gasförmiges Quecksilber an Verbrennungsöffnungen
Kette	C1-C2	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.fuel.2016.05.092
Verifizierungsstatus	Bibliografischer Eintrag des Herausgebers, DOI, Abmessungen der Halde, Probenahmedesign, Zahl der Messungen und Konzentrationsbereich geprüft	Kritische Einschränkung	Bei den Gaskonzentrationen an einer brennenden Bergehalde handelt es sich um Quellenmessungen, nicht um Konzentrationen in der Wohnumgebung, inhalierte Dosis oder gesundheitliche Auswirkungen. Quecksilber allein stellt nicht das vollständige Emissionsgemisch dar

CIC-CA-N-005 · Fording River Operations Local Aquatic Effects Monitoring Program 2023			
Jahr/Land/Typ	2024; Kanada; Vom Betreiber in Auftrag gegebener Bericht zur Gewässerüberwachung vor Ort	Phase und Umweltmedium	Kohletagebau und Wasseraufbereitung; Nitrat und gleichzeitig vorkommende bergwerksbedingte Bestandteile; benthische Wirbellosengemeinschaft
Kette	C3-C5	DOI / URL	https://www.glencore.ca/.rest/api/v1/documents/19195851bd2ee7b13b2a36fe447927ab/Fording%2BRiver%2BOperations%2BLocal%2BAquatic%2BEffects%2BMonitoring%2BProgram%2B2023.pdf
Verifizierungsstatus	Bericht, Fragestellung, Messstationen, Vorher-Nachher- und Oberstrom-Unterstrom-Vergleiche sowie die angegebene Nitratinterpretation geprüft	Kritische Einschränkung	vom Betreiber beauftragte Überwachung; Nitrat, Selen, Nickel, Cadmium, Sulfat, Abfluss, Habitat- und Behandlungseffekte existieren nebeneinander; Die Feststellung, dass Nitrat nicht die Hauptursache ist, ist eher eine Interpretation der Beweiskraft als ein reines Nitrat-Feldexperiment
CIC-GLOBAL-BEN-001 · Development Document for Interim Final Effluent Guidelines and New Source Performance Standards for the Coal Mining Category			
Jahr/Land/Typ	1976; Global; offizielle technische Umfrage für mehrere Einrichtungen	Phase und Umweltmedium	Kohleaufbereitung und Nassreinigung; Prozesswasser, Schwebstoffe und Anlagenwasserkreisläufe
Kette	C1-C2	DOI / URL	https://www.epa.gov/sites/default/files/2014-08/documents/coal_mining_dd_int_final_1976_057a.pdf
Verifizierungsstatus	Umfang der technischen Untersuchung durch die EPA und gemeldeter Befund des Wasserkreislaufs der Aufbereitungsanlage bestätigt	Kritische Einschränkung	historische US-Industrienumfrage; Prozesskonfigurationen und -regulierung haben sich geändert; Die Berichterstattung über den geschlossenen Kreislauf ist kein Beweis für eine Nullfreisetzung und das Dokument liefert keine moderne chemikalienspezifische Rezeptorkette
CIC-MN-BIO-001 · Environmental health survey for children residing near mining areas in South Gobi Mongolia			
Jahr/Land/Typ	2021; Mongolei; Querschnittsstudie zum Biomonitoring von Kindern	Phase und Umweltmedium	gemischtes Expositionsumfeld aus Bergbau, Haushaltsbrennstoffen und häuslichen Quellen; Blut, Blei, Cadmium, Quecksilber; Haarquecksilber; Gesamarsen im Urin
Kette	C3-C4	DOI / URL	https://doi.org/10.1186/s41182-021-00326-6
Verifizierungsstatus	Frei zugänglicher Volltext, Untersuchungsorte, Stichprobengröße, Labor-QS-Werte, Diskussion alternativer Quellen und Einschränkungen geprüft	Kritische Einschränkung	einmalige Probenahme von 118 Kindern ohne passende Umgebungsluft-, Boden- und Wasserproben; Die drei Soums unterscheiden sich in Bezug auf Kohle, Kupfer, Gold und Kleinbergbau sowie Haushaltsquellen, sodass Biomarker nicht speziell dem Kohlenstaub von Tavan Tolgoi zugeordnet werden können

CIC-RU-DUST-002 · Spatial Patterns of Dust Deposition and PAH Accumulation in Snow near an Open-Pit Coal Mine: The Roles of Topography and Wind Direction in Kuzbass Russia			
Jahr/Land/Typ	2026; Russland / Kusbass; Primäre Untersuchung der Teilchenchemie bei der Schneeablagerung	Phase und Umweltmedium	Tagebau, Abraum und Vorfeld; PM10 PM0.1 Mineralphasen und PAKs im Schnee
Kette	C2-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.3390/su18115679
Verifizierungsstatus	Volltext, Studiendesign, Partikelfractionen, XRD- und HPLC-Werte, räumliche Richtungen und Schlussfolgerungen geprüft	Kritische Einschränkung	Die abgelagerte Schneemasse entspricht nicht der PM-Konzentration in der Atemzone oder der persönlichen Dosis. kein Gesundheitsendpunkt; Das Fehlen eines monotonen Distanzgradienten und gemischte unterstützende Aktivitäten schränken eine einfache Zuordnung nur zu Minen ein
CIC-ID-WAT-003 · Kajian kualitas lingkungan air sungai Lati dan sosial ekonomi masyarakat desa Sembakungan akibat aktivitas penambangan batubara PT Berau Coal			
Jahr/Land/Typ	2004; Indonesien; Feldumfrage zur universitären Masterarbeit auf Abstract-Ebene verfügbar	Phase und Umweltmedium	Einleitung von Kohlebergwerksabfällen in den Lati-Fluss; pH TDS TSS Fe Mn und Planktonvielfalt
Kette	C2-C5	DOI / URL	https://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/25320
Verifizierungsstatus	Zusammenfassung der Methoden des Universitätsrepositoriums, wichtige Wasserwerte, Planktonindexwerte und Verdünnungserklärung verifiziert	Kritische Einschränkung	Die vollständige Dissertation wird nicht öffentlich angezeigt. Gezielte Probenahme und Extraktion auf abstrakter Ebene verhindern die Prüfung von Tabellen auf Stationsebene, saisonale Replikation von Co-Kontaminanten und kausale Zuordnung zu einzelnen Einleitungen
CIC-TR-AIR-001 · Biomonitoring of metals in the vicinity of Soma coal-fired power plant in western Anatolia Turkey using the epiphytic lichen Xanthoria parietina			
Jahr/Land/Typ	2011; Türkei; Primäre räumliche Flechten-Biomonitoring-Studie	Phase und Umweltmedium	Kohleverstromung und atmosphärische Deposition; As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Ni, Pb, Se, Th, U, V und Zn in Flechten
Kette	C2-C4	DOI / URL	https://doi.org/10.1080/10978526.2011.609075
Verifizierungsstatus	PubMed, DOI, Raster aus 44 Stationen, Zeitraum 2004-2006, ICP-MS-Elementliste, Windrichtungsmuster und Schlussfolgerungen geprüft	Kritische Einschränkung	Die Flechtenkonzentration berücksichtigt die Ablagerung, ist jedoch keine interne Dosis für den Menschen oder ein direkter Endpunkt für die ökologische Auswirkung. Verkehr, Industrie, Boden und regionale Quellen wurden durch einen experimentellen Quellensucher nicht eliminiert

CIC-BG-WAT-001 · Impact of Coal-Fired Power Plant Activities on the Ecological Status of River Ecosystems: Case Study of Sokolitsa River Bulgaria			
Jahr/Land/Typ	2026; Bulgarien; primäre Oberstrom-Unterstrom-Studie der Flusschemie und biologischen Gemeinschaften	Phase und Umweltmedium	Abwasser des Kohlekraftwerks und angrenzender Energiekomplex; Temperatur Leitfähigkeit Härte Calciumsulfat Stickstoff Nährstoffe Phytobenthos und Makrozoobenthos
Kette	C2-C5	DOI / URL	https://doi.org/10.3390/environments13040191
Verifizierungsstatus	DOI, Autorinnen und Autoren, Monitoring 2013-2022, Probenahme 2023-2024, Oberstrom-Unterstrom-Design, chemische Variablen und Ergebnisse zu Lebensgemeinschaften geprüft	Kritische Einschränkung	die Sokolitsa liegt innerhalb eines größeren Braunkohlebergbau- und Energiekomplexes; Abwasser, Hydromorphologie, Temperatur, Nährstoffe, Salze und andere Schadstoffe variieren, so dass eine einzelne Chemikalie nicht als alleinige Ursache identifiziert werden kann
CIC-GLOBAL-CH4-001 · 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 2 Chapter 4 Fugitive Emissions			
Jahr/Land/Typ	2006; Global; Internationale Inventarisierungsmethodik	Phase und Umweltmedium	oberirdische, untertägige und nachbergbauliche Kohle; Methanemissionsfaktoren, Aktivitätsdaten und bergwerksspezifische Messungen
Kette	C0-C2	DOI / URL	https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html
Verifizierungsstatus	Anforderungen an die Dokumentation der IPCC-Stufengleichungen und relativer Status der direkten bergwerkspezifischen Messung im Vergleich zu Emissionsfaktormethoden verifiziert	Kritische Einschränkung	Die Inventarmethode ist keine unabhängige atmosphärische Messung. Die Unsicherheit hängt von der Repräsentativität des Gasgehalts, den Aktivitätsdaten, dem Minentyp und der zeitlichen Variabilität ab und kann eine benannte Mine allein nicht validieren
CIC2-US-CEN-001 · Divergent extremes but convergent recovery of bacterial and archaeal soil communities to an ongoing subterranean coal mine fire			
Jahr/Land/Typ	2017; USA; Primärfeld-Chronosequenz	Phase und Umweltmedium	unterirdisches Kohlefeuer; Bodenchemie und Mikrobiom
Kette	Materialfluss im zweiten Durchgang	DOI / URL	https://doi.org/10.1038/ismej.2017.1
Verifizierungsstatus	Vollständiger Artikel überprüft	Kritische Einschränkung	Die räumlich-zeitliche Brandgeschichte ist keine wiederholte Messung jedes Standorts; Eine nahezu vollständige Konvergenz der Gemeinschaft führt nicht zur Wiederherstellung aller Bodenfunktionen

CIC2-US-CEN-002 · Arrive and wait: Inactive bacterial taxa contribute to perceived soil microbiome resilience after a multidecadal press disturbance			
Jahr/Land/Typ	2024; USA; primäre siebenjährige Feldstudie	Phase und Umweltmedium	unterirdisches Kohlefeuer; Bodenmikrobiom
Kette	Materialfluss im zweiten Durchgang	DOI / URL	https://doi.org/10.1111/ele.14393
Verifizierungsstatus	Vollständiger Artikel überprüft	Kritische Einschränkung	Die Widerstandsfähigkeit der mikrobiellen Gemeinschaft ist nicht gleichbedeutend mit der Wiederherstellung der Vegetationsgeologie des Bodenprofils oder der Sicherheit des Menschen
CIC2-US-CEN-003 · Seven years of microbial community metagenomes from temperate soils affected by an ongoing coal seam fire			
Jahr/Land/Typ	2024; USA; Ankündigung des primären Datensatzes	Phase und Umweltmedium	unterirdisches Kohlefeuer; Bodenmetagenom
Kette	Materialfluss im zweiten Durchgang	DOI / URL	https://doi.org/10.1128/mra.00198-24
Verifizierungsstatus	Methoden und Datensatz verifiziert	Kritische Einschränkung	Das Datensatzpapier liefert Sequenzressourcen und keine unabhängige Schätzung der ökologischen Auswirkungen
CIC2-US-CEN-004 · Nitrogen Changes and Domain Bacteria Ribotype Diversity in Soils Overlying the Centralia Pennsylvania Underground Coal Mine Fire			
Jahr/Land/Typ	2005; USA; primäre Feldstudie	Phase und Umweltmedium	unterirdisches Kohlefeuer; Bodenchemie und Bakterien
Kette	Materialfluss im zweiten Durchgang	DOI / URL	https://doi.org/10.1097/00010694-200503000-00005
Verifizierungsstatus	DOI und Abstract/Volltext-Lead verifiziert	Kritische Einschränkung	ortsspezifische Frühstudie; Die Chemie war heterogen und kann nicht auf den gesamten Bezirk übertragen werden
CIC2-US-SOIL-001 · Soil Microbial Community Recovery in Reclaimed Soils on a Surface Coal Mine Site			
Jahr/Land/Typ	2012; USA; Primärfeld-Chronosequenz	Phase und Umweltmedium	Oberflächensanierung von Kohlebergwerken; Mikrobengemeinschaft im Boden
Kette	Materialfluss im zweiten Durchgang	DOI / URL	https://doi.org/10.2136/sssaj2011.0288
Verifizierungsstatus	Abstract und Journaleintrag verifiziert	Kritische Einschränkung	Chronosequenz ersetzt Raum durch Zeit; Die Wiederherstellung von Biomarkern stellt nicht die Wiederherstellung aller Bodeneigenschaften dar

CIC2-CA-SOIL-001 · Microbial composition and function in reclaimed mine sites along a reclamation chronosequence become increasingly similar to undisturbed reference sites			
Jahr/Land/Typ	2024; Kanada; Primärfeld-Chronosequenz	Phase und Umweltmedium	Minensanierung; Bodenbakterien- und Pilzgemeinschaften
Kette	Materialfluss im zweiten Durchgang	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.170996
Verifizierungsstatus	PubMed-Metadaten und Zusammenfassung überprüft	Kritische Einschränkung	Minentyp und vollständige Standortmerkmale erfordern eine Volltextextraktion; Zunehmende Vergleichbarkeit ist keine Identität
CIC2-DE-SOIL-001 · Relationship between soil organic carbon and microbial biomass on chronosequences of reclamation sites			
Jahr/Land/Typ	1988; Deutschland; Primärfeld-Chronosequenz	Phase und Umweltmedium	Tagebausanierung; Bodenkohlenstoff und mikrobielle Biomasse
Kette	Materialfluss im zweiten Durchgang	DOI / URL	https://doi.org/10.1007/BF02011711
Verifizierungsstatus	PubMed-Metadaten und Zusammenfassung überprüft	Kritische Einschränkung	historische Chronosequenz; Kohlenstoffwerte hängen von der Landnutzung ab und bestimmen nicht allein die vollständige Bodenerholung
CIC2-ES-SOIL-001 · Reclamation of lignite mine areas with Triticum aestivum: The dynamics of soil functions and microbial communities			
Jahr/Land/Typ	2014; Spanien; Primärfeld-Chronosequenz	Phase und Umweltmedium	Sanierung von Braunkohlebergwerken; Bodenmikroben und Enzyme
Kette	Materialfluss im zweiten Durchgang	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2014.03.009
Verifizierungsstatus	Zeitschriftenzusammenfassung überprüft	Kritische Einschränkung	Mikrobenhäufigkeit und Enzymaktivität näherten sich nach 20 Jahren den Referenzwerten an, während die Gemeinschaftsstruktur verschieden blieb
CIC2-IN-SOIL-001 · Soil development in 2-21 years old coalmine reclaimed spoil with trees: A case study from Sonapur-Bazari opencast project Raniganj Coalfield India			
Jahr/Land/Typ	2015; Indien; Primärfeld-Chronosequenz	Phase und Umweltmedium	Rekultivierung von Kohletagebau; Bodeneigenschaften, mikrobielle Aktivität, Biomasse und Pflanzengemeinschaft
Kette	Materialfluss im zweiten Durchgang	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2015.09.043
Verifizierungsstatus	Zeitschriftenmetadaten und Zusammenfassung überprüft	Kritische Einschränkung	Raum-für-Zeit-Design; Mit Bäumen bewachsener Abraum und ausgewählte Bodeneigenschaften beweisen nicht die Wiederherstellung des ursprünglichen Bodenprofils

CIC2-CN-SOIL-001 · The development of topsoil properties under different reclaimed land uses in the Pingshuo opencast coalmine of Loess Plateau of China			
Jahr/Land/Typ	2017; China; primäre Feldstudie zu mehreren Landnutzungsformen	Phase und Umweltmedium	Rekultivierung von Tagebaukohle; Oberbodenstruktur, Kohlenstoff, Stickstoff, Nährstoffe und CEC
Kette	Materialfluss im zweiten Durchgang	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.12.028
Verifizierungsstatus	Zusammenfassung und Methodenübersicht verifiziert	Kritische Einschränkung	OC und N wurden bei einigen Landnutzungen vergleichbar; andere Eigenschaften waren unterschiedlich und die Chronosequenzkonvergenz ist keine vollständige Wiederherstellung des Profils
CIC2-CN-GW-001 · Evolution mechanism of a groundwater system in the opencast coalmine area in the typical prairie			
Jahr/Land/Typ	2019; China; Primärer hydrogeochemischer Feldvergleich	Phase und Umweltmedium	aktiver Kohletagebau; Grundwasserchemie und -strömung
Kette	Materialfluss im zweiten Durchgang	DOI / URL	https://doi.org/10.16030/j.cnki.issn.1000-3665.2019.01.22
Verifizierungsstatus	Vollständige HTML-Zusammenfassung und verifizierte Methoden	Kritische Einschränkung	Mehrere gleichzeitige hydrologische Veränderungen erschweren die Zuordnung jedes Analyten zu einer Reaktion
CIC2-PL-DUMP-001 · Mineralogy and geochemistry of coal wastes from the Starzykowiec coal-waste dump Upper Silesia Poland			
Jahr/Land/Typ	2014; Polen; primäre mineralogische und geochemische Feldforschung	Phase und Umweltmedium	alte selbsterhitzende Bergehalde; Mineralogie fester Abfälle, organische Stoffe und Spurenelemente
Kette	Materialfluss im zweiten Durchgang	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.coal.2014.02.007
Verifizierungsstatus	Zusammenfassung, Methoden und Schlussfolgerungen des Herausgebers geprüft	Kritische Einschränkung	Das ursprüngliche Ausgangsmaterial war unzureichend dokumentiert; Geschichte und Massenveränderung beruhen daher teilweise auf Schlussfolgerungen
CIC2-PL-DUMP-002 · Preservation of coal-waste geochemical markers in vegetation and soil on self-heating coal-waste dumps in Silesia Poland			
Jahr/Land/Typ	2016; Polen; primäre Feldstudie zu Boden, Vegetation und organischer Geochemie	Phase und Umweltmedium	selbsterhitzende Bergehalden; migrierende Biomarker, Alkylaromaten, PAKs und Phenole
Kette	Materialfluss im zweiten Durchgang	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.chemer.2016.04.001
Verifizierungsstatus	Zusammenfassung des Herausgebers überprüft	Kritische Einschränkung	Oberflächenfingerabdrücke zeigen eine Migration zu den beprobten Boden- und Pflanzenoberflächen, belegen jedoch weder eine Dosis oder Erkrankung noch eine universelle Zusammensetzung von Bergehalden

CIC2-PL-DUMP-003 · Organic contaminants of coal-waste dump water in the Lower- and Upper Silesian Coal Basins Poland			
Jahr/Land/Typ	2020; Polen; Primäre Feldwasserstudie zur organischen Geochemie	Phase und Umweltmedium	Bergehalden aus Kohleabfällen und Selbsterhitzung; organische Verbindungen PAKs und Organophosphatester in temporären und permanenten Gewässern
Kette	Materialfluss im zweiten Durchgang	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2020.104690
Verifizierungsstatus	Zusammenfassung des Herausgebers überprüft	Kritische Einschränkung	gemischte biogene, geogene, durch Selbsterhitzung entstandene und externe anthropogene Quellen erfordern eine verbindungsspezifische Zuordnung
CIC2-PT-DUMP-001 · Assessment of mobile mercury concentration in soils of an abandoned coalfield waste pile in Douro region: the Fojo waste pile study case			
Jahr/Land/Typ	2024; Portugal; primäre Feldboden- und sequentielle Extraktionsstudie	Phase und Umweltmedium	verlassene, teilweise verbrannte Bergehalde; pseudo-gesamte und operativ definierte mobile Quecksilberfraktionen in Abfällen und angrenzendem Boden
Kette	Materialfluss im zweiten Durchgang	DOI / URL	https://doi.org/10.1007/s11368-024-03786-x
Verifizierungsstatus	Vollständiger Artikel überprüft	Kritische Einschränkung	Die lokale Geologie ist von Natur aus mit Hg angereichert und eine Ausbreitung bergab wird als möglich beschrieben. Die Fraktionen der sequenziellen Extraktion sind operative Mobilitätsindikatoren, nicht die gemessene Aufnahme
CIC2-US-REFUSE-001 · Hydrogeology and Simulation of Groundwater Flow at the Green Valley Reclaimed Coal Refuse Site near Terre Haute Indiana			
Jahr/Land/Typ	2011; USA; offizielle primäre hydrogeologische Untersuchung	Phase und Umweltmedium	rekultivierte grobe und feine Kohleabfälle; Grundwasserströmung, Sickerstellen, saurer Grubenabfluss und Vorfluter
Kette	Materialfluss im zweiten Durchgang	DOI / URL	https://pubs.usgs.gov/sir/2011/5116/
Verifizierungsstatus	USGS-Bericht bestätigt	Kritische Einschränkung	Die Rekultivierung veränderte den Durchfluss und den Abfluss, aber standortspezifische Grundwasserwege und importierte Deckmaterialien schränken den Transfer ein

CIC2-UK-WAT-001 · Long-term changes in the quality of polluted minewater discharges from abandoned underground coal workings in Scotland			
Jahr/Land/Typ	1999; Vereinigtes Königreich; Primäre Multi-Site-Langzeitüberwachungssynthese	Phase und Umweltmedium	verlassene unterirdische Kohlebergwerke; pH-Wert des Grubenwassers, Alkalität, Eisensulfat und Entwicklung des Abflusses
Kette	Materialfluss im zweiten Durchgang	DOI / URL	https://doi.org/10.1144/GSL.QJEG.1999.032.P1.05
Verifizierungsstatus	Zusammenfassung des Journal-Repositorys überprüft	Kritische Einschränkung	Eisen nahm üblicherweise in Richtung einer Asymptote ab, verschwand jedoch nicht; Das Abflussverhalten hing von Schwankungen des Grundwasserspiegels und der Geologie ab
CIC2-UK-WAT-002 · Flow dependent water quality impacts of historic coal and oil shale mining in the Almond River catchment Scotland			
Jahr/Land/Typ	2013; Vereinigtes Königreich; Überwachung des primären Einzugsgebiets und räumliche Hydrochemie	Phase und Umweltmedium	verlassene Kohle- und Ölschieferstandorte; Fe, Sulfat und Haptionen im Fluss sowie kumulative punktuelle und diffuse Frachten
Kette	Materialfluss im zweiten Durchgang	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2013.06.001
Verifizierungsstatus	Zusammenfassung des Journal-Repositorys überprüft	Kritische Einschränkung	Kohle- und Ölschieferquellen koexistieren mit städtischen Inputs; Einzugsgebietsnachweise können nicht jedes Ion einem einzelnen Standort zuordnen
CIC2-US-ECO-001 · Abandoned coal mine drainage and its remediation: impacts on stream ecosystem structure and function			
Jahr/Land/Typ	2012; USA; primäre vergleichende Feldstudie des Ökosystems	Phase und Umweltmedium	Entwässerung eines verlassenen Kohlebergwerks; Wasserchemie, Makrowirbellose, Primärproduktion, Atmung, Nährstoffaufnahme und -abbau
Kette	Materialfluss im zweiten Durchgang	DOI / URL	https://doi.org/10.1890/11-1735.1
Verifizierungsstatus	Zusammenfassung des Herausgebers überprüft	Kritische Einschränkung	zwei Bergbauregionen zeigten unterschiedliche ökologische Reaktionen; Es lässt sich kein einheitliches Wirkungsprofil des sauren Grubenabflusses verallgemeinern

CIC2-US-ECO-002 · Impact of mine drainage on a mountain stream in Pennsylvania			
Jahr/Land/Typ	1978; USA; primäre Oberstrom-Unterstrom-Feldstudie	Phase und Umweltmedium	Entwässerung von Kohlebergwerken; Eisenhydroxid-Ablagerung, Wasserchemie, Fische und benthische Makrowirbellose
Kette	Materialfluss im zweiten Durchgang	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/0013-9327(78)90055-1
Verifizierungsstatus	Zusammenfassung des Herausgebers überprüft	Kritische Einschränkung	historische Studie an einem einzelnen Fließgewässer; Das alkalische Wasser des Vorfluters hielt den pH-Wert bei 6.5-8, sodass die Auswirkungen nicht allein als Säuretoxizität beschrieben werden können
CIC2-US-SED-001 · Mineralogical and geochemical variation in stream sediments impacted by acid mine drainage is related to hydro-geomorphic setting			
Jahr/Land/Typ	2018; USA; primäre Studie an Flussbettkernen, Porenwasser und hydraulischen Gradienten	Phase und Umweltmedium	Entwässerung stillgelegter Kohlebergwerke; Eisenoxyhydroxidablagerungen, Al, Mn, Cu und Porenwasser Fe Mn
Kette	Materialfluss im zweiten Durchgang	DOI / URL	https://doi.org/10.1525/elementa.286
Verifizierungsstatus	Vollständiger offener Artikel bestätigt	Kritische Einschränkung	Felddaten zeigen räumlich variable Speicherung und Porenwasser, quantifizieren jedoch nicht die Remobilisierung des gesamten Wassereinzugsgebiets während einer extremen Überschwemmung
CIC2-US-COMB-001 · Partitioning of Mercury Arsenic Selenium Boron and Chloride in a Full-Scale Coal Combustion Process Equipped with SCR ESP and FGD Systems			
Jahr/Land/Typ	2009; USA; großtechnische Feldstudie mit gleichzeitiger Stoffbilanz	Phase und Umweltmedium	Kohleverbrennung und Luftreinhaltung; Hg, As, Se, B und Chlorid in Gas, Asche, Gips und Abwasser
Kette	Materialfluss im zweiten Durchgang	DOI / URL	https://doi.org/10.1021/ef900293u
Verifizierungsstatus	Zusammenfassung des Herausgebers und numerische Partitionierung überprüft	Kritische Einschränkung	eine Anlage, ein Betriebszustand; Prozentsätze sind element- und konfigurationsspezifisch und stellen keine Schätzungen der Umgebungsexposition dar
CIC2-US-COMB-002 · Partitioning of selected trace elements in coal combustion products from two coal-burning power plants in the United States			
Jahr/Land/Typ	2013; USA; primäre Stoffbilanzstudie der Feststoffströme in zwei Anlagen	Phase und Umweltmedium	Kohleverbrennung; As, Cr, Hg, Pb und Se in Einsatzkohle, Economizer-Asche und Flugasche
Kette	Materialfluss im zweiten Durchgang	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.coal.2012.08.010
Verifizierungsstatus	USGS-Veröffentlichungsaufzeichnung und Zusammenfassung überprüft	Kritische Einschränkung	Die Massenbilanz schließt FGD aus und stellt keine Endlagerungsauslaugung oder Umgebungsexposition dar

CIC2-NL-USE-001 · Verification of laboratory-field leaching behavior of coal fly ash and MSWI bottom ash as a road base material			
Jahr/Land/Typ	2000; Niederlande; primäre Feldverifizierung im Jahrzehntmaßstab	Phase und Umweltmedium	stoffliche Verwertung im Straßenbau; Elementfreisetzung, Versickerungswasser und Bodenprofilakkumulation
Kette	Materialfluss im zweiten Durchgang	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/S0956-053X(99)00322-0
Verifizierungsstatus	Zusammenfassung des Herausgebers überprüft	Kritische Einschränkung	gemischte Materialarten und ortsspezifische Konstruktion; Das Freisetungsverhalten kann nicht auf jede Flugasche oder Verwendung verallgemeinert werden
CIC2-US-USE-001 · Water Quality Risk Assessment from Roadway Substructures Employing Fly Ash			
Jahr/Land/Typ	2016; USA; Primäre Feldüberwachungssynthese an mehreren Standorten	Phase und Umweltmedium	stoffliche Verwertung im Straßenunterbau; Spurenelemente im Grund- und Oberflächenwasser
Kette	Materialfluss im zweiten Durchgang	DOI / URL	https://doi.org/10.1061/9780784480144.099
Verifizierungsstatus	Zusammenfassung des Herausgebers überprüft	Kritische Einschränkung	berichtete über keine Auswirkungen auf die Wasserqualität bei getesteten Anwendungen; beweist nicht die Sicherheit für nicht eingekapselte Füllungen, andere Aschen oder nicht überwachte Wege
CIC2-CN-BEN-001 · Migration and Distribution of Fifteen Toxic Trace Elements during the Coal Washing of the Kailuan Coalfield Hebei Province China			
Jahr/Land/Typ	2009; China; Studie zur primären Prozesspartitionierung	Phase und Umweltmedium	Kohlewäsche; 15 Spurenelemente in Rohkohle, gereinigter Kohle, Mittelgut, Schlamm und Aufbereitungsrückständen
Kette	Materialfluss im zweiten Durchgang	DOI / URL	https://doi.org/10.1260/0144-5987.27.2.143
Verifizierungsstatus	Zusammenfassung des Herausgebers überprüft	Kritische Einschränkung	Die Aufteilung in Abfälle ist kein Beweis für eine Freisetzung über die Anlage hinaus oder eine Rezeptorexposition
CIC2-US-BEN-001 · Environmental Contaminants in Coal Slurry Intended for Underground Injection in the State of West Virginia			
Jahr/Land/Typ	2015; USA; primäre Schlammcharakterisierung an mehreren Standorten	Phase und Umweltmedium	Kohleaufbereitungsschlamm; 177 organische und anorganische Bestandteile in Flüssigkeiten und Feststoffen
Kette	Materialfluss im zweiten Durchgang	DOI / URL	https://doi.org/10.1061/(ASCE)EE.1943-7870.0000874
Verifizierungsstatus	Zusammenfassung des Herausgebers überprüft	Kritische Einschränkung	Konzentrationen oberhalb von Richtwerten im Schlamm belegen keine Migration ins Grundwasser. Die Zuordnung von Quelle zu Rezeptor erfordert eine separate Hydrogeologie

CIC2-US-CEN-005 · The effect of abundant precipitation on coal fire subsidence and its implications in Centralia PA			
Jahr/Land/Typ	2013; USA; Primärfeldkartierung, Wärmebild- und Niederschlagsstudie	Phase und Umweltmedium	unterirdisches Kohlefeuer; Infiltration, Dampf, Hitze, Risse, Dolinen und Oberflächensenkungen
Kette	Materialfluss im zweiten Durchgang	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.coal.2012.10.004
Verifizierungsstatus	Vollständige Vorschau des Herausgebers überprüft	Kritische Einschränkung	verknüpft Niederschlag, Brandwärme und neue Bodensenkungen räumlich und mechanistisch, quantifiziert jedoch nicht die Grundwasserverschmutzung
CIC2-US-CEN-006 · Centralia Mine Fire Resources			
Jahr/Land/Typ	2026; USA; aktuelle offizielle Status- und Gefahrenseite	Phase und Umweltmedium	unterirdisches Kohlefeuer; offizieller aktueller Brandstatus gefährliche Gase und Einsturzgefahr
Kette	Materialfluss im zweiten Durchgang	DOI / URL	https://www.pa.gov/agencies/dep/programs-and-services/mining/abandoned-mine-reclamation/aml-program-information/centralia-mine-fire-resources
Verifizierungsstatus	aktuelle Pennsylvania DEP-Seite verifiziert	Kritische Einschränkung	offizielle Gefahren-/Statusquelle statt einer chemischen Feldstudie; keine Aussage über konkrete heutige Konzentrationen
CIC2-AU-SOIL-001 · Temporal dynamics in biotic and functional recovery following mining			
Jahr/Land/Typ	2022; Australien; Primärer Multi-Minen-Referenzvergleich	Phase und Umweltmedium	Sanierung von Tagebau-Kohlebergwerken; Vegetationsmerkmale Bodenoberflächenzustand und Landschaftsfunktion
Kette	Materialfluss im zweiten Durchgang	DOI / URL	https://doi.org/10.1111/1365-2664.14172
Verifizierungsstatus	Vollständige Methoden und Publikationsdatensatz geprüft	Kritische Einschränkung	Standorte höheren Alters waren ungleichmäßig auf die Minen verteilt und 12 Jahre sind kein vollständiger langfristiger Endpunkt
CIC2-AU-SOIL-002 · Identification of Metabolic Gaps in the Microbial Cycling of Carbon Limiting Soil Formation in Coal Mine Spoil and Degraded Topsoil			
Jahr/Land/Typ	2025; Australien; primäres Feldrehabilitationsexperiment	Phase und Umweltmedium	Rekultivierung von Bergehalden; Chemie von Bergematerial und Oberboden sowie mikrobieller Kohlenstoffstoffwechsel
Kette	Materialfluss im zweiten Durchgang	DOI / URL	https://doi.org/10.1111/sum.70099
Verifizierungsstatus	Vollständig offene Methoden verifiziert	Kritische Einschränkung	Ein kurzes Überwachungsfenster beschreibt Einschränkungen und frühe Verläufe, keine ausgereifte Erholung des Ökosystems

CIC2-MN-MAT-001 · Environmental Sustainability of Open-Pit Coal Mining Practices at Baganuur Mongolia			
Jahr/Land/Typ	2020; Mongolei; primäre Feldwasser-Boden-Probenahme plus Laborlaugung	Phase und Umweltmedium	aktiver Kohletagebau; Wasser aus der Wasserhaltung, eingeleitetes Wasser, Sumpfwasser, Abwasser, Boden, Zwischenlagen und Staub
Kette	Materialfluss im zweiten Durchgang	DOI / URL	https://doi.org/10.3390/su12010248
Verifizierungsstatus	Vollständiger offener Artikel bestätigt	Kritische Einschränkung	nur fünf Bodenmaterialproben und Laborlaugung; Bei einer möglichen Freisetzung handelt es sich nicht um eine nachgewiesene regionale Schadstofffahne oder ein gesundheitliches Ergebnis
CIC2-MN-SOIL-001 · The impacts of mining on soil pollution with metal(loid)s in resource-rich Mongolia			
Jahr/Land/Typ	2023; Mongolei; primäre städtische Bodenuntersuchung plus Evidenzsynthese	Phase und Umweltmedium	Kohlebergbaustädte und gemischte städtische Quellen; Cd Cu Pb Zn und andere Metalle im Mutterboden
Kette	Materialfluss im zweiten Durchgang	DOI / URL	https://doi.org/10.1038/s41598-023-29370-w
Verifizierungsstatus	Vollständiger offener Artikel und DOI-verifiziert	Kritische Einschränkung	Städtisches Heizen, Verkehr, Geologie und Industrie erschweren eine einfache Zuordnung anhand der Entfernung zum Bergwerk
CIC2-ZA-WAT-001 · Environmental impacts associated with an abandoned mine in the Witbank Coalfield South Africa			
Jahr/Land/Typ	2001; Südafrika; primäre integrierte Fallstudie nach der Stilllegung	Phase und Umweltmedium	stillgelegtes unterirdisches Kohlebergwerk und Brand; Bodensenkung, Risse, Grundwasserneubildung, saurer Grubenabfluss, Grundwasser, Versickerung, Oberflächenwasser und Vegetation
Kette	Materialfluss im zweiten Durchgang	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/S0166-5162(00)00033-1
Verifizierungsstatus	Vollständige Vorschau des Herausgebers überprüft	Kritische Einschränkung	historischer ortsspezifischer Fall; Mehrfach gekoppelte Mechanismen verhindern, dass jede Veränderung allein der Verbrennung zugeordnet werden kann
CIC2-PL-WAT-001 · Multi-Decadal Impact of Mine Waters in Przemsza River Basin Upper Silesian Coal Basin Southern Poland			
Jahr/Land/Typ	2024; Polen; primäre Langzeitstudie zu Grubenwasseraustritten und Flüssen	Phase und Umweltmedium	aktive und stillgelegte unterirdische Kohlebergwerke; Grubenwassermenge, Chlorid, Sulfatbelastung, Flussleitfähigkeit und Durchfluss
Kette	Materialfluss im zweiten Durchgang	DOI / URL	https://doi.org/10.3390/w16213147
Verifizierungsstatus	Vollständiger offener Artikel bestätigt	Kritische Einschränkung	Regionale Dürren und veränderte Flussläufe wirken sich stark auf die Konzentration aus, selbst wenn das Grubenwasservolumen abnimmt

CIC2-UK-WAT-003 · Sources and controls of greenhouse gases and heavy metals in mine water: A continuing climate legacy			
Jahr/Land/Typ	2024; Vereinigtes Königreich; primäre Feldstudie zu Chemie und Isotopen an mehreren Standorten	Phase und Umweltmedium	verlassenes Kohlengrubenwasser; CO2-Methan Fe As Ni Co Mn und Quellensignaturen
Kette	Materialfluss im zweiten Durchgang	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167371
Verifizierungsstatus	Offene Zusammenfassung des Herausgebers und verifizierter Link zum Datensatz	Kritische Einschränkung	Austrittskonzentrationen und isotopische Quellenzuordnung entsprechen nicht unmittelbar einem atmosphärischen Fluss oder einer menschlichen Exposition

CIC2-PL-RES-001 · Characteristics of the chemical composition of water in reservoirs under the influence of coal mine waste in the Upper Silesian Coal Basin southern Poland			
Jahr/Land/Typ	2025; Polen; primäre Feldstudie an mehreren Gewässern	Phase und Umweltmedium	Gewässer an Bergbaufolgehalden; Chlorid, Sulfat, Natrium, elektrische Leitfähigkeit und mögliche Auswirkungen auf den oberflächennahen Grundwasserleiter
Kette	Materialfluss im zweiten Durchgang	DOI / URL	https://doi.org/10.7163/GPol.0299
Verifizierungsstatus	Vollständige Artikelmetadaten und Zusammenfassung überprüft	Kritische Einschränkung	Räumliche Nähe und Gewässerchemie weisen auf einen Einfluss hin, aber das Risiko für flaches Grundwasser ist potenziell, sofern die Zuordnung zur hydraulischen Quelle nicht gemessen wird

Anhang D. Suchprotokoll

Das Protokoll zeichnet 47 Suchpakete aus beiden Durchgängen auf. Status `gap-open` bedeutet eine feste Lücke und nicht das Fehlen eines Prozesses in der Realität.

Search ID	Durchgang	Modul	Plattform	Suchanfrage	Filter	Ergebnis / Ausschluss	Status
SLOG-000	I	Kohlebrände	Archiv des ersten Durchgangs	inventory of existing 11-file corpus	keine	11 Dateien; Konservierung und SHA-256 bestätigt	complete

Search ID	Durchgang	Modul	Plattform	Suchanfrage	Filter	Ergebnis / Ausschluss	Status
SLOG-001	I	Staub aus dem Bergbau; Kohleverbrennung; Grubenwasser	Websuche	Mongolia Tavan Tolgoi coal mine dust heavy metals primary study DOI; Ulaanbaatar coal combustion source apportionment	Primärstudien und offizielle Berichte werden bevorzugt	12 Kandidatendatensätze; Die Bereiche Bergbau und Stadtverbrennung müssen getrennt bleiben	screened
SLOG-002	I	Appalachenwasser; Berufsstaub; Kohlenasche	Websuche	Appalachian coal mining stream chemistry selenium sulfate conductivity; coal mine dust silica exposure; coal ash groundwater risk	offiziell oder peer-reviewed	16 Kandidatendatensätze; endgültiger EPA-Bericht vom 2009-Entwurf unterschieden	screened
SLOG-003	I	Methan aus Tagebauen; Bergbaustaub; Grubenwasser; Hazelwood	Websuche	Australia open cut coal mine methane aircraft; Upper Hunter particle characterization; coal mine wastewater	Primärmessungen oder staatliche Überwachung	18 Kandidatendatensätze; Die regionale PM-Zuordnung wird durch den Rauch von Buschfeuern und den vom Wind verwehten Staub erschwert	screened
SLOG-004	I	Jharia-Luft; Grubenwasser; Kohlefeuergebiete	Websuche	Jharia coalfield mine water trace metals 92 samples; spatio-temporal air pollutants	primäre Feldstudien	8 Kandidatendatensätze; In der Umgebungsluft gibt es gemischte Feuer-, Bergbau-, Transport- und Straßenstaubquellen	screened
SLOG-005	I	Wuda-Feuer; verlassene Grubenwasserableitung; Aufteilung von Kraftwerkselementen; Ascheauswaschung	Websuche	China coal mining acid mine drainage trace metals; coal combustion fly ash leaching; Wuda mercury	primäre Feld- oder experimentelle Studien	11 Kandidatendatensätze; Emissions- und Auswaschungsmessungen allein belegen keine Rezeptorschädigung	screened
SLOG-006	I	Kohleasche; stoffliche Verwertung; Bergehalden; Südgobi	Websuche	coal ash spill trace metals; coal washery effluent; Ordos waste dump; Tavan Tolgoi monitoring	Primäre Feldstudien bevorzugt	17 Kandidatendatensätze; Die Eigenkontrolle des Unternehmens bleibt nur als Hinweis bis zur unabhängigen Überprüfung erhalten	screened
SLOG-007	I	Staub aus dem regulären Tagebaubetrieb; Berufsstaub; Gemeinschaftsgesundheit; Hazelwood-Nachbeobachtung	Websuche	Australian coal mine particulate characterization; Hunter Valley health; Hazelwood hospitalisation	Primärmessungen und verknüpfte Kohorten	17 Kandidatendatensätze; Routineabbau und außergewöhnlicher Bergwerksbrand werden als separate Expositionen behandelt	screened
SLOG-008	I	Selen; saurer Grubenabfluss; salzhaltiges Grubenwasser; Grubenseen	Websuche	coal mining selenium Elk Valley; Mpumalanga water; Poland mine-water salinity; Indonesia AMD	primäre Feldstudien und offizielle Daten	18 Kandidatendatensätze; Länder des zweiten Rings hinzugefügt, um zu testen, ob sich die Chemie je nach geologischem und regulatorischem Umfeld unterscheidet	screened

Search ID	Durchgang	Modul	Plattform	Suchanfrage	Filter	Ergebnis / Ausschluss	Status
SLOG-009	I	Leckagen aus Kohleaschebecken; Sedimente nach Unfällen; Bioakkumulation von Fischen	Websuche	coal ash groundwater isotope tracer; Dan River mercury; Kingston selenium fish	primäre Feldstudien und offizielle Datensätze	17 Kandidatendatensätze; Es wurden sowohl nachgewiesene Leckagen als auch null/eingeschränkte biologische Befunde beibehalten	screened
SLOG-010	I	Waschwasser; Mongolische Kohleverbrennung; Boden und Wasser der Südgobi; überflutetes Bergwerk im Kusbass	Websuche	coal washery metals; Mongolia coal VOC PM trace elements; Tavan Tolgoi water metals; Kuzbass mine water sulfur	primäre Messstudien	15 Kandidatendatensätze; Bergbau und abschließende Verbrennung werden als getrennte Wege geführt	screened
SLOG-011	I	C4 interne Dosis; C5 biologische und gesundheitliche Auswirkungen; Nullbefunde	Websuche	Elk Valley selenium reproduction; Yulin blood lead; Chinese miner lung function; Ulaanbaatar child symptoms; Jharia resident biomonitoring	primäres longitudinales Biomonitoring oder Studien mit verknüpften Endpunkten	16 Kandidatendatensätze; beibehaltene direkte und Null-Endpunkte; Die von Jharia selbst gemeldeten Proximity-Umfragen werden nicht als vollständige chemische Kausalketten behandelt	screened
SLOG-012	I	Centralia-Umgebungsluft- und Grubenwasserableitung	Webrecherche und Prüfung des Korpus aus dem ersten Durchgang	Centralia mercury gas monitoring; Centralia Mine Tunnel water chemistry; Mahanoy Creek AMD	offizielle Primärmessungen mit Ort und Datum	8 Kandidatendatensätze; Luftüberwachung des Brandes getrennt vom Minentunnel-AMD; Ohne Quellentrennung kann die Wasserchemie nicht dem Brand zugeschrieben werden	screened
SLOG-013	I	Lausitzer Braunkohlenfolgwasserchemie; Transport in der Spree; ökologische Auswirkungen	Websuche	lignite sulfate iron Spree; sediment mining signature; fish food web iron flocculation	primäre Feldtransekte und ökologische Endpunkte	12 Kandidatendatensätze; Beibehaltene Fernchemie und gepaarte biologische Erkenntnisse; Störeinflüsse durch Staustufen und Wassertemperatur wurden aufgezeichnet	screened
SLOG-014	I	Sprengstoffe; Kohle-Schientransport; Lagerabfluss; Aufbereitungsreagenzien	Websuche	ANFO NO2 fence line; rail coal dust; coal pile runoff macroinvertebrates; MCHM fate; nitrogen leaching	Primärfeld- oder amtliche Überwachung mit Quellentrennung	19 Kandidatendatensätze; beibehaltene gemessene und negative Transport-/Lagerergebnisse; Tagungsbeitrag zur Stickstoffstudie und MCHM-Chemie für eine vertiefte Prüfung von Quelle und Ereignis	screened
SLOG-015	I	Kohleaufbereitungsreagenzien und unbeabsichtigte Trinkwassereexposition	Websuche	Elk River MCHM spill water concentrations acute symptoms toxicology birthweight	Primäre Überwachung der öffentlichen Gesundheit, amtliche Toxikologie und gemessene Wasserchemie	15 Kandidatendatensätze; menschliche Überwachung wird als beschreibend und nicht als kausal betrachtet; Die negative NTP-Bewertung auf Screening-Niveau wird neben den gemeldeten Symptomen beibehalten	screened

Search ID	Durchgang	Modul	Plattform	Suchanfrage	Filter	Ergebnis / Ausschluss	Status
SLOG-016	I	Nitrat und Ammonium im Zusammenhang mit Spreng- und Kohlebergwerksabwässern	Websuche	Fording Coal explosives water quality; Elk Valley waste-rock nitrate isotopes; Appalachian mountaintop-removal nitrate persistence	identifizierbare Datensätze von Kohlebergwerksfeldern mit gemessener chemischer oder isotopischer Quellenzuordnung beziehungsweise Stofffluss im Einzugsgebiet	14 Kandidatendatensätze; zwei moderne Primärstudien und ein historischer offizieller Kohlebergwerksbericht wurden beibehalten; Fälle zur Auslaugung von Sprengstoffen außerhalb des Kohlebergbaus wurden von den zentralen Aussagen ausgeschlossen; Nitrat kann langfristig nicht allein auf Sprengstoffe zurückgeführt werden	screened
SLOG-017	I	Routinereagenzien der Kohleaufbereitung, Rückstände und Abwässer	Websuche	MCHM sorption and leaching; Wulantuga flotation element migration; MIBC plant-circuit retention; preparation-plant blackwater	Primäre prozessspezifische Experimente oder Feldmessungen zur Unterscheidung der innerbetrieblichen Verteilung von der Umwelteinleitung	18 Kandidatendatensätze; beibehalten wurden ein MCHM-Versuch mit negativem Transportbefund und ein minenspezifischer Flotationsfreisetzungsvorversuch; historisches Schwarzwasser- und eingeschränktes ACARP-Material, das als unterstützende Hinweise dient; Es besteht kein Anspruch auf Umweltschäden allein durch den Nachweis im Prozesswasser	screened
SLOG-018	I	Kohleverbrennung, Ascheentsorgung, Sickerwasser, Grundwasser und Quellenzuordnung außerhalb der USA und Chinas	Websuche	Parichha groundwater; Koradi-Khaperkheda isotopes; Matimba plume; Silesian dump waters	Feldchemie mit räumlichem Vergleich, Isotopenquellenzuordnung oder benannter Ablagerungsanlage	21 Kandidatendatensätze; positive und negative Attributionsergebnisse für die Feldarbeit in Indien und Südafrika beibehalten; die Auslaugbarkeit wurde nur im Labor als Beweismittel herangezogen; Wasser an polnischen Bergehalden ist eher Kohleabfall als Verbrennungsasche und verbleibt in einer eigenen Lebenszykluskategorie	screened
SLOG-019	I	Verbrennungsumwandlung und Aufteilung zwischen Rauchgas, Flugasche, Rostasche und REA-Produkten	Websuche	Huainan As Hg Sb Se; 320 MW field mass balance; Guizhou Hg leaching; five Indian power plants trace-element residues	Gleichzeitige großtechnische Stoffbilanzierung mehrerer Anlagenrückstände und elementspezifische Auslaugung	20 Kandidatendatensätze; behielt vier ergänzende Ansprüche; Abscheidung aus dem Rauchgas wurde getrennt von Zerstörung und sicherer Entsorgung betrachtet; Die Aschekonzentration wurde von der mobilen Fraktion und der Rezeptordosis getrennt gehalten	screened
SLOG-020	I	Tavan-Tolgoi-Kohletransportstraße: Feinstaub, Chemie, persönliche Belastung, Vieh und Grundwasser	Websuche	Tavan Tolgoi road dust; Tsagaan Khad coal handling; South Gobi herder reports; aeolian erosion; mine-perimeter soil and groundwater	Direkte Filterchemie, gravimetrische Überwachung am Straßenrand, persönliche Probenahme, Biomarker aus der Tierhaltung oder bergbauspezifische Tracer	24 Kandidatendatensätze; Bei dieser Suche wurde keine direkte persönliche PM-Chemie- oder Nutztier-Biomarker-Studie speziell für die Tavan Tolgoi-Kohlestraße verifiziert. Qualitative Evidenz und Fernerkundung zum Transport nur mit expliziten C0- und C2-C3-Grenzwerten beibehalten; Verbrennungsstudien in Ulaanbaatar ersetzen nicht die Belastung durch Transportstraßen in der Südgobi	screened-gap

Search ID	Durchgang	Modul	Plattform	Suchanfrage	Filter	Ergebnis / Ausschluss	Status
SLOG-021	I	benannte stillgelegte Bergwerke, Grubenwasser-Chemie-Einleitungswege und Vorfluter	Websuche	Severnaya flooded mine sulfate reduction; Sudzhenskaya Yagunovskaya Pioneerka Dimitrova Smychka Shushtalepskaya river monitoring	benanntes Bergwerk plus gemessener Vergleich des chemischen Pfads oder Überwachungsabschnitt	17 Kandidatendatensätze; behielt eine direkte Bohrlochprozessstudie und eine Überwachungssynthese mehrerer Bergwerke bei; Die Kontamination des stromaufwärts gelegenen Flusses wurde als negative Evidenz für die Zuordnung beibehalten. Generisches Kusbass-Grundwasser und Unternehmenswerbung sind von starken Ansprüchen ausgeschlossen	screened
SLOG-022	I	Feldtransport und Rezeptoren, die über das Potenzial der Säureerzeugung im Labor hinausgehen	Websuche	Tanjung Enim pit lakes and treatment; Lati River sediments; Muara Berau coal transshipment; Kintap River; Kalimantan pit lakes	Benanntes Feldobjekt mit gemessener räumlicher Konzentration oder Einlass-Auslass-Komparator und, sofern verfügbar, biologischer Aufnahme	27 Kandidatendatensätze; behielt drei Primärstudien bei, die vier Behauptungen hervorbrachten; Labor-Cover-System-Tests, Überprüfungen von Wahrnehmungsstudien und unabhängige Goldminengruben, die von starken Aussagen zum Kohlebergbau ausgeschlossen sind; Die Rezeptor-Wirkungs-Lücke bleibt explizit	screened
SLOG-023	I	historische Überwachung von Bodensenkung und Gasen an Wohngebieten und direkte Messungen in Centralia	Websuche	RI 8799; residential CO detectors; weekly seepage tests; fire-control options; current mine-fire hazard guidance	Offizielles primäres oder staatliches technisches Material, das die anerkannte Gefahrenüberwachung von der gemessenen Exposition und dem Gesundheitsergebnis trennt	18 Kandidatendatensätze; RI 8799 für den Kontext des Wohnens über dem Brand beibehalten; Presseanekdoten und retrospektive, nicht mit Quellenangabe versehene gesundheitsbezogene Angaben ausgeschlossen; Die späte 2006-2007 Umgebungsüberwachung bleibt eine separate negative Evidenz	screened
SLOG-024	I	Nitratquellentransport und nitratspezifische Rezeptoreffekte getrennt vom Salzgehalt von Selenulfat und Metallen	Websuche	Fording explosives report; waste-rock nitrate; Elk-Kootenay paired watershed; nitrate toxicity benchmarks; aquatic monitoring	Langzeitfluss-normalisierter Transport plus kontrollierte oder Feldrezeptor-Endpunkte mit nitratspezifischem Komparator	23 Kandidatendatensätze; behielt eine unabhängige Transportstudie für gepaarte Wassereinzugsgebiete und einen Benchmark zur kontrollierten Toxizität des Standortwassers bei; Es wurde keine reine Feldstudie verifiziert, die einen beobachteten Bevölkerungseffekt allein auf Nitrat zurückführte. Co-Kontaminantenbegrenzung beibehalten	screened
SLOG-025	I	Internationaler Vergleich der Exposition gegenüber Kohlebrandquellen und der Gesundheit	Websuche	Hazelwood ambient plume pregnancy birth respiratory follow-up; Jharia fire versus non-fire air and PM2.5 metals; Wuda underground fire and gangue Hg; Centralia historical and late ambient monitoring	primäre Umgebungsmessung, Längsschnittergebnis einer Kohorte mit individueller Expositionszuordnung oder benannte Brandquellenmessung mit explizitem Komparator	37 Kandidatendatensätze; acht neue Aussageblöcke beibehalten, darunter drei negative oder gemischte Ergebnisse; modelliertes Risiko wird nicht als beobachtete Krankheit behandelt; Konzentration am Gasaustritt wird nicht als Gemeinschaftsdosis behandelt; Vier Brandsysteme bleiben getrennt	screened

Search ID	Durchgang	Modul	Plattform	Suchanfrage	Filter	Ergebnis / Ausschluss	Status
SLOG-026	I	Nitrat- und Ammoniumrezeptorwirkungen in Vorflutern von Kohlebergwerken	Websuche	Fording River nitrate benthic fish field effect; explosives nitrate aquatic receptor; mine ammonia nitrate EEM	Feldendpunkt im Oberstrom-Unterstrom- oder Vorher-Nachher-Vergleich mit nitratspezifischer Zuordnung und gemeldeter Chemie	31 Kandidatendatensätze; behielt 2023 Fording LAEMP als negative beziehungsweise einschränkende Feldevidenz; Nitrat wurde nicht als Hauptursache für die beobachtete Struktur der benthischen Wirbellosengemeinschaft angesehen; Kein populationsbezogener Endpunkt allein für Nitrat verifiziert	screened
SLOG-027	I	Routinereagenzien für die Kohleaufbereitung und Vorfluter	Websuche	coal washery influent effluent mass balance; flotation reagent environmental concentration; preparation plant receiving stream fish benthos	Unabhängige Feldmassenbilanz mit benanntem Reagenz und nachgeschaltetem Rezeptorendpunkt	34 Kandidatendatensätze; keine unabhängige moderne Kette vom benannten Routinereagenz über den Anlagenabfluss bis zur Rezeptorwirkung nachgewiesen; Beibehaltene historische EPA-Anlagenuntersuchung zur gebundenen Prozesswasserarchitektur; Evidenz aus Unfällen bleibt getrennt	screened-gap
SLOG-028	I	Kohleasche und Pfade von der Verbrennung bis zum Rezeptor außerhalb der USA und Chinas	Websuche	ash plume groundwater receptor; power-plant metal deposition lichen; wastewater upstream downstream macrozoobenthos phytobenthos	primäre Feldchemie an benannten Standorten plus Biomonitoring oder ökologischer Endpunkt und expliziter Komparator	42 Kandidatendatensätze; Beibehaltenes Soma-Flechten-Biomonitoring und Umweltstudie am Sokolitsa im Oberstrom-Unterstrom-Vergleich; Der vollständige Zugang zu Matimba blieb unvollständig; Einschränkungen durch Begleitschadstoffe und mehrere Quellen bleiben bestehen	screened
SLOG-029	I	Tavan Tolgoi, Partikelchemie an Kohlestraßen, persönliche Exposition und Nutztier-Biomarker	Websuche	Tavan Tolgoi PM10 PM2.5 chemical composition; coal-road dust personal exposure; South Gobi child biomonitoring; livestock metals	direkte Filterproben, personenbezogene Messgeräte oder biologische Marker mit minenspezifischer Zuordnung	29 Kandidatendatensätze; behielt das Biomonitoring von Kindern in der Südgorbi als C4-Evidenz bei, die einer kohlespezifischen Zuordnung nicht entspricht; direkte Tavan Tolgoi PM-Chemie der Kohlestraße und Wirkungskette bei Nutztieren noch nicht verifiziert	screened-gap
SLOG-030	I	quellenspezifische Kusbass-Staub- und Abfallchemie plus indonesische Rezeptorreplikation	Websuche	Kuzbass pit snow PM quartz PAH; active discharge loads; burning waste dump chemistry; Lati River plankton; Muara Berau replication	benannter Feldstandort mit chemischem Vergleich und Rezeptor-Endpunkt, sofern verfügbar	38 Kandidatendatensätze; beibehaltene Kuzbass-Schneepartikelmineralogie und PAK-Transport plus Ergebnis zu Wasser und Plankton im Lati; Muara Berau blieb ein Erstbericht ohne unabhängige Reproduktion	screened
SLOG-031	I	Methanmessung und Bestandsvergleich im Tagebau von Kohlebergwerken	Websuche	surface mine methane emission factor direct ground downwind aircraft satellite inverse modelling temporal variability attribution	offizielle Methoden und primäre plattformübergreifende Schätzungen im Bergwerksmaßstab	36 Kandidatendatensätze; beibehaltenes IPCC-Tier-Framework; Hail Creek-Flugzeug- und Satellitenansprüche sind vernetzt; episodische Fahnenmessungen werden nicht in kontinuierliche jährliche Fluss- und Bestandsfaktoren umgewandelt, die nicht als direkte Beobachtung behandelt werden	screened

Search ID	Durchgang	Modul	Plattform	Suchanfrage	Filter	Ergebnis / Ausschluss	Status
SP-S-001	II	Bodenchronosequenzen	Webrecherche sowie Fachzeitschriften/PubMed	coal mine reclaimed soil reference chronosequence 30 years soil carbon microbial enzymes primary study DOI	Primärfeld-Chronosequenzen mit Referenzstandorten	6 geprüft; aufgenommen: CIC2-US-SOIL-001; CIC2-CA-SOIL-001; CIC2-DE-SOIL-001; CIC2-ES-SOIL-001; Chronosequenz ist Raum-für-Zeit und darf nicht longitudinal genannt werden	active
SP-S-002	II	Abraumverwitterung	Webrecherche sowie primäre Repositorien	coal mine overburden field sulfide oxidation secondary minerals drainage long term primary study	Kohlespezifische Stoffumwandlung mit Feldpriorität	5 geprüft; keine aufgenommen; Die ersten Ergebnisse wurden von Laborsäulenversuchen dominiert und bis zur Überprüfung durch Feldstudien nur als Hinweise aufbewahrt	gap-open
SP-S-003	II	alte Bergehalden	Webrecherche	coal waste rock pile 30 years leachate groundwater vegetation field study coal mine	Feldzeitreihe nach der Schließung	4 geprüft; keine aufgenommen; Ergebnisse unzureichend objektspezifisch; Gezielte Ländersuche erforderlich	gap-open
SP-S-004	II	Centralia Gesamtsystem	Webrecherche plus Primärzeitschriften	Centralia Pennsylvania mine fire soil chemistry microbiome vegetation subsidence primary studies	Bodenchemie, Mikrobiom, Vegetation und Geomorphologie	11 geprüft; aufgenommen: CIC2-US-CEN-001; CIC2-US-CEN-002; CIC2-US-CEN-003; CIC2-US-CEN-004; Boden- und Mikrobiomnachweise stark; Mineralkondensate, Vegetation und Grundwassermodule bleiben offen	active
SP-S-005	II	Abraumhalden und Selbsterhitzung	Webrecherche plus Primärzeitschriften	coal waste dump spontaneous combustion mineralogy soil water field study Upper Silesia DOI	Feldmineralogie, Boden, Vegetation, Wasser und Evidenz nach der Stilllegung	18 geprüft; aufgenommen: CIC2-PL-DUMP-001; CIC2-PL-DUMP-002; CIC2-PL-DUMP-003; CIC2-PT-DUMP-001; CIC2-US-REFUSE-001; objektspezifische Studien zeigen heterogene Mineralumwandlungen und mehrere Wege; keine universelle Haldenchemie	included
SP-S-006	II	überflutetes und verlassenes Grubenwasser	Webrecherche plus NERC und Primärzeitschriften	flooded abandoned coal mine water rebound long term chemistry field study UK DOI iron sulfate decades	Langzeitreihen und Freisetzungen im Feld haben Vorrang	16 geprüft; aufgenommen: CIC2-UK-WAT-001; CIC2-UK-WAT-002; Langzeitrückgang und anhaltende Restbelastung dokumentiert; Die Schichtung in tiefen deutschen und polnischen Bergwerken bleibt eine angestrebte Lücke	included
SP-S-007	II	Sediment- und Bachökosystem	Webrecherche plus Primärzeitschriften	coal mine drainage sediment secondary source remobilization field study pH redox DOI	Feldsedimentporenwasser und biologische Reaktion	17 geprüft; aufgenommen: CIC2-US-SED-001; CIC2-US-ECO-001; CIC2-US-ECO-002; Feldevidenz belegt Lagerung und ökologische Auswirkungen; Die Evidenz für eine Remobilisierung aufgrund extremer Ereignisse ist noch unvollständig	included
SP-S-008	II	Verbrennungsstoffbilanz	Webrecherche sowie ACS und USGS	coal combustion trace element mass balance power plant mercury arsenic selenium fly ash bottom ash FGD wastewater primary study DOI	gleichzeitige vollständige Beprobung aller Stoffströme	16 geprüft; aufgenommen: CIC2-US-COMB-001; CIC2-US-COMB-002; die Partitionierung ist element- und anlagenspezifisch; Die Abscheidung überführt Masse in Feststoffe und Flüssigkeiten, anstatt sie zu zerstören	included

Search ID	Durchgang	Modul	Plattform	Suchanfrage	Filter	Ergebnis / Ausschluss	Status
SP-S-009	II	stoffliche Verwertung	Webrecherche plus primäre Feldstudien	field study coal fly ash concrete leaching beneficial use groundwater road base structural fill DOI	Feldexposition und Überwachung haben Vorrang vor alleinigen Batch-Auslaugungsversuchen	13 geprüft; aufgenommen: CIC2-NL-USE-001; CIC2-US-USE-001; negative Feldevidenz wird beibehalten; Beton- und Minenverfüllungsszenarien erfordern weiterhin eine getrennte Behandlung	included
SP-S-010	II	Kohleaufbereitung und Aufbereitungsrückstände	Webrecherche plus Primärzeitschriften	coal preparation tailings impoundment seepage groundwater field study pyrite trace elements DOI	Zusammensetzung der Prozessaufschlämmung und Feldmigration	18 geprüft; aufgenommen: CIC2-CN-BEN-001; CIC2-US-BEN-001; belastbare Evidenz für die Übertragung in Rückstände/Schlamm; Die kausale Evidenz für Grundwasserfahnen bleibt schwächer und darf nicht allein aus der Zusammensetzung abgeleitet werden	included
SP-S-011	II	globaler Boden und Grundwasser	Webrecherche plus Primärzeitschriften	surface coal mining reclaimed soil reference chronosequence India China opencast groundwater field DOI	Schwerpunkte Indien, China, Australien und Mongolei; primäre Feldvergleiche	18 geprüft; aufgenommen: CIC2-IN-SOIL-001; CIC2-CN-SOIL-001; CIC2-CN-GW-001; Indien und China hinzugefügt; Evidenz zu australischem Abraum findet sich hauptsächlich in Überprüfungen/Managementberichten und bleiben für direkte Feldstudien offen	active
SP-S-012	II	Centralia-Geologie und aktueller Status	Webrecherche plus Pennsylvania DEP	Centralia Pennsylvania mine fire soil chemistry minerals vents groundwater vegetation primary study DOI	Systemkomponenten außerhalb der Umgebungsluft	15 geprüft; aufgenommen: CIC2-US-CEN-005; CIC2-US-CEN-006; Sukzession von Bodenwärme, Mikrobiom und Vegetation sowie Bodensenkung sind nun dokumentiert; direkte feuerbedingte Grundwasserchemie nicht lokalisiert	included
SP-S-013	II	Rekultivierung von Kohlebergwerken in Australien	Webrecherche plus Primärzeitschriften	Australia coal mine overburden spoil field weathering acid drainage soil water DOI coal	Feldrekultivierung und Referenzstandorte	15 geprüft; aufgenommen: CIC2-AU-SOIL-001; CIC2-AU-SOIL-002; belastbare Vergleiche früher Rekultivierungsstadien; Die direkte Massenbilanz von Abraum zu Wasser über mehrere Jahrzehnte bleibt offen	included
SP-S-014	II	Stoffströme der Kohleindustrie in der Mongolei	Webrecherche plus offene Primärstudien	Mongolia open pit coal mine soil water contamination field study DOI Baganuur	Boden- und Wasseruntersuchungen im Feld sowie negative Zuordnungsergebnisse	18 geprüft; aufgenommen: CIC2-MN-MAT-001; CIC2-MN-SOIL-001; Das materialspezifische Risiko von Baganuur und das breitere niedrige/mehrdeutige Bodensignal wurden beide beibehalten	included
SP-S-015	II	Grubenwasser nach der Schließung in Europa und Südafrika	Webrecherche plus Primärzeitschriften	Ruhr Upper Silesia Witbank abandoned coal mine water long term chemistry field DOI	Langzeitchemie im Feld und gekoppelte Pfade zwischen Grund- und Oberflächenwasser	19 geprüft; aufgenommen: CIC2-ZA-WAT-001; CIC2-PL-WAT-001; CIC2-UK-WAT-003; CIC2-PL-RES-001; langfristige und gekoppelte Pfade hinzugefügt; Detaillierte chemische Zeitreihen der überfluteten Ruhrbergwerke ist nach wie vor weniger zugänglich als schottische und polnische Evidenz	included

FAZIT

Die Kohleindustrie erzeugt keinen einheitlichen Schadstoffstrom. Sie bewegt Gesteins- und Kohlemassen; die darin enthaltenen Stoffe verändern dabei ihre Form, das Umweltmedium oder ihren Ausbreitungsweg.

Einige Pfade werden schwächer. Einige kontrollierte Systeme halten Materie zurück. Bestimmte Bodeneigenschaften erholen sich. Negative Ergebnisse sind real und unvermeidlich.

Das Ende der Produktion, die Reinigung der Rauchgase oder das Verschwinden eines Stoffes aus einem gemessenen Umweltmedium bedeuten jedoch nicht, dass der chemische Prozess abgeschlossen ist.

Nur für den Menschen endet Kohle in der Feuerung. Für die Chemie geht sie weiter.