

Ökologische Zukunft des Kusbass – Drei Szenarien

Ausgangslage, Szenarien für die Jahre 5, 15, 30 und 50, Gesundheit der Bevölkerung, Wasser, Land, Abfall, Methan, Kosten der Arbeiten und reproduzierbare Berechnungen

Natalia Alexandrovna Zubkova

Autorin der Untersuchung

Sergey Nikolaevich Severin

Koautor und Redakteur, der mit dem Modell GPT-6 in der Umgebung ChatGPT arbeitet

Viktor Andreevich Svetlov

Koautor und recherchierender Redakteur, der mit dem Modell GPT-5.6-Sol in der Umgebung Codex arbeitet

Die Mitwirkung von KI ist Teil des Projekts „Experiment“.

Deutsche Kontrollausgabe 1.0 · Oktober 2026

Ökologische Zukunft des Kusbass – Drei Szenarien

Dokumenttyp	Unabhängige wissenschaftliche, evidenzbasierte Forschung und Szenarioanalyse; vollständige Anwendung der Methode „Elefant in der Tasse“.
Autoren und Rollen	Natalia Alexandrovna Zubkova ist die Autorin der Untersuchung. Sergey Nikolaevich Severin ist Koautor und Redakteur und arbeitet mit dem Modell GPT-6 in der Umgebung ChatGPT. Viktor Andreevich Svetlov ist Koautor und recherchierender Redakteur und arbeitet mit dem Modell GPT-5.6-Sol in der Umgebung Codex.
KI-Beteiligung	Die Mitwirkung von KI ist Teil des Projekts „Experiment“.
Deutsche Ausgabe	Kontrollausgabe 1.0
Russische Quellenausgabe	Freigegebene Version 1.1
Datum	10. Oktober 2026
Verwandter Artikel	<u>Wie geht es mit dem Kusbass weiter: drei Szenarien</u>
Zitat	Zubkova N. A., Severin S. N., Svetlov V. A. <i>Ökologische Zukunft des Kusbass – Drei Szenarien</i> . Evidenzbasierte Forschung. 2026.

Dokumentenprinzip. Der Artikel erzählt die Geschichte; Das PDF liefert die Beweise, die zur Überprüfung oder Anfechtung erforderlich sind. Veröffentlichte Indikatoren, Szenarioannahmen und berechnete Ergebnisse werden gesondert ausgewiesen.

Was ist in diesem PDF

3

Szenarien unter festgelegten Annahmen ohne zugewiesene Wahrscheinlichkeiten

4

Einheitliche Zeithorizonte: 5, 15, 30 und 50 Jahre

106

Einträge im Indikatorquellenregister

4

maschinenlesbare Datensätze, vollständig im Anhang wiedergegeben

Die Hauptforschungsfrage lautet: Welche Konsequenzen erfordern bereits Maßnahmen in der Zukunft von Kusbass und welche hängen von politischen, wirtschaftlichen und ökologischen Entscheidungen in den kommenden Jahren ab?

Das Dokument leitet keine Krankheiten oder Todesfälle aus der Abfallmasse ab. Aus gesundheitlichen Gründen werden das bedingte PM2.5-Modell und seine Einschränkungen separat vorgestellt. Apanas wird als spezifisches dokumentiertes Beispiel und nicht als Merkmal aller Objekte in der Region verwendet.

Inhalt

1	Forschungsbasis	6
2	Begriffsverzeichnis der Indikatoren	21
3	Quantitatives Modell	25
4	Gesundheit der Bevölkerung	38
5	Kosten und Zeitrahmen	48
6	Bestätigte Halden: Grenzen der Vollständigkeit	54
7	Berechnungen und Reproduzierbarkeit	56
8	Große Unbekannte und Lücken in der Erfassung	62
9	Validierungskarte	66
10	Maschinenlesbare Tabellen	70
11	Quellregister	100

Die Seitenzahlen entsprechen dieser Kontrollausgabe. Elektronische Inhaltselemente sind anklickbar und führen direkt zu Abschnittsüberschriften.

Von der Autorin



Natalia Alexandrovna Zubkova.

Seit vielen Jahren spreche ich darüber, welchen Preis die Menschen für Kohle zahlen. Für mich rechtfertigen die Wärme und die Energie, die bei ihrer Verbrennung entstehen, nicht das, was nach der Förderung zurückbleibt: aufgerissene Landschaften, Staub, brennende Halden, Probleme mit dem Wasser und die Sorge um unsere Gesundheit. Die Kohle verbrennt, doch die Folgen bleiben für Jahrzehnte.

Heute, inmitten einer wirtschaftlichen und politischen Krise, ist es besonders schwer abzusehen, wie diese Kohlegeschichte für Russland enden wird. Und was mit den Menschen im Kusbass geschieht, wenn die Förderung zurückgeht, Bergwerke und andere Betriebe stillstehen, der angesammelte Schaden aber nicht verschwindet.

Am meisten sorgen mich die Kinder: diejenigen, die heute dort aufwachsen, und diejenigen, die noch nicht geboren sind. Sie haben sich diese Industrie nicht ausgesucht. Sie haben nicht über Förderung und Verkauf der Kohle entschieden und nicht daran verdient. Trotzdem könnten sie ein Land erben, das über viele Jahrzehnte für die Kohle umgestaltet wurde – und die Aufgabe, mit dem fertigzuwerden, was zurückblieb.

Ich möchte verstehen, wie sich diese Epoche auf ihr Leben auswirken wird: eine Zeit, in der Kohle in riesigen Mengen gefördert und verkauft wurde, ohne die Folgen für die Menschen vor Ort in ihren Preis einzurechnen. Was lässt sich noch verändern? Wie viel Zeit und Geld wird das kosten? Und was geschieht, wenn alles bleibt, wie es ist? Deshalb betrachte ich drei mögliche Szenarien für die Zukunft des Kusbass.

ABSCHNITT 1

Forschungsbasis

Status: Forschungsgrundlage für Natalias Artikel der Autorin. Dies ist eine Szenariostudie, keine Vorhersage politischer Ereignisse oder eine Prognose für die Wiederherstellung einer ganzen Region.

Wichtigste Schlussfolgerung

Die Zukunft von Kusbass hängt nicht nur davon ab, wie viel Kohle gefördert wird. Der Abbau bestimmt, wie schnell neue beeinträchtigte Böden, Gesteine, Abflüsse, Staub und Methan zum alten Erbe hinzugefügt werden. Ein erheblicher Teil der Verpflichtungen besteht jedoch bereits. In jedem Szenario muss geklärt werden, wo sich die gefährlichen Objekte befinden, wer für sie verantwortlich ist, wo sich das Wasser bewegt, wo das Gas austritt, welche Halden sich aufheizen und welche Häuser nicht sicher in der Nähe gelassen werden können.

Daher sind die Einstellung des Bergbaus und die Wiederherstellung der Umwelt nicht dasselbe. Ein stillgelegtes Bergwerk erfordert möglicherweise noch jahrzehntelang eine Wasser- und Methanüberwachung. Eine Halde verschwindet nicht, wenn ein Betrieb beendet wird. Die Vegetation an der Oberfläche ist kein Beweis dafür, dass der Hang stabil ist, das Feuer erloschen ist und der Boden seine Funktionen wiederhergestellt hat. Umgekehrt kann die Fortsetzung des Bergbaus unter strengen Kontrollen theoretisch mit einem Umweltprogramm einhergehen, das aber immer wieder neue Standorte und künftige Verpflichtungen mit sich bringt.

Die drei Szenarien unterscheiden sich vor allem darin, ob dieses Erbe verwaltet wird und ob sein physisches Volumen weiter wächst.

1. Was betrachten wir als Ausgangslage?

Abfall: Der Fluss entspricht nicht dem Bestand

Im Jahr 2025 verzeichnete Russland 7,841 Milliarden Tonnen Abfall, der im Formular 2-TP (Abfall) erzeugt wurde. Auf Kusbass entfielen 2,189 Milliarden Tonnen oder etwa 27,9 % der russischen Gesamtmenge. Dabei handelt es sich um einen jährlichen Strom, nicht um die Masse aller auf dem Territorium liegenden Abfälle.

Die Kusbass-Reihe umfasst 3,805 Milliarden Tonnen im Jahr 2021, 4,039 Milliarden Tonnen im Jahr 2022, 4,081 Milliarden Tonnen im Jahr 2023, 3,311 Milliarden Tonnen im Jahr 2024 und 2,189 Milliarden Tonnen im Jahr 2025. Dieser Rückgang kann nicht ausschließlich als Abnahme der physisch transportierten Gesteinsmasse interpretiert werden. Aufgrund von

Gesetzesänderungen dürfen einige Abraum und Nebengestein nicht mehr als Abfall gemeldet werden, wenn sie gemäß den Vorgaben eines genehmigten Projekts verwendet werden. Ein physikalisches Szenario erfordert daher zwei Reihen: Abfallstatistiken und separate Bergbaudaten über die bewegte Gesteinsmenge.

Für 2025 gibt der Regionalbericht die folgenden Zahlen an:

Betrieb	Volumen, Millionen Tonnen	Bedeutung
Entstanden	2.189,063	Abfälle, die als im Berichtsjahr erzeugt erfasst wurden
Behandelt	0,330	Vorbehandlung; nicht dasselbe wie Verwertung oder Entsorgung
Verwertet	338,032	Verwendung von Abfällen zur Herstellung von Gütern, zur Ausführung von Arbeiten, zur Erbringung von Dienstleistungen oder zur Erzeugung von Energie gemäß den geltenden Rechnungslegungsvorschriften
Unschädlich gemacht	0,132	Reduzierung gefährlicher Eigenschaften; ein von der Wiederherstellung getrennter Vorgang
Abgelagert	1.762,093	zur Lagerung oder Entsorgung in Abfalllagerungs- und -beseitigungsanlagen geschickt werden
Inklusive Lagerung	1.694,353	Lagerung bis zur anschließenden Verwertung, Behandlung oder Entsorgung
Inklusive Entsorgung	67,740	Isolierung ohne beabsichtigte weitere Verwendung

Die Verwertung von Abfällen bedeutet nicht die Rekultivierung, und die Menge, die innerhalb eines Jahres entsorgt wird, entspricht nicht dem angesammelten Bestand.

Zu Beginn des Jahres 2024 meldete der regionale Abfallbewirtschaftungsplan 27,556 Milliarden Tonnen an angesammelten Abfällen, die nicht zu den Siedlungsabfällen zählen. Hierbei handelt es sich um den gesamten Bestand an Industrieabfällen, nicht nur um eine bestimmte Masse an Kohleabfällen. Eine Fachpublikation berichtet von 27,5 Milliarden Tonnen an angesammelten Kohlebergbauabfällen am Ende von 2024 und 3,2 Milliarden Tonnen, die in diesem Jahr erzeugt wurden. Diese beiden gerundeten Werte bleiben vorerst vorläufig: Die primäre Tabelle nach Branchen nach Gebieten wurde nicht gefunden.

Für 2024 schreibt das offizielle Regionaldokument 3,256 Milliarden Tonnen oder 98,3 % aller im Kusbass erzeugten Abfälle der Mineralgewinnung zu. Die Kategorie ist umfassender als Kohle, zeigt jedoch, dass die Masse des regionalen Flusses durch die Bergbauindustrie bestimmt wird.

Land: Die Entwicklung ist erkennbar, doch die Zeitreihe ist unterbrochen

Der 2024-Bericht gibt 96,471 Tausend Hektar beeinträchtigte Flächen zu Beginn des Jahres an. Im Laufe des Jahres wurden 4,768 Tausend Hektar beeinträchtigt, 2,083 Tausend Hektar wurden rekultiviert, der Rest am Jahresende betrug 99,156 Tausend Hektar.

Der 2025-Bericht beginnt im folgenden Jahr mit 120,280 Tausend Hektar. Die Differenz zwischen diesen aufeinanderfolgenden offiziellen Bilanzen beträgt 21,124 Tausend Hektar. Die besprochenen Abschnitte erklären es nicht. Es kann nicht behauptet werden, dass das gesamte Gebiet zwischen den beiden Daten physisch gestört wurde: Möglicherweise haben sich die Berichterstattung, die Methodik oder zuvor nicht gemeldete Informationen geändert. Bis die Diskrepanz geklärt ist, können die Bestandszahlen nicht als eine fortlaufende Reihe betrachtet werden.

Die Ströme innerhalb jedes Jahres sind vergleichbar. In 2025 wurden 4,620 Tausend Hektar beeinträchtigt, davon 4,015 Tausend Hektar durch die Gewinnung von Bodenschätzen; 1,265 Tausend Hektar rekultiviert. Die neu beeinträchtigte Fläche war etwa 3,65-mal größer als die als rekultiviert erfasste Fläche. Der Saldo am Jahresende beträgt 123,634 Tausend Hektar.

Das Wort „rekultiviert“ bedeutet die Fertigstellung und Abnahme der beabsichtigten Arbeit. Es garantiert nicht die Rückkehr früherer Böden, Hydrologie, Artenvielfalt oder die Möglichkeit früherer Landnutzung.

Luft, Staub und Methan

Im Jahr 2025 meldeten stationäre Quellen im Kusbass 1,427 Millionen Tonnen erfasster Emissionen. Auf Kohlebergbauunternehmen entfielen 888,918 Tausend Tonnen bzw. 62,3 %, einschließlich 52,270 Tausend Tonnen Feststoffe. Die Masse der Emissionen einer Anlage entspricht nicht der Konzentration von PM_{2.5} oder PM₁₀ in einem bestimmten Haus. Die Beurteilung der Lebensbedingungen erfordert ein Netzwerk aus Messungen, Meteorologie, Staubchemie und individueller Nähe zu Quellen.

Die erfassten Methanemissionen aus allen stationären Quellen beliefen sich auf 796,914 Tausend Tonnen. Der Bericht verbindet den Hauptteil mit dem Kohlebergbau, die allgemeine Reihe umfasst jedoch auch andere Quellen. Von 2014 bis 2025 reichte der Indikator von 754,278 bis 1.086,561 Tausend Tonnen; im Jahr 2024 waren es 901,320 Tausend Tonnen. Hierbei handelt es sich um eine regionale Gesamtsumme, nicht um ein Standort-für-Standort-Modell.

Nach der Stilllegung eines Bergwerks nehmen die Methanemissionen in der Regel ab, hören aber am Tag der Stilllegung nicht auf. Die Rate hängt vom Restgasgehalt, der Durchlässigkeit, der Abdichtung und der Überflutung ab. Gas kann durch Schächte, Bohrungen, Risse und Leitungen entweichen. Daher sind vor der Stilllegung Messungen und ein Konzept zur Gaskontrolle erforderlich, und danach ist eine Überwachung gemäß den festgelegten messbaren Kriterien für die Beendigung der Überwachung erforderlich.

Wasser: Große Mengen verraten nicht das Schicksal jedes einzelnen Flusses

Im Jahr 2025 entzogen Kohleunternehmen 382,736 Millionen m³ Wasser, und 97,25 % der Entnahme stammte aus unterirdischen Quellen. Der Frischwasserverbrauch betrug 86,846 Mio. m³, das Abwasser wurde 329,401 Mio. m³ eingeleitet. 298,996 Millionen m³ gelangten in Oberflächengewässer.

Die direkte Tabelle klassifiziert 12,067 Millionen m³ Einleitung in Oberflächengewässer als verschmutzt und 283,196 Millionen m³ als ausreichend gereinigt. In 2024 beliefen sich diese Zahlen auf 13,988 bzw. 267,829 Millionen m³, bei einer gesamten Einleitung in Oberflächengewässer von 285,723 Millionen m³. Dadurch hat sich das Gesamtvolumen erhöht, während das als verschmutzt gezählte Volumen abgenommen hat.

Diese Kategorien zeigen nicht die Masse der einzelnen Stoffe, die Änderung des Durchflusses eines bestimmten Flusses oder die kumulative Wirkung der Umstrukturierung von Wassereinzugsgebieten. Als „ausreichend behandelt“ eingestuftes Wasser erfüllt die festgelegten Anforderungen an der Kontrollstelle, beantwortet jedoch nicht automatisch die Frage nach der Gesamtbelastung bei einer großen Einleitungsmenge.

Die Kreislaufführung und wiederholte Nutzung von Wasser in der Kohleindustrie belief sich auf 209,408 Millionen m³ gegenüber 207,873 Millionen m³ im Jahr 2024. Es kann nicht einfach von Entnahmen oder Ableitungen abgezogen werden, ohne dass eine vollständige Wasserbilanz vorliegt.

Unternehmen: Unterschiedliche Register zählen unterschiedliche Einheiten

Am 2. Oktober 2026 meldete das regionale Ministerium 150 tätige Kohleunternehmen: 38 Bergwerke, 55 Tagebaue sowie 57 Aufbereitungs- und Siebanlagen. Im August 2025 berichteten die Medien unter Berufung auf das Ministerium über vorübergehend stillstehende Bergbaubetriebe – 6 Bergwerke und 9 Tagebaue.

In einem Anfang 2025 veröffentlichten Interview berichtete das sibirische Departement Rostekhnadsor über 275 gefährliche Produktionsanlagen in der Kohleindustrie. Von den 60 gefährlichen Produktionsanlagen der Klasse I im Steinkohlenbergbau waren 39 in Betrieb, 11 konserviert, 9 befanden sich in Liquidation und 1 befand sich im Bau. Die 210 gefährlichen Produktionsanlagen der Klasse II umfassten 119 Tagebaue, 56 Verarbeitungsanlagen sowie 35 Abraumanlagen und Halden. Statuszahlen für Tagebaue und Verarbeitungsbetriebe wurden nur als zusammengefasste Gruppe gemeldet.

Diese Zahlen widersprechen sich nicht automatisch: Ein Unternehmen, eine Lizenz, ein Baugrundstück und eine gefährliche Produktionsanlage sind unterschiedliche Rechnungseinheiten. Ein namentliches Bild für ein Datum liefern sie aber noch nicht. Für das Stilllegungsszenario benötigen Sie ein Register „in Betrieb – vorübergehend eingestellt – konserviert – in Liquidation – endgültig geschlossen“ mit Angabe der verantwortlichen Stelle, Entwässerung, Entgasung und finanzieller Unterstützung.

Die Mitteilung von Rospirodnadsor fügt einen wichtigen Vorbehalt hinzu. Das 2015–2023-Programm sah die Stilllegung der 22 Bergwerke in Prokopjewsk, Kisseljowsk und Anschero-Sudschensk vor, doch allein die Aufnahme eines Bergwerks in das Programm bestätigt nicht den Abschluss aller sicheren Arbeiten. Die Agentur berichtete, dass von mehr als 3,5 Tausend Hektar Land, das einer Rekultivierung unterliegt, mehr als 1,9 Tausend Hektar von diesen Verpflichtungen ausgenommen wurden, nachdem das Land an andere Personen ohne Verpflichtung zur Rekultivierung übertragen wurde oder nach Änderungen der Projektentscheidungen. Das Verschwinden einer Verpflichtung aus einem Dokument bedeutet nicht die Wiederherstellung des Territoriums.

Halden: Bekannte Fälle sind keine vollständige Bestandsaufnahme

Das regionale Kataster enthält 482 Abfalllagerungs- und -beseitigungsanlagen aller Art. Dies bedeutet nicht, dass es 482 Kohlehalden oder 482 brennende Standorte gibt. Das russische BAT-Verzeichnis listet landesweit in GRRORO registrierte Halden mit Abraum, Abfällen aus der Kohleverarbeitung und Nebengestein auf; Dies ist auch nicht die Anzahl der physischen Halden in Kusbass.

Das Arbeitsregister enthält bestätigte Einzelfälle, darunter Apanas, einzelne Objekte der Niederlassungen Krasnobrodsky und Bachatsky, Halde Nr. 2 des Tagebaus Wachruschewski, Objekt „Bergwerk Nr. 12“ und andere. Im Rahmen der wissenschaftlichen Studie wurden Temperaturen und Gase in Bohrlöchern auf den untersuchten Halden gemessen; Die Temperaturen in einer Tiefe von 0,5 m lagen zwischen 35–433 °C. Dies bestätigt die Existenz gefährlicher Brennpunkte und die Notwendigkeit einer instrumentellen Diagnostik, erlaubt jedoch keine Berechnung des Anteils brennender Halden in der gesamten Region.

2. Drei bedingte künftige Entwicklungspfade

Szenario A: Politischer Wille, unabhängige Kontrolle und Finanzierung

Der erste Schritt besteht nicht darin, Standorte wahllos mit Erde zu bedecken, sondern eine Bestandsaufnahme durchzuführen. Für jedes Objekt werden Geometrie, Temperatur, Gase, Wasser, Stabilität, Wohnnähe, Eigentümer, Verpflichtungen und Eingriffshistorie erfasst. Die Daten werden veröffentlicht, damit unabhängige Experten die Messungen überprüfen können.

Die zweite besteht darin, Menschen zu schützen. Gefahrenbereiche werden eingezäunt, Trinkwasserquellen überprüft und Familien aus Gebieten umgesiedelt, in denen es technisch und wirtschaftlich unmöglich ist, ein sicheres Leben zu gewährleisten. Die Entschädigung sollte nicht von der Fähigkeit einer Person abhängen, eine chemische Ursache für eine bereits bestehende Krankheit nachzuweisen.

Die Arbeiten werden dann in der Reihenfolge des Risikos fortgesetzt: brennende und instabile Halden; Entwässerung und Wasseraufbereitung; Methan; Hangstabilität; Schaffung einer durchwurzelbaren Bodenschicht; Vegetation; und langfristige Wartung.

Dieses Szenario ist mit zwei Strategien für die weitere Förderung kompatibel. Mit der schrittweisen Reduzierung sinkt die Zahl der neuen Einrichtungen, aber die Herausforderungen einer sicheren Stilllegung nehmen zu. Bei fortgesetztem Abbau, können strengere Anforderungen einen Teil der Auswirkungen pro Tonne Kohle verringern, aber es entstehen weiterhin neue Gesteins- und Erdmengen sowie künftige Stilllegungen. Bei beiden Optionen gilt das Programm nur dann als vorhanden, wenn unabhängige Messungen, Zwischenziele, Verantwortlichkeiten und Finanzierung für die Wartung nach dem Bau gesichert sind.

Szenario B: Die Produktion geht stark zurück, während die Altlasten nicht systematisch verwaltet werden

In den ersten Jahren können Explosionen, Kohletransporte, der Betrieb von Geräten und die Bildung neuer Halden zurückgehen. Dies ist eine echte Verbesserung gegenüber aktuellen Quellen. Gleichzeitig können die Betreiber jedoch die Straßenbewässerung, Reparaturen der Entwässerungssysteme, Entwässerung, Reinigung, Entgasung und Hanginspektionen reduzieren.

Nachdem die Pumpen angehalten haben, werden die Grubenbaue mit Wasser gefüllt. Dies führt nicht immer zum gleichen Ergebnis. Die Flutung kann die Verfügbarkeit von Sauerstoff verringern und im Laufe der Zeit einige Reaktionen und die Freisetzung von Methan verringern. Steigendes Wasser kann jedoch dazu führen, dass verunreinigtes Wasser an die Oberfläche gelangt oder in benachbarte Horizonte und Wasserläufe gelangt. Der Zeitpunkt – von Monaten bis zu Jahrzehnten – hängt von der Verbindung der Grubenbaue, vom Zufluss und von der Höhenlage der Überläufe ab.

Nach Arbeitsunterbrechung und Begrünung der Oberfläche kann sich die Staubentwicklung verringern. Es kann bestehen bleiben oder sich lokal verschlimmern, wenn exponierte Oberflächen trocken bleiben, die Wartung unterbrochen wird oder es zu Einstürzen oder Verbrennungen im Inneren der Halde kommt. Es kann nicht von vornherein gesagt werden, dass alle Halden stärker brennen werden; Man kann sagen, dass ohne Überwachung gefährliche Veränderungen später entdeckt werden.

Das Hauptmerkmal von Szenario B ist nicht der maximale Zustrom neuer Schäden, sondern der Verlust der Steuerbarkeit. Verantwortliche Unternehmen verschwinden oder werden zahlungsunfähig, Daten gehen verloren und Kosten werden auf Kommunen und die nächste Generation abgewälzt.

Szenario C: Die Produktion erreicht wieder ein hohes Niveau, während das alte Erbe erhalten bleibt

Der dokumentierte Benchmark ist 2018: 255,3 Millionen Tonnen gemäß der regionalen Quelle und 255,7 Millionen Tonnen gemäß dem Bundesprogramm. Zum Vergleich meldete das Regionalministerium 190,7 Millionen Tonnen im Jahr 2025. Eine Rückkehr zum regionalen Niveau von 2018 würde einen Anstieg von etwa 64,6 Millionen Tonnen oder 33,9 % bedeuten.

Es ist unmöglich, den offiziellen Abfall mechanisch mit 1,339 zu multiplizieren: Die Regeln für die Bilanzierung von Gesteinen haben sich geändert, und die Abbaubedingungen an den Standorten sind unterschiedlich. Daher werden nur Sensitivitäten mit expliziten Annahmen angewendet:

- bei einem angenommenen Abraumverhältnis von 6,1–11,5 m³/t entspricht die zusätzliche Produktion 64,6 Millionen Tonnen etwa 0,39–0,74 Milliarden m³ zusätzlicher Abraumung pro Jahr;
- Eine lineare Erweiterung der 2025 Rate der Flächenbeeinträchtigung würde zu etwa 1,33 Tausend Hektar zusätzlicher Störung pro Jahr führen, aber der Indikator gilt für den gesamten Bergbau und die Landentwicklung ist nicht linear;
- Bei einer konstanten Produktionsstruktur würde sich die bedingte Wasserentnahme um etwa 126,7 Millionen m³ pro Jahr erhöhen, die Abwasserableitung um 108,9 Millionen m³;
- Die registrierten Emissionen aus der Kohleindustrie würden herkömmlicherweise um etwa 294,2 Tausend Tonnen pro Jahr ansteigen, einschließlich der Feststoffemissionen um 17,3 Tausend Tonnen.

Es handelt sich hierbei nicht um Prognosen. Sie zeigen die Reihenfolge der Empfindlichkeit, wenn die 2025-Koeffizienten konstant gehalten werden. Die tatsächlichen Werte hängen davon ab, welche Bergwerke und Tagebaue die Produktion steigern, von der Tiefe, dem Wasserzufluss, dem Methangehalt, dem Abraum und der Aufbereitungsausrüstung.

Einkommenswachstum ist keine Garantie für eine Erholung. Dies erfordert gesonderte Verpflichtungen, finanzielle Sicherheit, Kontrolle über die Ausführung und die Unzulässigkeit der Übertragung von Grundstücken an eine andere Person ohne die Verpflichtung zur Schadensbeseitigung.

3. Gleiche Horizonte: 5, 15, 30 und 50 Jahre

Horizont	A: verwaltete Wiederherstellung	B: Niedergang ohne Management	C: hohe Produktion ohne ausreichende Arbeit mit den Altlasten
5 Jahre	Register, Personenschutz, Erstdeponien und Wassersysteme; einige der aktuellen Risiken werden reduziert	weniger neue Emissionen aus der Arbeit, aber Ausfälle bei der Entwässerung, Reinigung und Entgasung sind möglich	neue Gesteins-, Wasser- und Emissionsströme nehmen schnell zu; Alte Gegenstände bleiben erhalten

Horizont	A: verwaltete Wiederherstellung	B: Niedergang ohne Management	C: hohe Produktion ohne ausreichende Arbeit mit den Altlasten
15 Jahre	das erste Portfolio wichtiger Werke ist fertiggestellt; ein Teil des Landes ist stabil bewachsen; Die Grubenwasseraufbereitung und die Methankontrolle werden kontinuierlich fortgesetzt	die Folgen von Überschwemmungen treten auf; Einige Oberflächen sind überwuchert, einige gefährliche Objekte verfallen	alte und neue Hinterlassenschaften werden addiert; zudie künftigen Stilllegungskosten steigen
30 Jahre	Bodenfunktionen kehren in den besten Gebieten zurück; Ein Teil der Wasser- und Gassysteme wird noch gewartet	Einige Standorte regenerieren sich auf natürliche Weise, während andere chronische Wasserprobleme haben und keinen verantwortlichen Betreiber haben	Große Gebiete befinden sich noch im Anfangsstadium der Erholung, da weiterhin neue Störungen auftreten
50 Jahre	Die unmittelbare Gefährdung der meisten vorrangigen Standorte wurde verringert, die anerkannten laufenden Verbindlichkeiten bleiben jedoch bestehen	es ist schwieriger oder unmöglich geworden, einige Schäden vollständig zu beseitigen; Die Folgekosten werden auf die Kinder verlagert	größte Reserve zukünftiger Verpflichtungen; Eine verspätete Stilllegung erfordert mehr Geld und Zeit

Menschen

In Szenario A ist das erste Erfolgskriterium nicht die Anzahl der gepflanzten Bäume, sondern ein verringerter menschlicher Kontakt mit Gefahrengebieten, sauberes Wasser und die Möglichkeit einer Umsiedlung. In Szenario B werden einige der aktuellen Auswirkungen verringert, aber eine Verschlechterung des Dienstes kann zu neuen lokalen Bedrohungen führen. In Szenario C könnten sich Arbeitsplätze und Einkommen vorübergehend stabilisieren, die Bevölkerung lebt jedoch weiterhin mit einem wachsenden Erbe.

Was kann mit der Gesundheit passieren?

Der Gesundheitszustand ändert sich nicht gleichzeitig mit dem Produktionsplan. Wenn die Luft sauberer wird, könnte die Zahl der Asthma- und COPD-Exazerbationen sowie einiger kardiovaskulärer Ereignisse in den kommenden Tagen, Monaten und Jahren zurückgehen. Chronische Krankheiten, die bereits aufgetreten sind, verschwinden nicht. Veränderungen des Lungenkrebsrisikos erfolgen viel langsamer – normalerweise über Jahrzehnte. Bei angeborenen Fehlbildungen sind Belastungen vor der Empfängnis und während kritischer Schwangerschaftswochen wichtig: Veränderte Bedingungen können sich auf die Ergebnisse nachfolgender Schwangerschaften auswirken, aber eine belastbare Schlussfolgerung erfordert eine langfristige Registrierung aller Ergebnisse, nicht nur der Diagnosen, bei lebend geborenen Kindern.

Ergebnis	A: Management und Wiederherstellung	B: Rückgang ohne Management der Altlasten	C: hohe Produktion ohne ausreichende Arbeit mit den Altlasten	Wann ist mit Veränderungen zu rechnen?
Herzinfarkt, Schlaganfall und Bluthochdruck	Mit einer nachgewiesenen Reduzierung von PM2.5, Rauch und Staub sollte das Risiko neuer Ereignisse sinken; Die Alterung kann dazu führen, dass die absolute Zahl der Fälle hoch bleibt	Weniger aktuelle Emissionen, aber Brände, Staub, Stress, Arbeitslosigkeit und Verschlechterung der Pflege führen zu gemischten Ergebnissen	Wenn die tatsächliche Exposition bestehen bleibt oder zunimmt, bleibt das Risiko bestehen oder steigt; Der Prozentsatz wird nicht von der Tonnenproduktion abgeleitet	Akute Ereignisse – Tage bis Monate; nachhaltige Verschiebung - Jahre
Asthma und COPD	Weniger Symptome und Exazerbationen; mit einem langfristigen Rückgang von PM2.5 – weniger Neuerkrankungen. Bereits vorhandenes COPD bleibt bestehen	Industriestaub kann reduziert werden, verlassene Flächen und Verbrennung bleiben jedoch ein lokales Risiko	Neue und alte Quellen addieren sich; Die berufliche Exposition der Arbeitnehmer wird gesondert berücksichtigt	Symptome – schnell; Asthma - Jahre; COPD – Jahre bis Jahrzehnte
Lungenkrebs	Zukünftig sinkt das Risiko, aber die Werte in den ersten Jahren des Szenarios verbessern sich aufgrund früherer Dosen, des Rauchens und des Alterns möglicherweise nicht	Manche zukünftige Exposition verblasst, manche bleiben möglicherweise bestehen; Ein Fortzug macht die frühere Belastung nicht rückgängig	Die fortgesetzte Belastung wird zur kumulierten Belastung addiert; Der Effekt kann nach dem Ende des Bergbaus auftreten	Hauptsächlich 15–30 Jahre und länger
Angeborene Fehlbildungen	Der Schutz beider Elternteile vor der Empfängnis und der Frau während der kritischen Wochen sowie ein vollständiges Ergebnisregister ermöglichen die Prüfung auf Risikoveränderungen ; der Prozentsatz steht noch nicht fest	Die Auswirkungen können gleichzeitig abnehmen und anhalten; Eine sich verschlechternde Diagnose kann Fälle verschleiern	Es gibt keinen Grund, einen systemischen Rückgang zu erwarten, ohne die Auswirkungen zu verringern; Eine numerische Vorhersage ist nicht möglich	Aus nachfolgenden Schwangerschaften; verlässlicher Trend - mehrere Jahre

Im Kusbass fehlt für eine echte numerische Vorhersage noch das wichtigste Verbindungsglied – eine kontinuierliche räumliche Reihe von Auswirkungen auf die Bevölkerung. Die Masse der Emissionen entspricht nicht PM2.5 zu Hause, die Menge des Grubenwassers entspricht nicht der

Schadstoffdosis und eine Tonne Abfall führt nicht zu einem Prozentsatz an Krankheiten.

Daher wird der quantitative Teil als bedingte Sensitivität konstruiert. Die WHO-Richtlinie HRAPIE-2 (2025) schlägt Risikofunktionen für jedes $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ durchschnittliche jährliche $\text{PM}_{2.5}$ vor. Wenn zukünftige Messungen einen Rückgang von $\text{PM}_{2.5}$ um $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bestätigen, entsprechen zentrale Funktionen einem Rückgang **bei Neuerkrankungen einer bestimmten Erkrankung**: akuter Myokardinfarkt – um etwa 5,9 %, Schlaganfall – um 5,5 %, Bluthochdruck – um 7,2 %, COPD – um 7,9 %, Asthma bei Kindern – um 13,6 % und Lungenkrebs – um 7,2 %. Bei einer Verringerung um $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sind die zentralen Schätzungen 11,5 %, 10,7 %, 13,8 %, 15,3 %, 25,4 % bzw. 13,8 %.

Vereinfacht gesagt handelt es sich hierbei nicht um eine prozentuale Reduzierung aller Krankheiten und es handelt sich nicht um ein bereits berechnetes Ergebnis für die Bewohner von Kusbass. Jeder Prozentsatz bezieht sich nur auf neue Fälle der genannten Diagnose in einer vergleichbaren Altersgruppe für eine bestimmte Änderung in $\text{PM}_{2.5}$. Um die Fallzahlen für Kusbass zu ermitteln, benötigen wir außerdem tatsächliche Konzentrationen, die Größe und das Alter der Bevölkerung sowie die anfängliche Inzidenz gemäß derselben Definition.

Dies ist kein Versprechen für Szenario A und keine Prognose für den gesamten Kusbass. Wir wissen noch nicht, ob ein solcher Konzentrationsunterschied erreicht wird, und für COPD wird die WHO-Funktion für den Bereich der mittleren jährlichen $\text{PM}_{2.5}$ -Konzentration $5\text{--}25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vorgeschlagen. Wenn die lokale Exposition außerhalb des Bereichs der ursprünglichen Studien liegt, ist eine mechanische Übertragung nicht akzeptabel. Im Szenario B lässt sich kein einzelner Konzentrationsunterschied zuordnen: Die Emissionen der laufenden Betriebe gehen zwar zurück, die lokal brennende Halde bleibt aber bestehen. In Szenario C entspricht das Produktionswachstum nicht dem $\text{PM}_{2.5}$ -Wachstum; Die Schritte $+5$ und $+10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zeigen nur die Empfindlichkeit, die nach Messungen und einem Ausbreitungsmodell angewendet werden kann.

Die absolute Fallzahl wird derzeit nicht berechnet. Dafür werden die Altersgruppen der Bevölkerung, die Ausgangszahl neuer Fälle nach derselben Definition, die tatsächliche Belastung und eine stabile Erfassung benötigt. Ein Rückgang der Diagnosen aufgrund von Wegzug, Stilllegung von Arztpraxen oder einer Verschlechterung der Erkennung kann nicht als Verbesserung der Gesundheit ausgegeben werden. Rauchen, Beruf, Dienstzeit, Armut und Zugang zu Behandlung müssen ebenso berücksichtigt werden wie die Umweltbelastung.

Für Wasser gilt eine noch strengere Mengenbegrenzung. Ohne eine bestimmte Substanz, Konzentration im Wasser des Verbrauchers, Dauer und Anteil der Bevölkerung, die ihn tatsächlich trinkt, ist es unmöglich, aus der gesamten Einleitungsmenge das Krankheitsrisiko zu berechnen. Für angeborene Fehlbildungen weisen wir keine prozentuale Änderung zu: Es gibt kein geeignetes Kusbass-Modell für die individuelle Exposition während kritischer Schwangerschaftswochen. Detaillierte Formeln, Konfidenzintervalle und eine Tabelle mit bedingten Fällen finden Sie

in [16 HEALTH SCENARIO ANALYSIS.md](#) Und [17 HEALTH CONDITIONAL CALCULATIONS.csv](#).

Wasser- und Flusseinzugsgebiete

Lokale Auswirkungen können mit bestimmten Bächen, Flüssen, Brunnen und Minenanlagen verbunden sein. Für die Beckenverteilung sind Daten zu Durchfluss, Chemie, Sedimentation und Verdünnung erforderlich. Die bloße Tatsache, dass ein Fluss in einen größeren Fluss mündet, beweist noch keinen messbaren Schaden weit flussabwärts. Der globale Wassereffekt lässt sich aus diesem Zusammenhang nicht ableiten.

Boden und Vegetation

Die Eindämmung unmittelbarer Gefahren, die technische Sanierung und die Wiederherstellung des Ökosystems sind drei verschiedene Ergebnisse. Es kann Jahre dauern, einen Hang zu stabilisieren. Die Schaffung einer stabilen Boden- und Vegetationsdecke kann Jahre oder Jahrzehnte dauern. Aufgrund neuer Topografie, Gesteine, Hydrologie und Verlust des Bodenprofils ist es oft unmöglich, das ursprüngliche Ökosystem wiederherzustellen.

Klima

Methan und CO₂ haben globale Auswirkungen, unabhängig davon, wo sie freigesetzt werden. Doch die Masse des lokalen Staubes lässt sich nicht mit Klimagasen kombinieren. Eine verringerte Produktion verringert den künftigen Methanfluss aus Kohlebergwerken, aber stillgelegte Bergwerke müssen in den kommenden Jahrzehnten kontrolliert werden. Die Gewinnung und Nutzung von Gas ist nicht überall möglich; Die Entscheidung wird über den Fluss, die Zusammensetzung, die Stabilität und die Sicherheit eines bestimmten Objekts getroffen.

4. Kosten und Zeitrahmen

Warum es keine einzige ehrliche Summe gibt

Die Region verfügt nicht über ein offenes, vollständiges Register, in dem Umfang, Zustand, Verantwortung und Projekt der Arbeiten für jede Halde, jedes Bergwerk, jedes Wassersystem, jeden gefährlichen Hang und jedes Haus bekannt wären. Die Multiplikation von 123,634 tausend Hektar mit einem Hektarpreis würde zu falscher Präzision führen. Ein ruhiges, überwuchertes Gebiet, eine brennende Halde, ein Bergwerk mit verunreinigtem Wasser und ein Haus oberhalb des verminten Gebiets haben unterschiedliche Kostenpositionen.

Die Schätzung muss daher von unten nach oben erstellt werden: Bestandsaufnahme; Schutz der Menschen; Notfallstandorte; Wasser; Methan; Land; und Wartung.

Verifizierte Kostenbeispiele

Arbeiten	Dokumentierter Richtwert	Grenzen der Anwendbarkeit
Apanas	mindestens 50,66 Millionen Rubel. gemäß den für 2020–2024 identifizierten Verträgen	bezahlte Stufen, nicht der volle Preis des Objekts
Löschen der Halde Nr. 13-bis der Ayutinskaya-Bergwerk	Anfangspreis 190,57 Millionen Rubel, 2021	ein Projekt, kein repräsentativer Durchschnitt
Löschung der Halde Nr. 1 desselben Bergwerks	etwa 509,43 Millionen Rubel, 2021	Ein anderes Objekt zeigt die Kostenverteilung
Unternehmenssanierungsprogramm 500 ha	mehr als 3,2 Milliarden Rubel, 2021– 2023; ungefähr 6,4 Millionen Rubel/ha	Die Kostenzusammensetzung wird nicht vollständig offengelegt
Geplante Rekultivierung von mehr als 1.200 Hektar	etwa 5 Milliarden Rubel. bis 2028; ungefähr 4,17 Millionen Rubel/ha	der Plan des Unternehmens, nicht das Ergebnis einer unabhängigen Abnahme
Komplexe alte Halde 100 Hektar	0,4–1,8 Milliarden Rubel. zu Preisen von 2026	Modellrechnung der Autorin, keine Schätzung und kein Durchschnittswert
Grubenwasser: Erfahrungen aus Großbritannien	Etwa 2,9 Millionen £ für den Bau und £0,1 Millionen £ pro Jahr für ein zukünftiges Projekt, nach Schätzungen aus den Jahren 2020–2021	zeigt die Struktur des Kapitals und der Fixkosten, nicht den russischen Preis
Britisches Portfolio für Wasser und Überwachung	£203 Millionen für 8 Jahre: 82 Pläne, 10 Pumpstationen, mehr als 700 Punkte, Vertrag aus dem Jahr 2026	kann nicht nur durch die Anzahl der Systeme dividiert und entsprechend der Rate übertragen werden
Ostdeutschland, LMBV	ca. €12 Milliarden seit 1995; 1,44 Milliarden € für die Jahre 2023–2027	Mehrdekadenmaßstab, aber unterschiedliche Kohle, Gesetze und Arbeitsumfang

Illustratives Portfolio der ersten fünf Jahre

Dies ist weder ein Vorschlag zur „Wiederherstellung des gesamten Kusbass“ noch ein Programmbudget. Dies ist eine Möglichkeit, nach der Inventur nur die unterste Reihenfolge eines Teils der Arbeit anzuzeigen.

Wenn die Prioritätsgruppe 10 brennende oder gefährlich erhitzte Halden und 1.000 Hektar geplante Rekultivierung umfasst, dann ergibt die direkte Anwendung der beobachteten russischen Benchmarks Folgendes:

- Halden: ca. 0,4–5,1 Milliarden Rubel. in Preisständen verschiedener Jahre 2020–2021;
- Flächen: ungefähr 4,2–6,4 Milliarden Rubel. in Preisständen verschiedener Jahre 2021–2024;
- zusammen: 4,6–11,5 Milliarden Rubel. vor der Anpassung an ein gemeinsames Preisjahr.

Dieser Betrag **beinhaltet nicht** Bestandsaufnahme, Planung aller Anlagen, Umsiedlung, Grubenwasser, Methan, Straßen, Landkauf, Reserve für unvorhergesehene Arbeiten, unabhängige Kontrolle und anschließende Wartung. Es zeigt, warum selbst ein begrenztes Portfolio schnell Milliarden von Rubel erreicht und warum ein falscher „Gesamtpreis“ ohne Register gefährlich ist.

Für den Wasserteil ist es richtiger, vorerst Währung und Erfahrung getrennt zu halten. Zehn beispielhafte Anlagen würden nach dem alten britischen Durchschnitt in den ersten fünf Jahren nach der Inbetriebnahme etwa 29 Millionen für den Bau und 5 Millionen für den Betrieb bedeuten, aber eine solche Berechnung ist nicht der Preis für Kusbass: Geologie, Wasserqualität, Standards, Arbeitskräfte und Ausrüstung sind unterschiedlich. Der Vergleich soll zeigen, zu zeigen, dass der Bau einen dauerhaften Kostenposten verursacht.

Wann können Ergebnisse sichtbar werden?

- 0–1 Jahr: Notzugangsbeschränkungen, vorübergehende Wasserversorgung, kontinuierliche Messungen an den gefährlichsten Standorten;
- 1–2 Jahre: Prioritätenregister, hydrogeologische und Gasmodelle, Umsiedlungen und erste Bauprojekte;
- 2–5 Jahre: spürbare Verringerung der unmittelbaren Gefahr in der ersten Gruppe von Halden, Inbetriebnahme der ersten Wasser- und Methansysteme, Umsiedlung aus einem Teil der Zonen;
- 5–15 Jahre: der erste vollständige Zyklus größerer Arbeiten, stabile Vegetationsbedeckung auf einigen Gebieten;
- 15–50 Jahre: Wasser- und Gaswartung, Hangtests, erneute Eingriffe, Boden- und Ökosystementwicklung;
- für mehr als 50 Jahre oder auf unbestimmte Zeit: getrennte Wassersysteme, Entnahmen und Gasrisiken, wenn Messungen es nicht ermöglichen, die Überwachung sicher zu beenden.

5. Quantitativer Stresstest der Szenarien

Nach der Erstellung der Anfangsbilanz wurde ein separates stückweise lineares Modell für die Jahre 5, 15, 30 und 50 erstellt. Die 2025-Zahl wird nicht geradlinig erweitert: A geht von einem kontrollierten Förderrückgang aus, B – von einem Stillstand innerhalb von 5–10 Jahren, C – vom Erreichen von 230–255,3 Millionen Tonnen pro Jahr und der Beibehaltung dieses Niveaus als Stresstest.

Zentrale Ergebnisse:

Szenario	Nach 15 Jahren	Nach 50 Jahren
A	23–41 Milliarden Tonnen neues Abfalläquivalent; 35–70 Tausend Hektar Arbeit; Rest des beeinträchtigten Flächen 95–143 Tausend Hektar	34–85 Milliarden Tonnen neues Abfalläquivalent; mit einem langfristigen Programm 120–180 Tausend Hektar Arbeit; arithmetischer Rest der gestörten Gebiete 5–117 Tausend Hektar, nicht gleich der Fläche des nicht wiederhergestellten Ökosystems
B	neuer Zufluss ist fast zum Stillstand gekommen: insgesamt 5,5–9,3 Milliarden Tonnen; Allerdings kann eine Überwachung von 30–179 Millionen m ³ Grubenwasser pro Jahr erforderlich sein	Der neue Zufluss nimmt nicht zu, aber 15–90 Millionen m ³ Wasser pro Jahr und 0,005–0,12 Millionen Tonnen CH ₄ pro Jahr können bestehen bleiben
C	38,5–59,1 Milliarden Tonnen neues Abfalläquivalent; Rest der gestörten Flächen 171–195 Tausend Hektar	131–203 Milliarden Tonnen neues Abfalläquivalent; 287–370 Tausend Hektar beeinträchtigte Flächen; 20,5–25,1 Milliarden m ³ akkumulierte Wasserentnahme durch Bergbaubetrieb mit 90–100 % der 2025 Wasserentnahmeintensität

Das Wort „Abfalläquivalent“ ist hier wichtig: Die Spanne ergibt sich aus dem Verhältnis des verbuchten Abfalls zur Produktion und ist keine genaue physikalische Vorhersage der Beseitigung nach Gesetzesänderungen. Die Bandbreiten sind Bedingungen für die Ausführung von Szenarien und keine festgelegte Eigenschaft jeder Tonne.

Die vollständige Tabelle, jährliche Belastungen, Formeln, Methan in CO₂-Äquivalent, Wasser, Staub und Anwendbarkeitsgrenzen sind aufgeführt in [13 QUANTITATIVE SCENARIO MODEL.md](#). Eingaben und Ergebnisse sind gespeichert in [14 SCENARIO INPUTS.csv](#) Und [15 SCENARIO RESULTS.csv](#).

6. Was bleibt unbekannt

1. Die genaue kumulierte Bilanz der Kohleabfälle zum letzten Datum und deren Zusammensetzung.
2. Physisches Volumen des Abraums und des umgebenden Gesteins nach Änderungen in der gesetzlichen Bilanzierung.
3. Eine vollständige Bestandsaufnahme der Kohledeponien und die Anzahl der bestätigten brennenden oder selbsterhitzenden Objekte.
4. Erläuterung der Lücke 21,124 Tausend Hektar in der offiziellen Zahl der gestörten Gebiete.
5. Ein einheitliches, benanntes Register der in Betrieb befindlichen, vorübergehend eingestellten, konservierten, in Liquidation befindlichen und endgültig geschlossenen

Bergwerke und Tagebaue.

6. Bilanz der Bergwerks- und Tagebauwässer vor Ort, Konnektivität der Abbaustätten und Zeitpunkt eines möglichen Wasseranstiegs.
7. Standortweise Methanemissionen und Entgasungsstatus nach der Stilllegung.
8. Kontinuierliche Karte von PM_{2.5}/PM₁₀ und der Staubzusammensetzung in menschlichen Wohngebieten.
9. Anzahl der Häuser und Familien, für die kein Schutz vor Ort möglich ist.
10. Finanzielle Absicherung bestehender Verpflichtungen und Ablauf der Haftung bei Insolvenz oder Eigentümerwechsel.

Diese Lücken sind kein Grund, nichts zu tun. Sie definieren den Inhalt der ersten Stufe von Szenario A.

7. Welche Maßnahmen sind in jedem Szenario erforderlich?

Unabhängig vom Kohlepreis und von der politischen Entwicklung sind folgende Schritte notwendig:

1. Ein offenes Register für jedes einzelne Objekt erstellen;
2. Bewohnerinnen und Bewohner in Gebieten mit unmittelbarer Gefahr schützen;
3. Entwässerung und Entgasung nicht stoppen ohne ein Übergangsprojekt.
4. Wasser, Gas, Temperatur und Stabilität messen und ersetzen Sie die Messungen nicht durch einen Bericht über die durchgeführten Arbeiten.
5. Finanzierung und eine verantwortliche Stelle sichern, die für den gesamten Lebenszyklus des Objekts verantwortlich ist;
6. Originaldaten über Jahrzehnte aufbewahren;
7. unterscheiden zwischen der Fertigstellung des Baus, dem Ende der Gefahr und der Wiederherstellung des Ökosystems.

Wichtige politische Entscheidungen beeinflussen den Umfang des künftigen Erbes und die Geschwindigkeit, mit der es abnimmt. Aber sich mit bereits bestehenden Schäden auseinandersetzen zu müssen, ist keine Wahl mehr.

8. Navigieren im Beweisanhang

- Definitionen von Indikatoren: [01_INDICATOR_DICTIONARY.md](#);
- Tabelle der Anfangswerte: [02_BASELINE_LEDGER.csv](#);
- Quellen: [03_SOURCE_REGISTRY.md](#);
- Lücken in der Erfassung: [04_GAPS.md](#);

- Szenariologik: [05_SCENARIO_FRAMEWORK.md](#) ;
- Kurze festgestellte Ergebnisse: [06_INITIAL_FINDINGS.md](#) ;
- Kosten und Zeitplan: [07_COST_AND_TIME_MODEL.md](#) ;
- Detaillierte Matrix 5/15/30/50 Jahre: [08_SCENARIO_MATRIX.md](#) ;
- reproduzierbare Berechnungen: [09_CALCULATIONS.md](#) ;
- bestätigte spezifische Halden: [10_KNOWN_DUMPS_REGISTER.md](#) .
- quantitatives Modell: [13_QUANTITATIVE_SCENARIO_MODEL.md](#) ;
- Parameter und Annahmen: [14_SCENARIO_INPUTS.csv](#) ;
- Ergebnisse für 12 Kombinationen aus Szenario und Horizont: [15_SCENARIO_RESULTS.csv](#) ;
- Vollständiges Gesundheitsmodul und artikelfertige Vergleichstabelle: [16_HEALTH_SCENARIO_ANALYSIS.md](#) ;
- Maschinenlesbare bedingte Berechnungen PM2.5: [17_HEALTH_CONDITIONAL_CALCULATIONS.csv](#) .

ABSCHNITT 2

Begriffsverzeichnis der Indikatoren

Abfall

Im Laufe des Jahres generiert

Abfallfluss, der von berichtenden Wirtschaftseinheiten für das Kalenderjahr erzeugt wurde, in der Form 2-TP (Abfall). Dabei handelt es sich nicht um die Masse aller im Bergbau physisch bewegten Materialien und auch nicht um die anfallenden Rückstände.

Behandelt

Abfälle, die einer vorbereitenden Vorbereitung für die anschließende Verwertung, Behandlung, Entsorgung oder den Transport unterzogen wurden. Die Verarbeitung allein bedeutet nicht die Rückführung des Materials in den Wirtschaftskreislauf.

Verwertet

Abfälle, die für die Herstellung von Produkten, die Ausführung von Arbeiten oder die Erbringung von Dienstleistungen verwendet werden, einschließlich der Wiederverwendung für den vorgesehenen Zweck. Der Wert kann nicht automatisch mit einer umweltgerechten Sanierung des Gebietes gleichgesetzt werden.

Unschädlich gemacht

Eine Abfallmasse, deren Gefahren durch physikalische, chemische oder biologische Methoden verringert wurden. Dies ist nicht dasselbe wie Verwertung oder Entsorgung.

Abgelagert

Die Menge des Abfalls, der für den betreffenden Zeitraum zur Lagerung und Entsorgung an Abfalldeponien geschickt wurde. Entspricht nicht der kumulierten Masse am Jahresende.

Lagerung

Lagerung von Abfällen über einen Zeitraum von mehr als elf Monaten zur anschließenden Entsorgung, Neutralisierung oder Vergrabung.

Entsorgung

Isolierung von Abfällen, die nicht einer weiteren Entsorgung unterliegen, in speziellen Lagereinrichtungen, um zu verhindern, dass Schadstoffe in die Umwelt gelangen.

Wird zu Beginn oder Ende des Jahres kumuliert

Bestand an Abfällen, die zu einem bestimmten Zeitpunkt von berichtenden Stellen und in Abfalllager- und -entsorgungsanlagen gehalten werden. Um die Bilanz zu überprüfen, benötigen wir den angenommenen, erzeugten, behandelten, verwerteten, unschädlich gemachten, übertragenen, von anderen Unternehmen übernommenen und deponierten Abfall. Durch die bloße Addition der jährlich erwirtschafteten Beträge können Sie keine Einsparungen erzielen.

Abraum und Nebengestein

Gesteinsmasse, die abgetragen wird, um an ein Mineral oder einen begleitenden Abbau zu gelangen. Die Rechtslage richtet sich nach den Nutzungsbedingungen und den geltenden Vorschriften. Nach Gesetzesänderungen dürfen einige dieser in genehmigten Projekten verwendeten Gesteine nicht mehr als Abfall gemeldet werden. Daher weist die Zeitreihe 2-TP (Abfall) nach 2023 einen Bruch in der Vergleichbarkeit auf.

Abfälle aus der Kohleverarbeitung

Nach der Trennung der abgebauten Gesteinsmasse und der Produktion von Kohlekonzentrat verbleibende Materialien. Ihre Eigenschaften und Platzierungsmethoden unterscheiden sich von Abraum; Sie können Kategorien nicht ohne Dekodierung kombinieren.

Einrichtungen

Entsorgungsanlage

Rechtliche und statistische Kategorie, einschließlich speziell ausgestatteter Einrichtungen zur Lagerung oder Entsorgung von Abfällen. Ein Eintrag im regionalen Kataster beweist nicht, dass es sich bei dem Standort um eine Kohledeponie handelt, dass er derzeit in Betrieb ist oder brennt.

Steindeponie

Vom Menschen verursachte Ansammlung von Gesteinen und anderen Materialien, die beim Abbau oder bei der Verarbeitung entstehen. Szenarien erfordern eine separate Bestandsaufnahme von Geometrie, Zusammensetzung, Temperatur, Gasen, Stabilität, Wasser und Nähe zu Menschen.

Brennender oder selbsterhitzender Gegenstand

Ein Objekt, bei dem die Verbrennung oder Selbsterhitzung durch Inspektion, Temperaturmessungen, Gaskontrolle, Wärmefotografie, Inspektionsbericht oder ein anderes überprüfbares Dokument bestätigt wird. Visueller Rauch oder die Zugehörigkeit zur Kohleindustrie allein liefern keine vollständige Bestandsaufnahme der brennenden Objekte.

Land

Im Laufe des Jahres gestört

Die Landfläche, die durch Aktivitäten im Berichtsjahr ihren wirtschaftlichen oder ökologischen Wert verloren hat. Dies ist ein jährlicher Fluss.

Gestörte Ländereien zu Beginn/Ende des Jahres

Das Gebiet zuvor gestörter und zu einem bestimmten Zeitpunkt noch nicht als rekultiviertes Land abgemeldetes Land. Hierbei handelt es sich um den akkumulierten Bestand, nicht um die im Laufe des Jahres neu beeinträchtigte Fläche.

Im Laufe des Jahres rekultiviert

Die Fläche, auf der der im Projekt vorgesehene Arbeitskomplex fertiggestellt und in der vorgeschriebenen Weise abgenommen wurde. Der Indikator weist nicht auf die Wiederherstellung des ursprünglichen Ökosystems, der Bodenfunktionen oder der Artenvielfalt hin.

Luft und Klima

Emissionen aus stationären Quellen

Masse der Schadstoffe, die von meldenden stationären Quellen gemeldet wurden. Hierbei handelt es sich nicht um die Konzentration in der Luft eines besiedelten Gebiets und nicht um die individuelle Dosis eines Menschen.

Methan aus stationären Quellen

Erfasste Methanmasse aus stationären Quellen. In Kusbass ist der größte Teil auf den Kohlebergbau zurückzuführen, der Indikator umfasst jedoch auch andere Quellen. Für Klimavergleiche muss die CH₄-Masse separat in das CO₂-Äquivalent umgerechnet werden, wobei der Zeithorizont und der Koeffizient explizit ausgewählt werden müssen.

Wasser

Wasserentnahme

Wasser, das aus Oberflächen- und Grundwasserkörpern entnommen wird. Nicht gleichbedeutend mit der Verwendung von Süßwasser aufgrund von Verlusten, Übertragungen und anderen Elementen des Wasserhaushalts.

Einleitung von Abwasser, Durchlaufwasser und sonstigem Wasser

Die Gesamtwassermenge, die in Oberflächengewässer eingeleitet wird. Es umfasst Kategorien, die sich hinsichtlich Bedarf und Reinigungsgrad unterscheiden.

Verschmutztes Abwasser

Die Summe aus unbehandeltem und unzureichend behandeltem Wasser, das einer Behandlung bedarf. Eine Verringerung des Volumens bedeutet nicht die Wiederherstellung des Wasserlaufs und kann von der Produktionsmenge, der Entwässerung, der Klassifizierung und der Berichterstattung abhängen.

Gruben- und Tagebauwasser

Grund- und Oberflächenwasser gelangen in den Bergbau und werden zum sicheren Arbeiten abgepumpt. Nach dem Stoppen der Entwässerung kann der Wasserspiegel ansteigen und die Richtung des unterirdischen Flusses, die chemische Zusammensetzung und die Einleitungsstellen ändern. Das genaue Ergebnis hängt von der Geologie, der Konnektivität der Abbaustätten, der Zusammensetzung des Gesteins und der Qualität des Verschlussmanagements ab.

ABSCHNITT 3

Quantitatives Modell

Status: Ergänzung zur Studie. Alle unten aufgeführten Zahlen sind bedingte Bereiche für explizit angegebene Verläufe. Hierbei handelt es sich nicht um eine Produktionsprognose, eine Schätzung der Regierung oder eine Schätzung der Anzahl von Krankheiten.

1. So lesen Sie das Modell

Das Modell beginnt mit der Zählung nach dem Basisjahr 2025 und zeigt zwei verschiedene Arten von Mengen:

- **jährliche Belastung** - Fluss im ausgewählten Jahr: Produktion, Wasser, Emissionen, neue Flächenbeeinträchtigung;
- **kumulative Summe** ist die Summe der Flüsse vom Beginn des Szenarios bis zum Horizont 5, 15, 30 oder 50 Jahre.

Der 50-Jahres-Wert entsteht nicht durch eine einfache Multiplikation des Werts von 2025 mit 50. Jedes Szenario hat seinen eigenen stückweise linearen Förderverlauf. Zwischen den Stützjahren verändert sich die Förderung linear.

Zahlen werden auf zwei oder drei signifikante Ziffern gerundet. Die Eingabeparameter sind in [14 SCENARIO INPUTS.csv](#), die Ergebnisse stehen in [15 SCENARIO RESULTS.csv](#).

2. Bedingte Produktionsverläufe

A – kontrollierter Rückgang und Umweltprogramm

Für die quantitative Hauptvariante wurde ein schrittweiser Förderrückgang gewählt. Das Programm wäre auch bei fortgesetzter Förderung möglich; dann wäre die Gesamtbelastung höher und könnte zwischen A und C eingeordnet werden.

Horizont	Jahresförderung, Millionen Tonnen	Kumulierte Förderung, Milliarden Tonnen
5 Jahre	150–180	0,852–0,927
15 Jahre	80–140	2,002–2,527
30 Jahre	20–80	2,752–4,177
50 Jahre	0–30	2,952–5,277

B – starker Rückgang ohne systematischen Umgang mit den Altlasten

Die Untergrenze geht von einem Stopp bis zum fünften Jahr aus. Die Obergrenze nimmt eine Restförderung von 20 Millionen Tonnen im fünften Jahr und deren Ende bis zum zehnten Jahr an.

Horizont	Jahresförderung, Millionen Tonnen	Kumulierte Förderung, Milliarden Tonnen
5 Jahre	0–20	0,477–0,527
15 Jahre	0	0,477–0,577
30 Jahre	0	0,477–0,577
50 Jahre	0	0,477–0,577

C – Rückkehr zu hoher Förderung ohne ausreichenden Umgang mit den Altlasten

Über fünf Jahre steigt die Produktion auf 230–255,3 Millionen Tonnen und bleibt dann bedingt in diesem Bereich. Eine Fortsetzung dieses Niveaus für 30–50 Jahre ist **ein Stresstest** und keine Aussage über Nachfrage, Ressourcen oder politische Ziele.

Horizont	Jahresförderung, Millionen Tonnen	Kumulierte Förderung, Milliarden Tonnen
5 Jahre	230–255,3	1,052–1,115
15 Jahre	230–255,3	3,352–3,668

Horizont	Jahresförderung, Millionen Tonnen	Kumulierte Förderung, Milliarden Tonnen
30 Jahre	230–255,3	6,802–7,498
50 Jahre	230–255,3	11,402–12,604

Wenn die hohe Produktion nur 15 Jahre anhält, können C-Werte nach dem 15. Jahr nicht verwendet werden: Dafür ist ein neuer Stilllegungsverlauf erforderlich.

Allgemeine Formeln

Für jedes lineare Produktionssegment:

Kohleförderung je Abschnitt = (Förderung zu Beginn + Förderung am Ende) / 2 × Zahl der Jahre .

Nächste:

- **neues Abfalläquivalent = kumulierte Förderung × 11,5–16,1 t/t ;**
- **neue Flächenbeeinträchtigung = kumulierte Förderung × 20,9–21,5 Hektar je 1 Million Tonnen ;**
- **rechnerischer Bestand beeinträchtigter Flächen = 123,634 Tausend Hektar + neu beeinträchtigte Fläche – abgeschlossene Rekultivierung ;** es wird kein gesondertes künstliches Minimum eingeführt und das resultierende Gleichgewicht wird nicht der Fläche des ökologisch wiederhergestellten Gebiets gleichgesetzt;
- **Methanemissionen der laufenden Förderung = Förderung × (0,796914 / 191,8) × geschätzter Kohleanteil × verbleibende Emissionsintensität ;**
- **CO₂-Äquivalent = Methan × 29,8 ;**
- **Wasserentnahme = Förderung × 1,995 m³/t × Änderungsfaktor der Wasserintensität .**

Für B wird der Fluss geschlossener Objekte separat zum Methan und Wasser der ersten Produktionsjahre addiert. Für A wird es hinzugefügt, nachdem es um die geschätzten Auswirkungen der Abscheidung, Oxidation, Reinigung und kontrollierten Flutung reduziert wurde. Dies erlaubt es nicht, das Erbe durch eine Reduzierung der Produktion „abzuschreiben“.

3. Vergleichende quantitative Gesamtsumme

Die Werte für Abfall, Land, Methan und Wasser sind bedingt und unterliegen unterschiedlichen Einschränkungen, die im Anschluss an die Tabelle erläutert werden.

Szenario und Horizont	Neuer äquivalenter Abfall, Milliarden Tonnen	Davon Milliarden Tonnen, ohne dass eine bestätigte Lösung in Sicht ist	Neue Flächenbeeinträchtigung, tausend Hektar	Rekultivierungsarbeiten, tausend Hektar	Geschätzter Saldo der gestörten Fläche, Tausend Hektar	Kumulierte Methanemissionen, Millionen Tonnen CH ₄	GWP100, Millionen Tonnen CO ₂ -Äq.	Kumulierte Wasserentnahme durch laufende Förderung, Mrd. m ³
A, 5 Jahre	9,8–14,9	5,4–11,2	17,8–19,9	10–20	121–134	1,38–3,27	41–98	1,44–1,76
A, 15 Jahre	23,0–40,7	9,2–26,4	41,8–54,3	35–70	95–143	2,67–10,32	80–307	2,94–4,47
A, 30 Jahre	31,6–67,2	7,9–33,6	57,5–89,8	80–140	41–133	3,12–15,42	93–459	3,68–6,94
A, 50 Jahre	33,9–85,0	5,1–29,7	61,7–113,5	120–180	5–117	3,19–18,61	95–555	3,82–8,36
B, 5 Jahre	5,5–8,5	4,4–8,1	10,0–11,3	1,5–5	129–133	1,19–2,19	35–65	0,95–1,05
B, 15 Jahre	5,5–9,3	4,4–8,8	10,0–12,4	2,5–10	124–134	2,14–7,18	64–214	0,95–1,15
B, 30 Jahre	5,5–9,3	4,4–8,8	10,0–12,4	4–17,5	116–132	2,86–11,36	85–339	0,95–1,15
B, 50 Jahre	5,5–9,3	4,4–8,8	10,0–12,4	6–27,5	106–130	3,15–14,55	94–434	0,95–1,15

Szenario und Horizont	Neuer äquivalenter Abfall, Milliarden Tonnen	Davon Milliarden Tonnen, ohne dass eine bestätigte Lösung in Sicht ist	Neue Flächenbeeinträchtigung, tausend Hektar	Rekultivierungsarbeiten, tausend Hektar	Geschätzter Saldo der gestörten Fläche, Tausend Hektar	Kumulierte Methanemissionen, Millionen Tonnen CH ₄	GWP100, Millionen Tonnen CO ₂ -Äq.	Kumulierte Wasserentnahme durch laufende Förderung, Mrd. m ³
C, 5 Jahre	12,1–18,0	9,7–17,1	22,0–24,0	2,5–7,5	138–145	2,62–4,63	78–138	1,89–2,22
C, 15 Jahre	38,5–59,1	30,8–56,1	70,1–78,9	7,5–22,5	171–195	8,36–15,24	249–454	6,02–7,32
C, 30 Jahre	78,2–120,7	62,6–114,7	142,2–161,2	15–45	221–270	16,96–31,15	505–928	12,21–14,96
C, 50 Jahre	131,1–202,9	104,9–192,8	238,3–271,0	25–75	287–370	28,42–52,37	847–1.561	20,47–25,14

Die Untergrenze von 5 Tausend Hektar für A in 50 Jahren ist ein arithmetischer Ausgleich des Anfangsgleichgewichts, einer neuen Störung und des akzeptierten Arbeitsvolumens und keine Prognose der Fläche eines vollständig wiederhergestellten Ökosystems. Die durchgeführte Sanierung garantiert nicht die Wiederherstellung des ursprünglichen Bodens, der Hydrologie, der Artenvielfalt oder der früheren Nutzung. Daher wird die fiktive „irreduzible“ Bilanz nicht zur Bilanz addiert, sondern ihre Umweltbedeutung wird gesondert eingeschränkt.

4. Abfall

Ausgangsdaten

- im Jahr 2025: 2,189 Milliarden Tonnen erfasster Abfall und 190,7–191,8 Millionen Tonnen Kohle;
- einfaches Verhältnis: etwa 11,5 Tonnen verbuchter Abfall pro Tonne Kohle;
- eine professionelle Quelle für 2024: etwa 16,1 Tonnen Kohlebergbauabfälle pro Tonne Kohle.

Reichweite **11,5–16,1 t/t** wird nur als „aktuelles Rechnungsäquivalent“ verwendet. Hierbei handelt es sich nicht um einen universellen physikalischen Faktor: Der untere Zähler enthält andere Branchen, der obere basiert auf einem gerundeten Sekundärwert und die Regeln für die Abraumklassifizierung haben sich geändert.

Formel:

kumulierte Förderung × 11,5–16,1 = neues Abfalläquivalent .

Was bedeutet „ohne bestätigte Lösung“?

In 2025 wurden 15,4 % des erzeugten Abfalls recycelt oder neutralisiert. Daraus folgt nicht, dass die verbleibenden 84,6 % gefährlich deponiert werden: Die Platzierung kann beabsichtigt sein und die Entsorgung garantiert keine Wiederherstellung des Ökosystems.

Für das Modell wird akzeptiert:

- B und C: 80–95 % des neuen Zuflusses zum Horizont bleibt ohne bestätigte Entsorgung, Neutralisierung oder endgültige sichere Stilllegung;
- A: Der Restanteil sinkt von 55–75 % nach 5 Jahren auf 15–35 % nach 50 Jahren. Die Reduzierung betrifft die Arbeit mit alten Volumens, sodass der geringere Saldo nach 50 Jahren möglicherweise geringer ausfällt als nach 30 Jahren.

Das ist **der Zielausführungsbereich** des Programm, keine statistische Vorhersage. Die Tonnage der bestehenden 27,556 Milliarden Tonnen angesammelter Nicht-MSW wurde nicht zum neuen Fluss hinzugefügt, da die Zusammensetzung und sichere Verwendung jedes Teils unbekannt ist. Es ist sinnvoller, viele Halden an Ort und Stelle zu stabilisieren, als sie physisch zu bewegen und sie aufgrund ihres Gewichts für „verschwunden“ zu erklären.

Jährlicher Fluss am ausgewählten Horizont

Horizont	A, Milliarden Tonnen/Jahr	B, Milliarden Tonnen/Jahr	C, Milliarden Tonnen/Jahr
5 Jahre	1,73–2,90	0–0,32	2,65–4,11
15 Jahre	0,92–2,25	0	2,65–4,11
30 Jahre	0,23–1,29	0	2,65–4,11
50 Jahre	0–0,48	0	2,65–4,11

In B hört der neue Fluss fast auf, aber der alte Bestand bleibt bestehen. Bei A wird der Fluss reduziert und gleichzeitig der ungelöste Rest reduziert. Bei Szenario C wird jedes Jahr eine Menge in derselben Größenordnung wie die aktuell jährlich erfasste Abfallmenge der Region hinzugefügt.

5. Gestörte und wiederhergestellte Gebiete

Koeffizient der neuen Störung

- 2024: 4,264 Tausend Hektar während des Bergbaus und 198,4 Millionen Tonnen Kohle - 21,5 Hektar pro 1 Millionen Tonnen;
- 2025: 4,015 Tausend Hektar und 191,8 Millionen Tonnen - 20,9 Hektar pro 1 Millionen Tonnen.

Das Modell verwendet **20,9–21,5 Hektar pro 1 Millionen Tonnen Kohle**. Das ist Sensibilität: Die Fläche bezieht sich auf den gesamten Bergbaubetrieb, und die Landerschließung erfolgt in ungleichmäßigen Phasen.

Arbeitstempo

In A werden in den ersten fünf Jahren 10–20 Tausend Hektar technische und biologische Sanierung erwartet, bis zum 15. Jahr 35–70 Tausend Hektar, bis zum 30. Jahr 80–140 Tausend Hektar und bis zum 50. Jahr 120–180 Tausend Hektar. Die erste Stufe erfordert 2–4 Tausend Hektar pro Jahr – etwa das 1,6- bis 3,2-Fache der offiziellen 1,265 Tausend Hektar im Jahr 2025.

In B verbleiben nur noch einzelne Projekte und Notarbeiten: 6–27,5 Tausend Hektar in 50 Jahren. Selbstbewuchs ist in diesem Bereich nicht enthalten: Eine Grünfläche ist kein Beweis für technische Sicherheit und Bodensanierung.

Im Szenario C wird von 0,5–1,5 Tausend Hektar Arbeit pro Jahr ausgegangen – etwa auf dem aktuell niedrigeren Niveau bei deutlich höherer Produktion. Nach 50 Jahren erreicht der geschätzte Bestand an gestörtem Land etwa 287–370 Tausend Hektar, verglichen mit 123,634 Tausend Hektar am Ende von 2025.

Was sich aus Hektar nicht ableiten lässt

Das Modell behauptet nicht, dass jeder rekultivierte Hektar zu Wald oder Agrarland gleicher Qualität geworden ist. Dafür sind separate Indikatoren erforderlich: Hangstabilität, Dicke und Zusammensetzung der Wurzelschicht, Erosion, Wasser, Vegetation und weitere Nutzung.

6. Methan und Klimaeffekt

Basis und Unsicherheit

Im Jahr 2025 produzierten alle stationären Quellen des Kusbass 0,796914 Millionen Tonnen CH₄. Der Bericht besagt, dass Methan hauptsächlich mit dem Kohlebergbau in Verbindung gebracht wird, nennt aber keinen genauen Anteil. Daher testet das Modell einen breiten bedingten Bereich: **60–100 %** der regionalen Methanemissionen sind mit dem Kohlesystem verbunden. Die Untergrenze ist eine Annahme für die Sensitivitätsanalyse und kein festgelegter Anteil.

Zur Umrechnung verwendet das Modell den IPCC GWP₁₀₀ Faktor für fossiles Methan: 29,8 entsprechend dem IPCC wird verwendet:

1 t CH₄ = 29,8 t CO₂e über einen Zeithorizont von 100 Jahren .

Dabei handelt es sich nicht um eine CO₂-Massen- oder Temperaturvorhersage. Für einen 20-Jahreshorizont ergibt IPCC einen höheren Koeffizienten von 82,5, sodass GWP₁₀₀ einen schwächeren Hinweis auf den kurzfristigen Klimaeffekt zeigt.

In der Tabelle werden die akkumulierten Emissionen aus verschiedenen Jahren einfach summiert und mit GWP₁₀₀ multipliziert, wie bei der Bilanzierungssensitivität. Dieses Ergebnis gibt nicht den tatsächlichen zeitlichen Verlauf der Konzentrationen und Erwärmung wieder: Eine Tonne Methan im ersten und fünfzigsten Jahr wirkt sich in verschiedenen Kalenderperioden aus.

Szenarioannahmen

- A: Da die Produktion gemessen, entgast, erfasst und reduziert wird, verbleiben 65–85 % der ursprünglichen Intensität in den ersten fünf Jahren, 40–70 % im nächsten Jahrzehnt, 20–50 % im 15–30-Jahreszeitraum und 10–35 % im 30–50-Jahreszeitraum. Es wird erwartet, dass das restliche Methan aus stillgelegten Bergwerken um 50–90 % niedriger ist als bei der nicht verwalteten Option durch Abfangen, Oxidation oder kontrollierte Überschwemmung.
- B: Nach der Stilllegung verschwinden neue Betriebsemissionen, aber Methan aus alten Bergwerken bleibt bestehen. Es wird davon ausgegangen, dass die durchschnittliche Restemission 20–60 % des ursprünglichen Kohleanteils in den Jahren 5–15, 10–35 % in den Jahren 15–30 und 3–20 % in den Jahren 30–50 beträgt.
- C: Die Intensität bleibt etwa auf dem Niveau von 2025 und die Produktion steigt. Kumulierte Bandbreite – Stresstest ohne Entgasungsverbesserung.

UNECE und EPA bestätigen die Richtung – ein schneller anfänglicher Rückgang mit einem langen Ende, Abhängigkeit von Überschwemmungen und Versiegelungen –, liefern jedoch keinen Koeffizienten für bestimmte Kusbass-Bergwerke. Daher ist die Bandbreite in Szenario B besonders groß.

Jährliche Emissionen am Horizont

Horizont	A, Millionen Tonnen CH ₄ /Jahr	B, Millionen Tonnen CH ₄ /Jahr	C, Millionen Tonnen CH ₄ /Jahr
5 Jahre	ca. 0,24–0,64 zuzüglich der ersten geschlossenen Anlagen	ungefähr 0,08–0,48	0,57–1,06
15 Jahre	0,08–0,41 plus 0,01–0,16 Altlasten	0,05–0,32	0,57–1,06
30 Jahre	0,01–0,17 plus bis zu 0,08 Altlasten	0,01–0,20	0,57–1,06
50 Jahre	0–0,04 plus bis zu 0,06 Altlasten	0,005–0,12	0,57–1,06

Der Hauptunterschied zwischen A und B besteht nicht darin, ob nach der Stilllegung noch Gas vorhanden ist. Methan tritt in beiden Fällen aus. In A wird es gemessen und ein Teil wird abgefangen oder zerstört; In B entweicht ein großer Teil in die Atmosphäre und kann in Gebäude wandern.

7. Wasser

Aktive Produktion

Koeffizienten für 2025:

- Wasserentnahme – 1,995 m³ pro Tonne Kohle;
- Gesamtabwassereinleitung - 1,717 m³/t;
- Einleitung in Oberflächengewässer - 1,559 m³/t.

Dies sind keine physikalischen Konstanten. Der Wasserzufluss hängt von der Tiefe, der Geologie, dem Niederschlag, der Anbindung der Abbaustätten und dem Entwicklungsstadium ab.

In A wird ein allmählicher Rückgang der Wasserintensität relativ zu 2025 angenommen: um 5–15 % in den ersten fünf Jahren, um 15–35 % im nächsten Jahrzehnt, um 25–50 % im Zeitraum 15–30 Jahre und um 35–65 % im Zeitraum 30–50 Jahre. Daher wird die kumulierte Wasserentnahme aus der bestehenden Produktion nach 5 Jahren auf 1,44–1,76 Milliarden m³ und nach 50 Jahren auf 3,82–8,36 Milliarden m³ geschätzt.

Bei Beibehaltung oder Verbesserung der Wasserintensität von 2025 um nicht mehr als 10 % beträgt die kumulierte Wasserentnahme 20,47–25,14 Milliarden m³ in 50 Jahren. Die untere Grenze umfasst einen Koeffizienten von 0,90, die obere 1,00. Dabei handelt es sich um eine Zirkulation durch Systeme und nicht um einen irreversiblen Verbrauch der gesamten Masse.

Stilllegung und Grubenwasser

Bei B hört die Wasserentnahme der laufenden Betriebe nach den ersten fünf bis zehn Jahren fast auf. Dies bedeutet jedoch nicht, dass die Wasserbelastung Null ist. Für den Spannungsbereich wird angenommen, dass nach der Stilllegung die Wassermenge, die umgeleitet, kontrolliert oder behandelt werden muss, wie folgt ist:

- nach 5 Jahren: 20–80 % der aktuellen Einleitung in Oberflächengewässer der Kohleindustrie;
- in 15 Jahren: 10–60 %;
- in 30 Jahren: 5–40 %;
- in 50 Jahren: 5–30 %.

Bei einer aktuellen Basis von 298,996 Mio. m³ beträgt dies ungefähr:

Horizont	Mögliche jährliche Menge an Altbergwerks- und Tagebauwasser, Mio. m ³
5 Jahre	60–239
15 Jahre	30–179
30 Jahre	15–120
50 Jahre	15–90

Dies ist keine Vorhersage kontaminierter Abflüsse. Ein Teil des Wassers ist möglicherweise sauber, ein anderer muss möglicherweise gereinigt werden; wiederum andere Mengen können sich unter der Erde ansammeln, bis die Überlaufhöhe erreicht ist. Die Unter- und Obergrenzen werden benötigt, um die Kosten darzustellen, die entstehen, wenn kein hydrogeologisches Modell vorhanden ist.

Vergleich der Jahreslast

Horizont	A: bestehende Produktion + gewartete Altlasten, Millionen m ³ /Jahr	B: Restproduktion + Altlasten, Mio. m ³ /Jahr	C: aktuelle Produktion, Millionen m ³ /Jahr
5 Jahre	ungefähr 224–373	60–280	nicht weniger als 413–509
15 Jahre	ungefähr 108–343	30–179	nicht weniger als 413–509

Horizont	A: bestehende Produktion + gewartete Altlasten, Millionen m³/Jahr	B: Restproduktion + Altlasten, Mio. m³/Jahr	C: aktuelle Produktion, Millionen m³/Jahr
30 Jahre	ungefähr 34–204	15–120	nicht weniger als 413–509
50 Jahre	ungefähr 10–110	15–90	nicht weniger als 413–509

In A kann die Obergrenze vorübergehend höher sein als in B, da das Programm den Abfluss nicht ersatzlos stoppt und Wasser reinigt, das ohne entsprechende Maßnahmen einfach nicht berücksichtigt werden könnte, bis ein Überlauf auftritt. Die Menge des verwalteten Wassers entspricht nicht der Menge der Umweltschäden.

8. Staub, brennende Halden und Wohnraum

Feststoffemissionen von Betriebsunternehmen

Im Jahr 2025 meldete die Kohleindustrie 52,270 Tausend Tonnen Feststoffemissionen. Die konventionelle Intensität beträgt 0,273 kg pro Tonne Kohle.

Horizont	A, tausend Tonnen/Jahr	B, Tausend Tonnen/Jahr von Betreiberunternehmen	C, Tausend Tonnen/Jahr
5 Jahre	20–37 mit einer Intensitätsabnahme um 25–50 %	0–5,5	56–70
15 Jahre	6,5–23	0	56–70
30 Jahre	1–11	0	56–70
50 Jahre	0–3,3	0	56–70

Dabei handelt es sich nicht um die Konzentrationen von PM_{2.5} und PM₁₀ in der Bevölkerung. Nach der Stilllegung verschwinden einige industrielle Staubquellen, Staub verbleibt jedoch auf offenen Flächen, Straßen und Halden, und diese Quellen werden in den regionalen Unternehmensgesamtzahlen möglicherweise anders oder unvollständig erfasst.

Brennende Halden

Die Anzahl der Objekte in der Region ist unbekannt, daher ist es unmöglich, Tonnen von Gestein in die Anzahl der Brände umzuwandeln. Für das quantitative Management wird ein Portfolio der zehn gefährlichsten Standorte vorgeschlagen:

- A, 0–2 Jahre: 10 von 10, untersucht durch Bohrungen, Wärmebildaufnahmen, Gase, Wasser und Stabilität;

- A, 5 Jahre: Die technischen Maßnahmen wurden an den Standorten 5–10 abgeschlossen; alle 10 stehen unter kontinuierlicher oder saisonaler Kontrolle;
- A, 15 Jahre: 8–10 können von der aktiven Arbeitsphase in die Überwachungsphase übergehen, wenn Messungen einen Rückgang der Temperatur und der Gase bestätigen;
- A, 30–50 Jahre: Die Überwachung einer erneuten Erwärmung wird fortgesetzt; Ein Objekt wird nicht abgemeldet, nur weil die Oberfläche überwuchert ist.

In B nimmt die Versorgung mit frischer kohlenhaltiger Gesteinsmasse nach dem Stoppen ab, was die Zahl neuer Brandherde verringern kann. Gleichzeitig können Kontrollverlust, Risse, Wasser und Einstürze den Sauerstoffzugang verändern. Die Richtung der Veränderung kann für jede Halde nur durch Messungen bestimmt werden.

In C nimmt das Volumen des neu bewegten Gesteins und die Anzahl zukünftiger Serviceobjekte zu, aber die Wahrscheinlichkeit einer Selbsterhitzung kann ohne Kohle- und Schwefelgehalt, Temperatur, Geometrie, Verdichtung und Luftzugang nicht berechnet werden.

Gebiete in der Nähe von Wohnungen

Der Entwurf des Bundesberichts für 2024 bietet einen begrenzten Überblick über die gasdynamische Überwachung geschlossener Bergwerke: 58 Wohnimmobilien in Kusbass, davon 14 in gefährlichen und 44 in gefährdeten Gebieten. Hierbei handelt es sich nicht um eine Zählung aller Häuser in der Nähe der Bergwerke oder der Anzahl der umzusiedelnden Familien.

Daher wird das quantitative Ergebnis für den Wohnungsbau als Verifikationsprogramm formuliert:

- in A werden die ersten 58 bereits bekannten Objekte überprüft und Entscheidungen in den ersten 1–2 Jahren getroffen; parallel dazu wird ein vollständiges Register der Häuser in der Nähe von Halden, Tagebauen, unterbauten Gebieten und Gaswegen erstellt;
- In B darf die Anzahl der Häuser, in denen das Risiko tatsächlich bestehen bleibt, auch nach Einstellung der Produktion nicht sinken, wenn keine Umsiedlung, Kontrolle von Gas, Wasser und Senkungen erfolgen;
- In C können neue Zonen zu alten hinzugefügt werden, ihre Anzahl lässt sich jedoch nicht aus der Produktionstonnage ermitteln.

9. Was wird besser und schlechter

Szenario	Was kann besser werden?	Was kann schlechter werden oder ein Risiko bleiben?	Wann
A	Nach dem Modell kann der jährliche Strom des Abfalläquivalents nach 30 Jahren etwa 40–90 % niedriger sein als der 2025-Wert; Feststoffemissionen können auf 1–11 Tausend Tonnen/Jahr reduziert werden; Rekultivierungsarbeiten auf 80–140 Tausend Hektar	Wasser und Methan aus stillgelegten Bergwerken benötigen Jahrzehnte; Eine vollständige Wiederherstellung der Ökosysteme ist in einem Teil des Gebiets unmöglich	unmittelbare Sicherheit 1–5 Jahre; Erde 5–30; Wasser und Methan bis 50+
B	Nach 5–10 Jahren hören neue Abfälle, neue Flächenbeeinträchtigungen und Emissionen aus den Betrieben nahezu auf	4,4–8,8 Milliarden Tonnen Neuzufluss der ersten Jahre bleiben ohne bestätigte Lösung; 15–90 Millionen m ³ Wasser pro Jahr erfordern möglicherweise auch nach 50 Jahren eine Kontrolle; Verantwortung geht verloren	die derzeitigen Emissionen sinken rapide; Wasser- und Gaseffekte dauern Monate bis Jahrzehnte
C	Beschäftigung und Einkommen sind möglich; Technische Verbesserungen einzelner Unternehmen sind nicht ausgeschlossen	Im Laufe von 50 Jahren kommen etwa 131–203 Milliarden Tonnen gleichwertiger Abfall, 238–271 Tausend Hektar neue Störungen und 20,5–25,1 Milliarden m ³ Wasserentnahme hinzu; Der Rest der beeinträchtigten Flächen kann 287–370 Tausend Hektar erreichen	ein neues Abfalläquivalent beginnt sofort und staut sich über den gesamten Zeitraum

10. Was uns die Zahlen nicht erlauben, zu behaupten

- Es ist unmöglich, aus Tonnen Abfall, Hektar oder Masse der Emissionen auf die Zahl der Krankheiten oder Todesfälle zu schließen.
- Der gesamte anfallende Bestand kann nicht im gleichen Ausmaß als toxisch angesehen werden.
- Es ist unmöglich, alle entsorgten Abfälle als „aufgegeben“ oder „gefährlich gelagert“ zu bezeichnen.
- Nicht jeder rekultivierte Hektar kann als wiederhergestelltes Ökosystem betrachtet werden.

- Die gesamten regionalen Methanemissionen dürfen nicht dem Kohlebergbau zugerechnet werden; der Anteil von 60–100 % ist lediglich eine Annahme für die Sensitivitätsanalyse.
- Das gesamte Grubenwasservolumen kann nicht als verschmutzt angesehen werden.
- Aus der Abraummenge lässt sich nicht auf die Anzahl der brennenden Halden schließen.
- Es ist unmöglich, die Zahl der umgesiedelten Familien anhand der Überwachungsstellen abzuschätzen.

11. Daten, die die Bereiche am meisten einschränken

1. Branchenreihe zum physikalischen Abraumvolumen und seiner Nutzung nach der Gesetzesänderung.
2. Standortweise Zusammensetzung und Menge des angesammelten Abfalls.
3. Vollständiges Haldenregister mit Temperatur, Gasen, Fläche und Wohnbebauung.
4. Liste der Bergwerke mit Methanfreisetzung vor und nach der Stilllegung.
5. Hydrogeologische Modelle verbundener Minengruppen und zukünftiger Entladestellen.
6. Register der Häuser in gefährlichen, gefährdeten und sanitären Schutzzonen.
7. Unabhängige Überprüfung der Sanierungsergebnisse nach 5, 10 und 20 Jahren.

Bis diese Daten verfügbar sind, sind Spannen ehrlicher als eine genaue Zahl.

ABSCHNITT 4

Gesundheit der Bevölkerung

Status: Szenario-Recherchemodul für einen zukünftigen Originalartikel. Hierbei handelt es sich nicht um eine medizinische Prognose der Fallzahlen oder um einen Rückschluss auf die Krankheitsursache einer bestimmten Person.

Kurzes Fazit zum Artikel

Der Gesundheitszustand ändert sich nicht gleichzeitig mit dem Produktionsplan. Wenn die Luft sauberer wird, könnte die Zahl der Asthma- und COPD-Exazerbationen sowie einiger kardiovaskulärer Ereignisse in den kommenden Tagen, Monaten und Jahren zurückgehen. Doch bereits aufgetretene chronische Krankheiten verschwinden nicht und Veränderungen des Lungenkrebsrisikos machen sich erst über einen langen Zeitraum bemerkbar. Bei angeborenen Fehlbildungen sind Auswirkungen vor der Empfängnis und während kritischer Schwangerschaftswochen wichtig: Eine potenzielle Änderung der Ergebnisse kann früher auftreten als eine Änderung der Krebsstatistik, aber für Kusbass gibt es keine Daten, die ihr einen angemessenen Prozentsatz zuordnen könnten.

Daher unterscheiden sich die drei Szenarien nicht nur in den zukünftigen Produktionsmengen. Sie unterscheiden sich darin, ob PM2.5 und andere Schadstoffe dort gemessen werden, wo Menschen leben; Wird das Grubenwasser aufbereitet? ob persönliche und berufliche Auswirkungen bekannt werden; ob die medizinische Versorgung fortgesetzt wird; ob das System alle Schwangerschaftsausgänge aufzeichnet und nicht nur Diagnosen bei lebendgeborenen Kindern.

In Szenario A wird die Risikominderung zu einem überprüfbareren Ziel. In Szenario B können einige der aktuellen Emissionen der Betreiberunternehmen schnell sinken, aber unkontrollierte Halden, Brände, Staub, Grubenwasser und der Zusammenbruch der medizinischen Überwachung können einen Teil des Gewinns verbergen oder zunichte machen. In Szenario C bleibt die Wirkung erhalten oder verstärkt sich durch eine hohe Produktion ohne ausreichende Arbeit am Altbestand; Darüber hinaus kann der Prozentsatz zukünftiger Krankheiten nicht durch Multiplikation der heutigen Inzidenz mit dem Produktionswachstum ermittelt werden.

Was über Kusbass bereits bekannt ist – und was diese Daten nicht beweisen

- In Kisseljowsk gab es im untersuchten Zeitraum keine regelmäßigen Beobachtungen der Luftverschmutzung durch das staatliche Netzwerk. Einmalige Messungen im Jahr 2020 haben eine Verschmutzung festgestellt, stellen jedoch nicht die durchschnittliche jährliche PM2.5 für ein bestimmtes Haus wieder her, geschweige denn die persönliche Dosis für frühere Jahre (SRC-KISELEVSK-AIR-CORPUS).
- In einem regionalen Umweltbericht für 2007 wurde berichtet, dass sich im Jahr 2003–2007 die neu identifizierte Inzidenz von Erkrankungen des Kreislaufsystems bei Erwachsenen verdoppelte, bei Jugendlichen um das 1.7-fache und bei Kindern um 45,9 %. Dies ist ein regionales historisches Signal, kein Beweis für die Rolle der Kohle und keine Quellenreihe für Prognosen (SRC-KUZ-HEALTH-2007).
- Die zugängliche Gemeindereihe von Kisseljowsk deckt alle neu diagnostizierten bösartigen Neubildungen und nicht nur Lungenkrebs ab: 258,4 Fälle pro 100 tausend Einwohner im Jahr 2007, 302,9 im Jahr 2020, 479,2 im Jahr 2023 und 440,8 im Jahr 2024. Hierbei handelt es sich um grobe, nicht altersstandardisierte Raten, die von der Erkennung abhängen. Sie können kein Lungenkrebsmodell kalibrieren (SRC-KISELEVSK-CANCER-2025).
- Kusbass-Studien zu angeborenen Fehlbildungen enthalten territoriale Signale, Daten zu registrierten Diagnosen, pränataler Erkennung und genetischer Anfälligkeit. Sie kombinieren nicht in einer Stichprobe die Quelle, die persönliche Dosis beider Elternteile, die kritischen Schwangerschaftswochen und alle Schwangerschaftsausgänge (SRC-KUZ-VPR-CORPUS).
- Regionale Emissions- und Abwassermengen beschreiben die Umweltbelastung, nicht jedoch die menschliche Dosis. Für Wasser benötigt man zunächst bestimmte Stoffe, Konzentrationen in der Trinkwasserversorgung, Eintragsweg, Dauer und Verbrauch. Ohne

dies kann die Masse oder das Volumen des Ausflusses nicht in die Anzahl der Krankheiten umgerechnet werden (SRC-WHO-DRINKING-WATER-2026).



Minenfeld Krasny Kusbass, 9 Dezember 2018. Über den dunklen Bereichen des schneebedeckten Störungsgebiets ist eine ausgedehnte weiße Wolke sichtbar. Standbild aus Natalia Zubkovas Video; GPS: 54,0297° N, 86,5490° E. Die Zusammensetzung der Wolke oder ihre Auswirkung auf die Gesundheit kann aus dem Bild nicht ermittelt werden.

Kompakte Vergleichstabelle

Ergebnis	A: Management, Kontrolle und Finanzierung	B: Starker Produktionsrückgang ohne Management der Altlasten	C: hohe Produktion, Vermächtnis ohne ausreichende Aufmerksamkeit	Wann man nach Veränderung suchen sollte
Akuter Myokardinfarkt, Schlaganfall und Bluthochdruck	Aufgrund der bestätigten Verringerung der PM2.5-, Rauch- und Staubepisoden wird mit einer Verringerung neuer Ereignisse gerechnet; Ein Umzug aus den gefährlichsten Gebieten verstärkt die Wirkung. Eine alternde Bevölkerung kann dazu führen, dass die absolute Zahl der Fälle hoch bleibt.	Die Emissionen aus dem Betrieb von Fabriken und Transportmitteln können zwar sinken, lokale Brände, Staub, Stress, Arbeitsplatzverlust und eine Verschlechterung der Pflege können jedoch gemischte Folgen haben. Ein Rückgang der gemeldeten Fälle aufgrund von Reisen oder der Nichtverfügbarkeit eines Arztes stellt keine Verbesserung dar.	Wenn die Exposition anhält oder zunimmt, bleibt das Risiko erhöht oder nimmt zu. Die Produktionssteigerung allein bestimmt nicht den Prozentsatz der Krankheit: Es ist die tatsächliche Konzentration in der Bevölkerung erforderlich.	Exazerbationen und Teilereignisse – Tage bis Monate; anhaltende Veränderung der Morbidität und Mortalität – mehrere Jahre oder länger.

Ergebnis	A: Management, Kontrolle und Finanzierung	B: Starker Produktionsrückgang ohne Management der Altlasten	C: hohe Produktion, Vermächtnis ohne ausreichende Aufmerksamkeit	Wann man nach Veränderung suchen sollte
Asthma und COPD	Weniger Staub- und Rauchepisoden bedeuten weniger Symptome und Schübe; Eine Reduzierung der langfristigen PM2.5 kann neue Fälle von Asthma bei Kindern und COPD reduzieren. Sobald COPD vorhanden ist, verschwindet es nicht.	Der aktuelle Produktionsstaub kann schnell abnehmen, aber ohne Wartung bleiben trockene Oberflächen, Verbrennung und Staub zurück; Die medizinische Überwachung kann sich verschlechtern. Das Ergebnis hängt von der konkreten Siedlung ab.	Neue und alte Quellen addieren sich; Die berufliche Exposition der Arbeitnehmer bleibt separat erhalten, was nicht mit der stadtweiten Exposition verwechselt werden kann.	Symptome – Tage bis Monate; neue Asthmafälle - Jahre; COPD und Veränderungen der Lungenfunktion – Jahre bis Jahrzehnte.
Lungenkrebs	Die Reduzierung von PM2.5 und krebserregenden Gemischen verringert das zukünftige Risiko, aber die Statistiken in den ersten Jahren verbessern sich möglicherweise aufgrund langer Verzögerungen, früherer Belastungen, Rauchen und Alterung nicht.	Die Stilllegung verringert einen Teil der künftigen Auswirkungen, aber Altlasten und Brände können dazu führen, dass es lokal bleibt. Durch die Abreise werden Zähler und Nenner geändert, nicht die vorherige Dosis.	Die fortgesetzte Exposition wird zur bereits akkumulierten Dosis addiert. Auch bei einer späteren Verbesserung kann das erhöhte Risiko über Jahrzehnte bestehen bleiben.	Normalerweise nicht in den nächsten Jahren; Der Haupthorizont beträgt 15–30 Jahre oder länger.

Ergebnis	A: Management, Kontrolle und Finanzierung	B: Starker Produktionsrückgang ohne Management der Altlasten	C: hohe Produktion, Vermächtnis ohne ausreichende Aufmerksamkeit	Wann man nach Veränderung suchen sollte
Angeborene Fehlbildungen	Schutz vor der Empfängnis und während der kritischen Wochen, Daten beider Elternteile und ein vollständiges Ergebnisregister ermöglichen eine frühere Erkennung von Risikoänderungen. Der Prozentsatz für Kusbass wurde noch nicht berechnet.	Die Reduzierung der aktuellen Emissionen mag einige der Auswirkungen verringern, aber Wasser, Brände, Staub und der Verfall der Überwachung machen die Richtung unklar. Weniger registrierte angeborene Fehlbildungen aufgrund des Abgangs schwangerer Frauen oder einer Verschlechterung der Diagnose bedeuten nicht ein geringeres Risiko.	Sollten die Auswirkungen anhalten, gibt es keinen Grund, mit einer systemischen Risikominderung zu rechnen; Eine numerische Vorhersage ohne Dosis und ein geeignetes Modell ist nicht möglich.	Individuelle Ergebnisse – ab dem nächsten Jahr nach der Expositionsänderung; Ein verlässlicher Trend sind mehrere Jahre und Generationen von Schwangerschaften.

So lesen Sie Horizonte von 5, 15, 30 und 50 Jahren

Nach 5 Jahren

- **A:** Bei einem wirklich bestätigten Rückgang der Konzentrationen sollten sich zunächst Symptome, Besuche, Krankenhauseinweisungen und einige kardiovaskuläre Ereignisse ändern. Bei Asthma im Kindesalter kann sich die Zahl der Neuerkrankungen ändern. Bei Lungenkrebs ist dieser Zeitraum für den Haupteffekt zu kurz.
- **B:** Durch weniger Explosionen, weniger Transportmittel und weniger Betriebsmittel sind schnelle Gewinne möglich, aber es wird nicht dasselbe sein. Wenn Staubbekämpfung, Brandbekämpfung, Entwässerung oder medizinische Überwachung aufhören, können sich die aufgezeichneten Statistiken verschlechtern oder künstlich niedriger werden.
- **C:** Ohne verbesserte Kontrolle bleibt die Exposition bestehen oder nimmt zu, aber ohne ein Expositionsmodell führt eine erhöhte Abfallmasse nicht zu einer Zunahme der Krankheit.

Nach 15 Jahren

- **A:** Eine nachhaltigere Veränderung des kardiovaskulären und respiratorischen Risikos ist zu erwarten, wenn die Verringerung von PM_{2.5} gemessen und nicht durch Rauchen, Alterung und berufliche Exposition ausgeglichen wird. Einige der Fortschritte bei Lungenkrebs zeigen sich allmählich.

- **B:** Die Folgen von Bergwerkeüberschwemmungen, chronischen Wasserproblemen und der Verschlechterung gefährdeter Standorte werden sichtbar. Der Wegzug junger Menschen verändert die Altersstruktur der verbleibenden Bevölkerung.
- **C:** Die fortgesetzte Belastung wird zur alten hinzugefügt. Die Unterscheidung von Umweltbeiträgen ohne individuelle Daten wird noch schwieriger.

Nach 30 Jahren,

- **A:** Die kumulative Zunahme chronischer Krankheiten und Lungenkrebs sollte sich am deutlichsten bei Menschen bemerkbar machen, bei denen who einen erheblichen Teil ihres Lebens nach einer Reduzierung der Exposition verbracht hat. Restrisiken und Folgen der bisherigen Arbeiten bleiben bestehen.
- **B:** Gesundheit spiegelt das Mosaik der Gebiete wider: Irgendwo haben Selbstüberwucherung und Einstellung der Arbeit den Staub reduziert, irgendwo haben Wasser, Verbrennung und Armut ein anhaltendes Risiko geschaffen. Ein einfacher regionaler Durchschnitt verbirgt diesen Unterschied.
- **C:** eine neue akkumulierte Dosis und eine neue Generation von Verpflichtungen werden gebildet; Krankheiten hängen auch davon ab, dass who übrig blieb, who blieb und who in der Industrie arbeitete.

Nach 50 Jahren

- **A:** Der Gewinn ist am deutlichsten in Generationen zu erkennen, deren Leben und Schwangerschaften weniger Belastungen ausgesetzt waren. Voraussetzung dafür ist jedoch weiterhin die langfristige Wartung von Wasser-, Methan- und aufbereiteten Anlagen.
- **B:** Einige Quellen werden von Natur aus schwächer, andere werden chronisch. Eine schlechte Aufzeichnung kann Schäden statistisch unsichtbar machen.
- **C:** höchste potenzielle kumulative Belastung und längste Folge künftiger Folgen; Um die genauen Fallzahlen zu ermitteln, sind noch Daten zu Konzentrationen, Personen und Medikamenten erforderlich.

Bedingtes quantitatives Modell von PM2.5

Warum handelt es sich hierbei nicht um eine Konzentrationsprognose?

In Kusbass gibt es keine kontinuierliche räumliche Reihe von PM2.5, die wir gefunden haben und die es uns ermöglichen würde, Konzentrationen in der Bevölkerung jedem Szenario zuzuordnen. Daher behaupten wir nicht, dass Szenario A den durchschnittlichen jährlichen PM2.5 um genau 5 oder 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ reduziert und Szenario B ihn um den gleichen Betrag erhöht. Wir geben diese Änderungen als **Schritte eines Sensitivitätstests** an. Sobald Messungen und ein Ausbreitungsmodell verfügbar sind, kann die bedingte Stufe durch die tatsächliche Stufe ersetzt werden.

Anerkannte Risikofunktionen

WHO in HRAPIE-2 (2025) empfiehlt relative Risikofunktionen für jedes $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ des durchschnittlichen jährlichen $\text{PM}_{2.5}$ zur Schätzung der Morbidität. Die folgende Tabelle zeigt die zentralen Schätzungen und 95 %-Konfidenzintervalle. Die Anwendbarkeit ist auf die Konzentrationsbereiche und Altersgruppen der Originalstudien beschränkt.

Ergebnis	Alter	RR um $+10 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{PM}_{2.5}$	Konzentrationsbereich, für den WHO die Funktion vorschlägt
Asthma im Kindesalter, neue Fälle	0–18 Jahre	1,34 (1,10–1,63)	5–40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
COPD, neue Fälle	30 Jahre und älter	1,18 (1,13–1,23)	5–25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Akuter Myokardinfarkt	30 Jahre und älter	1,13 (1,05–1,22)	5–65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Schlaganfall	30 Jahre und älter	1,12 (1,05–1,20)	5–35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Hypertonie	30 Jahre und älter	1,16 (1,05–1,30)	5–75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Lungenkrebs, neue Fälle	30 Jahre und älter	1,16 (1,10–1,23)	5–45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Quelle: SRC-WHO-HRAPIE2-2025, Abbildung 5 und Abschnitt 3.1. Für die Sterblichkeit gibt WHO separat RR pro $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an, $\text{PM}_{2.5}$: Erkrankungen des Kreislaufsystems 1,13; nicht bösartige Atemwegserkrankungen 1,14; COPD 1,14; Krebs der Luftröhre, der Bronchien und der Lunge 1,09. Mortalitäts- und Morbiditätsraten sollten nicht vermischt werden.

Formel

Für das ausgewählte Ergebnis:

$$\beta = \ln(\text{RR}_{10}) / 10$$

Da steigt die Konzentration um ΔC :

$$\text{Verhältnis der neuen Fallzahl zur ursprünglichen Fallzahl} = \exp(\beta \times \Delta C) = \text{RR}_{10}^{(\Delta C/10)}$$

Da die Konzentration um sinkt ΔC , der abgewendete bedingte Bruch ist:

$$1 - \exp(-\beta \times \Delta C) = 1 - \text{RR}_{10}^{(-\Delta C/10)}$$

Bei der Formel wird davon ausgegangen, dass die Funktion für die ursprüngliche und die neue Konzentration gilt, die Partikelzusammensetzung und andere Bedingungen vergleichbar sind und sich die Ausgangsrate auf dieselbe Altersgruppe und Ergebnisdefinition bezieht.

Was würden die Schritte 5 und 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ bedeuten?

Ergebnis	Rückgang von 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$: bedingte Änderung in Neufällen	Rückgang um 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Anstieg um 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Erhöhung um 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Asthma im Kindesalter	-13,6 %	-25,4 %	+15,8 %	+34,0 %
COPD	-7,9 %	-15,3 %	+8,6 %	+18,0 %
Akuter Myokardinfarkt	-5,9 %	-11,5 %	+6,3 %	+13,0 %
Schlaganfall	-5,5 %	-10,7 %	+5,8 %	+12,0 %
Hypertonie	-7,2 %	-13,8 %	+7,7 %	+16,0 %
Lungenkrebs	-7,2 %	-13,8 %	+7,7 %	+16,0 %

Jede Zeile bezieht sich nur auf **neue Fälle der angegebenen Krankheit** in der entsprechenden Altersgruppe. Dabei handelt es sich nicht um den prozentualen Rückgang aller Krankheiten, nicht um den Anteil an der Gesamtbevölkerung und nicht um das bereits für Kusbass berechnete Ergebnis. Beispielsweise entspricht für 1.000 anfängliche neue Fälle von COPD in einer übereinstimmenden Population eine Verringerung von $\text{PM}_{2.5}$ um 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ungefähr 79 Fällen von COPD, die bedingt abgewendet wurden; bei 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - 153. Für Lungenkrebs liegen die entsprechenden zentralen Schätzungen bei etwa 72 und 138 pro 1.000 ursprünglichen neuen Fällen von Lungenkrebs, die Manifestation ist jedoch über einen langen Zeithorizont verteilt.

Die 95 %-Intervalle der Funktion selbst ergeben einen großen Bereich. Für eine Reduzierung von 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ beträgt sie etwa 9,1–38,7 % für Asthma bei Kindern, 11,5–18,7 % für COPD, 4,8–18,0 % für Herzinfarkt, 4,8–16,7 % für Schlaganfall, 4,8–23,1 % für Bluthochdruck und 9,1–18,7 % für Lungenkrebs. Für einen bedingten Anstieg von 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ lauten die entsprechenden Intervalle 10,0–63,0 %, 13,0–23,0 %, 5,0–22,0 %, 5,0–20,0 %, 5,0–30,0 % und 10,0–23,0 %. Dies ist die statistische Unsicherheit der veröffentlichten Funktion, beinhaltet jedoch nicht die zusätzliche Unsicherheit der Übertragung nach Kusbass.

Vollständige maschinenlesbare Berechnungen liegen vor [17 HEALTH CONDITIONAL CALCULATIONS.csv](#).

Wie sich das Modell auf die drei Szenarien bezieht

- **A:** Sobald das Beobachtungsnetzwerk erstellt ist, kann die tatsächliche Reduzierung des Jahresdurchschnitts $\text{PM}_{2.5}$ in die Formel eingefügt werden. Zuvor zeigt die Tabelle, welches Ausmaß der Risikoänderung einer bestätigten Reduzierung von 5 bzw. 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

entsprechen würde. Das Programm muss kurzfristige Spitzenwerte separat messen: Der Jahresdurchschnitt beschreibt nicht alle Exazerbationen.

- **B:** eine regionale ΔC nicht zuordenbar. Durch die Reduzierung des Geschäftsbetriebs können Hintergrundgeräusche reduziert werden, und das Zurücklassen eines brennenden oder staubigen Gegenstands kann die lokale Belastung erhöhen. Für Siedlungen und Einflusszonen ist eine Berechnung erforderlich.
- **C:** Das Produktionswachstum ist nicht gleich dem PM_{2.5}-Wachstum. Bedingt **+5** Und **+10** $\mu\text{g}/\text{m}^3$ zeigt gesundheitliche Sensibilität, kann aber erst nach Emissions-, Ausbreitungs- und Messmodellen zum Szenario werden.

Wasser: Richtung kann beschrieben werden, Fallzahlen – noch nicht

Szenario A reduziert das Risiko nur dann, wenn die Bestandsaufnahme zum Schutz der Wassereinträge, zur chemischen Analyse, Aufbereitung und Kontrolle des Ergebnisses führt. In Szenario B kann die Einstellung der Entwässerung die Bewegung des Grubenwassers verändern und neue Einleitungsstellen schaffen; Gleichzeitig kann die Einstellung des Betriebs einen Teil der aktuellen Entladungen verringern. In Szenario C bleiben Ab- und Abflüsse gleich oder nehmen mit der Produktion zu, wenn sich die Technologie nicht ändert.

Keine dieser Ausgaben liefert eine Reihe von Krankheiten. Für die quantitative Bewertung benötigen Sie mindestens: einen bestimmten Schadstoff; Konzentration vor und nach der Reinigung; der Anteil der Bevölkerung, der dieses Wasser tatsächlich trinkt; Verbrauch und Dauer; andere Expositionswege; toxikologische oder epidemiologische Funktion; Alter und Verletzlichkeit. Die Weltgesundheitsorganisation stützt ihre Bewertung von Trinkwasser auf die Gefährdung und Wahrscheinlichkeit einer Exposition – Konzentration, Dauer und tatsächlicher Verbrauch – und nicht auf die Gesamtmenge der Ableitung.

Warum registrierte Fälle täuschen können

In jedem Szenario muss Folgendes gleichzeitig berücksichtigt werden:

1. **Alter und Geschlecht.** Mit zunehmendem Alter steigt die absolute Inzidenz von Herz-Kreislauf-Erkrankungen, COPD und Krebs, auch wenn das Umweltrisiko abnimmt. Es ist notwendig, altersstandardisierte Indikatoren und einzelne Altersgruppen zu vergleichen.
2. **Migration.** Durch den Auszug junger Familien kann die Zahl der Geburten und registrierten angeborenen Fehlbildungen sinken, durch den Auszug von Patienten kann die Zahl der beobachteten Fälle sinken. Dies ist eine Veränderung der Bevölkerungszusammensetzung, nicht unbedingt der Gesundheit.
3. **Rauchen.** Bei Lungenkrebs, COPD und Herz-Kreislauf-Erkrankungen sollten der Raucherstatus und möglichst der kumulative Konsum bekannt sein. Rauchen hebt die

Auswirkungen der Luftverschmutzung nicht auf, aber ohne Rauchen ist es unmöglich, den Beitrag der Faktoren richtig zu trennen.

4. **Beruf.** Die Exposition der Arbeitnehmer gegenüber Bergwerks- und Kohlenstaub unterscheidet sich von der städtischen Hintergrundexposition. Sie benötigen Ihren Beruf, Ihre Erfahrung, Ihren Bereich, Ihre Schutzausrüstung und Ihren beruflichen Werdegang.
5. **Medizin.** Büroschließungen, Ärztemangel oder eine Verschlechterung des Screenings können die Anzahl der gefundenen Diagnosen verringern, wenn der Gesundheitszustand gleich bleibt oder sich verschlechtert. Eine verbesserte Diagnostik kann die gemeldete Inzidenz vorübergehend erhöhen.
6. **Soziale Bedingungen.** Einkommen, Wohnen, Heizung, Stress, Ernährung und Zugang zu Medikamenten können sich gleichzeitig mit der Industrie ändern und die gleichen Ergebnisse beeinflussen.

Mindestdatensatz für diese Prognose

- tägliche und jährliche PM_{2.5}, PM₁₀, NO₂, SO₂, Ozon, Benzo(a)pyren und Staubzusammensetzung nach besiedelten Gebieten;
- Adresse des Wohnorts und, bei Mitarbeitern, des beruflichen Werdegangs;
- Alter, Geschlecht, Rauchen, Beruf, Einkommen und Zugang zu medizinischer Versorgung;
- altersstandardisierte Neuerkrankungen, Krankenhausaufenthalte und Todesfälle aufgrund kardiovaskulärer und respiratorischer Diagnosen;
- separate onkologische Serie für Lungenkrebs, Stadium und Morphologie;
- registrieren **von allen** Schwangerschaftsausgänge: Lebendgeburt, Totgeburt, früher Verlust, Abbruch nach pränataler Diagnose;
- Informationen über beide Elternteile vor der Empfängnis und über die Mutter während der kritischen Schwangerschaftswochen;
- Konzentrationen bestimmter Stoffe im Trinkwasser und tatsächliche Bevölkerungsabdeckung;
- ständiges oder dokumentiertes, sich änderndes Diagnose- und Aufzeichnungssystem.

Ohne dies können Sie die Risikoricthung ehrlich beschreiben und die bedingte Sensitivität berechnen. Eine Veränderung der Zahl der registrierten Diagnosen kann nicht als nachgewiesene Veränderung des Gesundheitszustandes ausgegeben werden.

Modulquellen

- SRC-WHO-HRAPIE2-2025 Modulquellen – PM_{2.5} Konzentrationsrisikofunktionen und zeitliche Ergebnistypen.

- SRC-WHO-DRINKING-WATER-2026 - Prinzip der chemischen Gefahren im Trinkwasser: Substanz, Konzentration, Dauer und tatsächliche Exposition.
- SRC-KUZ-HEALTH-2007 - historische regionale Indikatoren für Erkrankungen des Kreislaufsystems.
- SRC-KISELEVSK-CANCER-2025 - kommunale Rohindikatoren aller bösartigen Neubildungen.
- SRC-KUZ-VPR-CORPUS - Kusbass und internationale Studien zu VPR und ihren Einschränkungen.
- SRC-KISELEVSK-AIR-CORPUS — Fehlen einer regelmäßigen Serie und einmaliger Luftmessungen in Kisseljowsk.

ABSCHNITT 5

Kosten und Zeitrahmen

Stand: erste beweiskräftige Fassung. Dies ist keine Schätzung des gesamten Kusbass.

Warum es noch nicht möglich ist, einen Gesamtbetrag zu nennen

Für die regionale Schätzung liegt kein vollständiges offenes Verzeichnis von Bergwerken, Tagebauen, Halden, verschmutzten Gewässern, Brandgebieten, instabilen Hängen, Häusern zur Umsiedlung und rechtlich durchsetzbaren Verpflichtungen vor. Es wäre methodisch falsch, die Fläche des beeinträchtigten Flächen mit einem „Preis pro Hektar“ zu multiplizieren: Eine stille, überwucherte Halde, ein brennendes Massiv, eine überflutete Bergwerk und ein Bereich neben Häusern erfordern unterschiedliche Arbeiten.

Daher wird die Berechnung von unten nach oben aufgebaut:

1. Bestandsaufnahme und Planung;
2. Schutz von Personen und Notfallarbeiten;
3. typische Objekte für einzelne Klassen;
4. jährliche Wartung von Wasser, Methan und Überwachung;
5. langfristige Wiederherstellung von Land und Ökosystemen.



Natalya Zubkova auf einer Felskippe in der Nähe von Apanas während der Dreharbeiten zum Film „Black Snow“, 8 November 2020. Archiv von Natalia Zubkova.

Echte Wahrzeichen

Objekt oder Programm	Arbeitsumfang	Preis und Jahr	Was kann verwendet werden	Was nicht möglich ist
Apanas, Kusbass	Feuerlöschen, Bauüberwachung, später technische Untersuchungen	mindestens 50,66 Millionen Rubel. in Vertragspreisen für 2020–2024	das geringere dokumentierte Volumen der tatsächlich bezahlten Stufen eines bestimmten komplexen Objekts	werden als die vollen Kosten der Stilllegung, Sanierung oder Beschädigung beschrieben
Halde Nr. 13-bis der Ayutinskaya-Bergwerk, Gebiet Rostow	Umsetzung eines Projekts zur Löschung einer brennenden Steinalde	Anfangspreis 190,57 Millionen Rubel, 2021	Kostenordnung für ein Löschprojekt	Überweisen Sie den Betrag auf eine beliebige Kusbass-Halde ohne Fläche, Volumen und Projekt
Halde Nr. 1 der Ayutinskaya-Bergwerk	Löschung einer weiteren brennenden Halde	etwa 509,43 Millionen Rubel, 2021	zeigt den standortinternen Unterschied zwischen zwei Objekten	als durchschnittlicher Preis eines Halden betrachtet
Programm von Stroyservis JSC, Kusbass, erste Etappe	Vom Unternehmen angekündigte Arbeiten auf 500 Hektar	mehr als 3,2 Milliarden Rubel, 2021–2023; ungefähr 6,4 Millionen Rubel/ha	beobachtetes Budget eines großen Unternehmensprogramms	als vergleichbar mit dem Aussterben oder der vollständigen Wiederherstellung des Ökosystems angesehen; Die Zusammensetzung der Kosten wird nicht vollständig offengelegt
Programm von Stroyservis JSC, zweite Stufe	Rekultivierungsplan für mehr als 1.200 Hektar bis 2028	etwa 5 Milliarden Rubel, angekündigt im Jahr 2024; ungefähr 4,17 Millionen Rubel/ha	Maßstab für groß angelegte geplante Rekultivierungen	gelten automatisch für alte herrenlose und brennende Objekte

Objekt oder Programm	Arbeitsumfang	Preis und Jahr	Was kann verwendet werden	Was nicht möglich ist
Bedingte komplexe alte Halde 100 Hektar	Sicherheit, Ingenieurarbeiten, Wurzelschicht, Vegetation, 20-Jahreskontrolle	0,4–1,8 Milliarden Rubel. in Preisen des Szenariomodells 2026; 4–18 Millionen RUR/ha	transparenter Bereich, um den Umfang eines komplexen Projekts zu überprüfen	als Marktschätzung, Durchschnittspreis oder Apanas-Schätzung ausgeben
Großbritannien, zukünftige Grubenwasserpläne	durchschnittlicher Bau und Betrieb aufgeschobener Projekte nach Angaben der Coal Authority	£2,9 Millionen Bau + £0,1 Millionen/Jahr, Schätzungen 2020–2021	Trennung von Kapital und festen Betriebspreisen	Überweisen Sie den britischen Wert zum Wechselkurs nach Kusbass
Großbritannien, Grubenwasserportfolio	Betriebsunterstützung 82 Systeme, 10 Pumpstationen und mehr als 700 Überwachungspunkte	£203 Millionen für 8 Jahre, Vertrag 2026	zeigt, dass Wasser eine kontinuierliche langfristige Bewirtschaftung erfordert	Teilen Sie den Betrag nur durch die Zahlenschemata: Der Vertrag umfasst verschiedene Arten von Objekten und Daten
Deutschland, LMBV	Neuordnung des nichtprivatisierten Erbes der ostdeutschen Braunkohleindustrie	ca. €12 Milliarden seit 1995; 1,44 Milliarden € für die Jahre 2023–2027	Umfang des jahrzehntelangen Landesprogramms	Überweisen Sie den Betrag nach Kusbass: eine andere Art von Kohle, Gesetz, Territorium und Arbeitsumfang
Großbritannien, Bergbausanierungsbehörde	Reserve für Grubenwasser, Sicherheit, Bodensenkungen und andere Verpflichtungen	£1,709 Milliarden Reserve; £4,0604 Milliarden an undiskontierten zukünftigen Strömen bei 31.03.2025	die Notwendigkeit, zukünftige Verbindlichkeiten im Voraus zu erfassen	die Kosten nur für Wasser oder nur für Halden zu berücksichtigen

Typische Bereiche für Szenario A

Alle unten aufgeführten Bereiche sind eine Größenordnung für die Portfolioplanung und keine vorgefertigte Budgetanfrage.

1. Brennende Steindeponie

- dokumentierte russische Löschprojekte bieten einen groben Richtwert von ca **40–510 Millionen Rubel. zum Objekt** im Jahr 2020–2021 Preisen;
- Der unterste Punkt von Apanas bezieht sich auf die abgeschlossene Phase und nicht auf den gesamten Lebenszyklus.
- Eine komplexe 100-Hektar-Anlage in einem Szenariomodell mit Land und 20-jähriger Unterstützung ergibt **0,4–1,8 Milliarden Rubel.** im Jahr 2026 Preisen.

Hauptpreisfaktoren: Volumen und Geometrie, Herdtiefe, Sauerstoffzugang, Notwendigkeit, Masse zu bewegen, Wasser, Hangstabilität, Nähe zur Wohnbebauung, Notwendigkeit eines neuen Standorts, Steuerung der Nacherwärmung.

2. Geplante Rekultivierung von beeinträchtigten Flächen

- Unternehmensprogramme von Kusbass geben eine grobe beobachtete Reihenfolge vor **4,2–6,4 Millionen Rubel/ha** in Preisständen verschiedener Jahre 2021–2024;
- Das Szenariomodell einer komplexen Altlastdeponie gibt **4–18 Millionen Rubel/ha** im Jahr 2026 Preisen;
- Die erste Gruppe bezieht sich auf große Unternehmensprogramme, die zweite umfasst schwierigere technische Annahmen. Sie können nicht gemittelt werden.

3. Grubenwasser

Die britische Erfahrung zeigt zwei Kostenebenen:

- Kapitalaufbau eines separaten Systems in der Größenordnung von mehreren Millionen Pfund;
- Betriebskosten in der Größenordnung von Hunderttausenden Pfund pro Jahr für jedes System, manchmal für unbestimmte Zeiträume.

Der Bericht der Mining Remediation Authority berechnet die Cashflows über 100 Jahre, da es bei einem Teil des kontaminierten Grubenwassers keinen Zeitpunkt gibt, an dem die Sanierung sicher beendet werden kann. Dies veranschaulicht den Zeithorizont, keinen Preis für Kusbass.

4. Methan

Die Kosten wurden noch nicht pauschal abgeschätzt. Zunächst benötigen Sie für jeden geschlossenen Schacht:

- Messung des Gasflusses und der Gaszusammensetzung;
- Vorhersage von Rückgang, Überschwemmungen und Lecks;
- Bewertung der Sammlung, Verwendung, Abfackelung oder katalytischen Zerstörung;
- Kontrolle der Migration zu Gebäuden und Kommunikation.

UNECE betont, dass die Emissionen über Jahrzehnte andauern können und die Eignung des Projekts vom Restgasgehalt, der Durchlässigkeit, der Überschwemmung und der Fähigkeit zur Kontrolle von Luftlecks abhängt.

Die ersten fünf Jahre des Programms

Im Moment ist es angemessen, den regionalen Betrag als Portfolioformel festzulegen:

5 Jahre = Bestandsaufnahme + Schutz der Menschen + vorrangige Halden + vorrangige Anlagen zur Wasseraufbereitung + Methan + Flächen + Betrieb und offene Daten.

Mindestinhalt des Programms

Block	Was muss in den ersten 5 Jahren bezahlt werden	Wenn das erste Ergebnis sichtbar ist
Inventar	Satelliten- und Bodenbildgebung, Bohrungen, Temperatur und Gase, Hydrogeologie, Haftungsregister, offene Datenbank	1–2 Jahre für Prioritätsregister; ständig aktualisiert
Menschen	Inspektion von Häusern und Risikogebieten, temporärer Schutz, Objektbewertung, Umsiedlung, wenn das Risiko nicht vor Ort verringert werden kann	sofort für Notfallmaßnahmen; 2–5 Jahre für das Umsiedlungsprogramm
Brennende Halden	Projekte und Arbeiten an der ersten Gruppe von Standorten, Steuerung der Nacherwärmung	Monate bis Jahre, um unmittelbare Gefahren zu reduzieren; ist nicht gleichbedeutend mit der Wiederherstellung des Ökosystems
Wasser	Kontinuierliche Überwachung der Füllstände, temporäre Entwässerung, Aufbereitungsprojekte, erste Bauwerke	1–5 Jahre, um einen Teil der Einleitungen zu verhindern; Der Betrieb kann über Jahrzehnte fortgeführt werden
Methan	Messungen vor der Stilllegung des Bergwerks, Aufrechterhaltung der Entgasung, Pilotprojekte zur Nutzung oder Zerstörung	1–3 Jahre an Standorten mit ausreichender und kontrollierter Strömung
Land	Hangstabilisierung, Entwässerung, Erosionsschutzarbeiten, erste Stufe der Wurzelschicht und Vegetation	Reduzierung von Staub und Erosion für Jahreszeiten möglich; Bodenfunktionen - Jahrzehnte

So berechnen Sie ein Portfolio nach der Inventur

Ein Beispiel für ein Formular, kein ausgewähltes Budget:

$N1 \times \text{Kosten für die Löschung einer einfachen oder mäßig komplexen Halde}$

$+ N2 \times \text{Kosten einer komplexen Halde}$

$+ \text{Hektar geplanter Rekultivierungsarbeiten} \times \text{entsprechender Kostensatz}$

$+ N3 \times \text{Bau von Anlagen zur Grubenwasseraufbereitung}$

$+ \text{jährlicher Betrieb von Wasseraufbereitungs- und Methankontrollsystemen} \times 5 \text{ Jahre}$

$+ \text{Umsiedlung nach Zahl der Häuser und Entschädigungsstandard}$

+ 15–25 % Unsicherheitsreserve in der frühen Phase.

Die Reserve von 15–25 % ist immer noch ein Szenarioparameter und sollte nach Vorprojekterhebungen durch eine Genauigkeitsklasse ersetzt werden.

Ergebniszeitleiste

Ergebnis	Realistischer Horizont	Genehmigungsgrenze
Wegfall der unmittelbaren Gefahr an einem einzelnen Standort	Monate–5 Jahre	möglich nach Ingenieurarbeiten; Das Wiedererhitzen erfordert Kontrolle
technische Rekultivierung und nachhaltige Vegetationsbedeckung	ungefähr 3–15 Jahre	abhängig von Untergrund, Wasser und Pflege; Ein grüner Hang ist kein Beweis für die Wiederherstellung des Bodens
Entwicklung der Bodenstruktur und -funktionen	20–40 Jahre oder mehr	einzelne Prozesse dauern 56–65 Jahre; Die Rückkehr des ursprünglichen Bodens ist nicht garantiert
Grubenwasser	von mehreren Jahren bis zum Dauerbetrieb	Einige Systeme erfordern eine jahrzehntelange Überwachung und Behandlung oder ohne ein bestimmtes Enddatum
Methan aus stillgelegten Bergwerken	Ein starker Rückgang in den ersten Jahren ist möglich, Restemissionen - Jahrzehnte	Der Verlauf hängt vom Gasgehalt, der Abdichtung und der Überflutung ab

Nächster Berechnungsschritt

Für die Publikationsbewertung der ersten fünf Jahre müssen Sie ein transparentes fiktives Portfolio auswählen, zum Beispiel:

- alle bestätigten Wohnimmobilien;
- die ersten zehn gefährlichen brennenden oder selbsterhitzenden Halden;
- erste 5 Grubenwassersysteme;
- erste 2.000 Hektar beeinträchtigte Flächen;
- bestimmte Anzahl von Häusern für den Umzug.

Vor dem Erscheinen des Registers richtet sich die Anzahl der Objekte in einem solchen Portfolio nach dem Szenario des Autors und nicht nach dem festgestellten Bedarf der Region.

ABSCHNITT 6

Bestätigte Halden: Grenzen der Vollständigkeit

Dabei handelt es sich um eine Arbeitsliste spezifischer Objekte aus dem bereits zusammengestellten Korpus. Es **ist kein vollständiges Verzeichnis der Kusbass-Halden** und erlaubt uns nicht, den Anteil der brennenden Gegenstände zu benennen.

Kusbass

Objekt	Was ist bestätigt	Bestätigungszeitraum	Was wir nicht wissen
Apanassky-Halde des ehemaligen Tagebaus Listvyansky	Objekt als brennende Halde veröffentlicht; Ausnahmезustand 2020; Löscharbeiten, Gaskontrolle, technische Untersuchungen; sich wiederholende thermische Anomalie der Landsat-Oberfläche; mindestens 50,66 Millionen Rubel. verfolgte öffentliche Ausgaben	2008–2025, Distanzreihe 2016–2025	moderne Innengeometrie des Feuers, volle Kosten, Endergebnis und verantwortliche Person
Brennende Felshalden der Krasnobrod-Niederlassung	Verbrennung und Emissionen tauchten in Überwachungsmaterialien und im Gerichtsverfahren auf; unvollständige Beseitigung von Verstößen	2016–2017	Anzahl und Koordinaten aller einzelnen Halden, Temperatur, aktueller Zustand, Kosten
Brennende Steinhalden der Bachatsky-Filiale	in den gleichen aufsichtsrechtlichen und gerichtlichen Fall einbezogen sind	2016–2017	Anzahl der einzelnen Objekte, aktueller Status und Kosten
Halde Nr. 2 des Tagebaus Wachruschewski des Tagebaus Krasnobrodsky	Füllung 2012–2014, Auslegungsvolumen ca. 50,1 Mio. m ³ ; Langzeitthermometrie; Eine Vertiefung zeigte 60–79 °C bei 1,5 m und 67–76 °C bei 2,5 m	Messungen beschrieben als 2016–2019; Veröffentlichung 2025	Arbeit enthält interne Periodendiskrepanz; Eine Messung beweist nicht die Verbrennung des gesamten Massivs
Südfeld des Bergwerks Nr. 12 LLC	Die Behörden berichteten über Brennpunkte der Selbsterhitzung, ein Löschprojekt, die biologische Sanierung von 68 Hektar und die Abnahme von Grundstücken	spätestens bis 2016–2025	die Hotspots, 68 Hektar und zwei übertragene Grundstücke können nachweislich nicht zu einem Objekt zusammengefasst werden; keine vollen Kosten

Objekt	Was ist bestätigt	Bestätigungszeitraum	Was wir nicht wissen
Interne Auendeponie des Tagebaus Sibirginsky	Der Minister nannte im Jahr 2021 Hotspots der Selbsterwärmung und arbeitete an dem Projekt auf Kosten des Unternehmens	2021	Keine offenen Koordinaten von Brutstätten, Temperaturen, Schätzungen, Handlungen und modernen Ergebnissen

2024 Forschungsbeispiel

Eine Studie von Portola, Protasova und Seregina berichtet über 15 Bohrlöcher auf den untersuchten Kusbass-Halden; In einer Tiefe von 0,5 m wurden Temperaturen von 35–433 °C gemessen und CH₄, CO, SO₂, H₂S und O₂ überwacht. Dies bestätigt die Existenz von Hochtemperaturzonen in den untersuchten Objekten, allerdings lässt sich die Anzahl der Brunnen nicht auf die Anzahl der brennenden Halden in der Region umrechnen.

Andere Nummern, die nicht durch das Regionalregister ersetzt werden können

- **482 Objekte** — das gesamte regionale Kataster der Abfalllager- und -entsorgungsanlagen in Kusbass, nicht nur Kohledeponien und nicht nur bestehende Anlagen.
- **312 Objekte** - Halden von Abraum, Abfällen und umschließendem Gestein aus dem Kohlebergbau, registriert im GRRO in Russland gemäß ITS 17-2024; Dies ist nicht die Anzahl der physischen Halden in Kusbass.
- **6 Zeilen von Objekten oben** ist die Anzahl der dokumentierten Fälle in unserer vorherigen Studie, keine Schätzung ihrer Gesamtzahl.

Was soll die Bestandsaufnahme von Szenario A bieten?

Für jedes physische Array ist eine separate Karte erforderlich:

1. konstante Kennung und Koordinaten;
2. Grenzpolygon und Geländemodell;
3. Volumen, Alter, Füllmethode und Zusammensetzung;
4. Eigentümer, Nachfolger, Landstatus und finanzielle Sicherheit;
5. Tiefentemperatur, Gaszusammensetzung und Verlauf der erneuten Vermessung;
6. Hangstabilität, Senkung und Erosion;
7. Oberflächen- und Grundwasser;
8. Entfernung zu Wohnhäusern, Straßen, Kommunikationswegen und Wasserläufen;

9. abgeschlossene Arbeit, ihre Kosten und das spätere Ergebnis;
10. Risikokategorie und Datum der nächsten Kontrolle.

Erst danach können Sie beantworten, wie viele Halden es in der Region gibt, wie viele davon brennen, wie viele potenziell gefährlich sind und wie viel Geld überhaupt erforderlich ist.

ABSCHNITT 7

Berechnungen und Reproduzierbarkeit

Alle Berechnungen erfolgen getrennt von veröffentlichten Originalwerten. Die Rundung erfolgt erst nach der Berechnung.

1. Anteil von Kusbass im russischen Abfall, 2025

Anfangswerte:

- Russland: 7,841 Milliarden Tonnen;
- Kusbass: 2,189063297 Milliarden Tonnen.

Berechnung:

$$2,189063297 / 7,841 \times 100 = 27,918 \% .$$

Formulierung der Veröffentlichung: **etwa 27,9 % oder fast 28 %**.

2. Gleichgewicht der gestörten Gebiete, 2025

Anfangswerte:

- Anfang des Jahres: 120,280 Tausend Hektar;
- während des Jahres gestört: 4,620 Tausend Hektar;
- rekultiviert: 1,265 Tausend Hektar;
- Jahresende: 123,634 Tausend Hektar.

Überprüfen:

$$120,280 + 4,620 - 1,265 = 123,635 \text{ Tausend Hektar} .$$

Die offizielle Gesamtsumme weicht um 0,001 Tausend Hektar, also 1 Hektar, ab, was durch Rundung der Komponenten erklärt werden kann.

Verhältnis der jährlichen Ströme:

$$4,620 / 1,265 = 3,652 .$$

Formulierung der Veröffentlichung: **Im Jahr 2025 war das Gebiet der neuen Störung etwa 3,7 mal größer als das als rekultiviert erfasste Fläche.**

Nettoveränderung der gerundeten Flüsse:

$$4,620 - 1,265 = 3,355 \text{ Tausend Hektar} .$$

Lücke zwischen zwei Geschäftsberichten

- Ende von 2024 im 2024-Bericht: 99,156 Tausend Hektar;
- Beginn von 2025 im Bericht 2025: 120,280 Tausend Hektar.

$$120,280 - 99,156 = 21,124 \text{ Tausend Hektar} .$$

Hierbei handelt es sich um einen diagnostischen Unterschied zwischen Quellen und nicht um eine Schätzung des Gebiets, das während des Übergangsmoments physisch gestört wurde. Bis die Quelle die Revision erklärt, können die Salden der beiden Jahre nicht zu einer fortlaufenden Reihe zusammengefasst werden.

3. Einleitungskategorien der Kohleindustrie, 2025

Basiswert: 298,996 Millionen m³, die in Oberflächengewässer eingeleitet werden.

Veröffentlichte Aktien:

- kontaminiert: 4,04 %;
- ausreichend gereinigt: 94,72 %;
- konform ohne Behandlung: 1,24 %.

Direkte Werte der Tabelle 2,2:

- 12,067 Mio. m³ verschmutzt;
- 283,196 Millionen m³ ausreichend behandelt.

Sie sind Produkten aus Gesamtvolumen und gerundeten Prozentangaben vorzuziehen. Der Rest nach der Subtraktion ist $298,996 - 12,067 - 283,196 = 3,733 \text{ Millionen m}^3$; es ist nah dran, aber nicht identisch mit dem Produkt des veröffentlichten 1,24 % (3,708 Millionen m³) aufgrund der Rundung von Brüchen und möglicherweise ursprünglichen Komponenten. Daher wird kein separater Band für Wasser, das als „konform ohne Behandlung“ eingestuft ist, als exakter Quellwert ohne eine vollständige Zeile der Primärform veröffentlicht.

4. Der Unterschied zwischen der Produktion von 2018 und 2025

Aus Konsistenzgründen wird die regionale Reihe des Ministeriums für Kohleindustrie verwendet:

- 2018: 255,3 Millionen Tonnen;
- 2025: 190,7 Millionen Tonnen

Absoluter Unterschied:

$$255,3 - 190,7 = 64,6 \text{ Millionen t/Jahr.}$$

Relativer Unterschied zu 2025:

$$(255,3 / 190,7 - 1) \times 100 = 33,88 \%.$$

Formulierung für die Veröffentlichung: **Eine Rückkehr zum Niveau von 2018 würde gegenüber 2025 eine um etwa 64,6 Millionen Tonnen oder 33,9 % höhere Jahresförderung bedeuten.**

Die Bundesquelle gibt 255,7 Millionen Tonnen für 2018; Bei Verwendung beträgt die Differenz 65,0 Millionen Tonnen. Ohne Erklärung können zwei Versionen nicht in einer Tabelle gemischt werden.

5. Warum es unmöglich ist, den amtlich erfassten Abfall proportional vorherzusagen

Diagnostische Zusammenhänge zwischen allgemeinem Abfallaufkommen und Kohlebergbau:

Jahr	Regionaler Abfall	Kohlebergbau	Einfache Beziehung
2023	4,0807 Milliarden Tonnen	214,2 Millionen Tonnen	19,05 Tonnen erfasster Abfall pro 1 Tonne Kohle
2024	3,3110 Milliarden Tonnen	198,4 Millionen Tonnen	16,69 t/t
2025	2,1891 Milliarden Tonnen	190,7 Millionen Tonnen	11,48 t/t

Der Zähler umfasst nicht nur die Kohleindustrie, sondern ist nach 2023 Jahr auch von der gesetzlichen Neuklassifizierung von Abraum und Nebengestein betroffen. Daher können diese Verhältnisse nicht als Koeffizient des physischen Abfallaufkommens verwendet werden.

Sogar das engere Verhältnis von 2024—3,2 Milliarden Tonnen Kohleabfall zu 198,4 Millionen Tonnen Kohle, oder etwa 16,13 t/t – basiert immer noch auf einer gerundeten Sekundärquelle.

6. Sensitivität des Szenarios C für Überlastung

Im vorherigen Szenariomodell wurde der Bereich des Stripping-Koeffizienten verwendet: 6,1–11,5 m³ pro 1 Tonne Kohle. Dies ist nicht der Durchschnittswert für den gesamten Kusbass.

Mit 255,3 Millionen Tonnen Kohle:

- $255,3 \times 6,1 = 1.557,33 \text{ Millionen m}^3$;
- $255,3 \times 11,5 = 2.935,95 \text{ Millionen m}^3$.

Eine Steigerung um 64,6 Millionen Tonnen im Vergleich zu 2025 bei gleichem bedingten Bereich:

- $64,6 \times 6,1 = 394,06 \text{ Millionen m}^3$;
- $64,6 \times 11,5 = 742,90 \text{ Millionen m}^3$.

Akzeptable Formulierung: **Die bedingte Empfindlichkeit ergibt etwa 0,39–0,74 Milliarden m³ zusätzlichen Abraum pro Jahr im Verhältnis zur Produktion im Jahr 2025, wenn die Entwicklungsstruktur und das Abraumverhältnis innerhalb des ausgewählten Bereichs liegen.**

Hierbei handelt es sich nicht um eine Abfallprognose in Tonnen. Um Volumen in Masse umzuwandeln, ist die Dichte bestimmter Gesteine erforderlich, und für den statistischen Status sind Regeln für deren Verwendung und Abrechnung erforderlich.

7. Sensitivität von Szenario C für Land

Für eine in sich konsistente Berechnung werden die Werte eines Berichts übernommen:

- 4,015 Tausend Hektar, die während des Bergbaus im Jahr 2025 zerstört wurden;
- Im selben Bericht werden 191,8 Millionen Tonnen Kohle angegeben.

Bedingte Intensität:

$$4.015 \text{ ha} / 191,8 \text{ Millionen t} = 20.933 \text{ Hektar je 1 Million Tonnen Kohle}.$$

Bei 255,3 Millionen Tonnen:

$$255,3 \times 20,933 = 5.344,3 \text{ ha/Jahr}.$$

Bedingte Erhöhung:

$$5.344,3 - 4.015 = 1.329,3 \text{ ha/Jahr}.$$

Einschränkungen: Der Indikator der Flächenbeeinträchtigung deckt den gesamten Mineralabbau ab, nicht nur Kohle; Das Land wird in ungleichmäßigen Stufen gestört und muss in der Produktion nicht linear sein. Daher wird das Ergebnis nur als Sensitivität des oberen Szenarios verwendet.

8. Sensitivität von Szenario C für Wasser und Emissionen

Alle nachstehenden Koeffizienten werden aus den Daten des Umweltberichts 2025 abgeleitet und auf 255,3 Millionen Tonnen angewendet, wobei eine konstante Produktionsstruktur vorausgesetzt wird.

Wasser

- Aufnahme: $382,736 / 191,8 = 1,995 \text{ m}^3/\text{t}$;
- bedingt bei 255,3 Millionen Tonnen: **509,4 Millionen m³/Jahr** ;
- bedingte Erhöhung: **126,7 Millionen m³/Jahr** .
- Gesamtabwassereinleitung: $329,401 / 191,8 = 1,717 \text{ m}^3/\text{t}$;
- bedingt bei 255,3 Millionen Tonnen: **438,3 Millionen m³/Jahr** ;
- bedingte Erhöhung: **108,9 Millionen m³/Jahr** .

Grenze: Der Wasserzufluss hängt von der Hydrogeologie und dem Entwicklungsstadium ab, es handelt sich also nicht um eine Prognose.

Gemeldete Emissionen aus der Kohleindustrie

- alle Stoffe: $888,918 \text{ Tausend t} / 191,8 \text{ Millionen t} = 4,635 \text{ kg/t}$;
- bedingt bei 255,3 Millionen Tonnen: **1.183,1 Tausend t/Jahr** ;
- bedingte Erhöhung: **294,2 Tausend t/Jahr** .
- feste Stoffe: $52,270 \text{ Tausend t} / 191,8 \text{ Millionen t} = 0,273 \text{ kg/t}$;
- bedingt bei 255,3 Millionen Tonnen: **69,6 Tausend t/Jahr** ;
- bedingte Erhöhung: **17,3 Tausend t/Jahr** .

Grenze: Methangehalt der Schichten, Tiefe, Abbaumethode, Entgasung, Staubunterdrückung und Intensität der Reinigungsänderung. Die Masse der Feststoffemissionen entspricht nicht der Konzentration von PM_{2.5} oder PM₁₀ in der Bevölkerung.

9. Was darf in den Artikel aufgenommen werden?

Fest:

- das Ausmaß des Produktionsunterschieds zwischen 2018 und 2025;
- offizielle Menge an Abfall, Land, Wasser und Emissionen für ausgewählte Jahre;
- Änderung der gesetzlichen Abfallbilanzierung;
- Unfähigkeit, ohne Lagerbestand einen zuverlässigen regionalen Preis zu erhalten.

Nur als bedingte Sensibilität:

- zusätzliche Überlastung;
- linearer Anstieg der gestörten Land-, Wasser- und Emissionen;
- Portfoliokosten nach Anzahl typischer Objekte.

10. Erweitertes Modell 5/15/30/50 Jahre

Stückweise lineare Produktionsverläufe, Mengen an neuem Abfall, Land, Wasser, Methan und Feststoffemissionen werden separat angegeben:

- Methode und Tabellen - [13 QUANTITATIVE SCENARIO MODEL.md](#);
- alle Parameter - [14 SCENARIO INPUTS.csv](#);
- letzte 12 Zeilen - [15 SCENARIO RESULTS.csv](#).

Durch diese Trennung wird verhindert, dass die veröffentlichten Basiswerte versehentlich mit den von uns gewählten Szenarioannahmen vermischt werden.

Korrektur des Land- und Wasserhaushalts

Für Szenario A nach 50 Jahren gilt das künstliche Restflächenminimum nicht:

$$123,634 + 61,7 - 180 = 5,334 \text{ Tausend Hektar .}$$

Die Untergrenze der Veröffentlichung wird auf 5 Tausend Hektar gerundet. Dabei handelt es sich nur um einen rechnerischen Rest der Fläche und nicht um einen Beweis für die vollständige Wiederherstellung des Ökosystems.

Für Szenario C umfasst die Untergrenze der kumulativen Wasserentnahme die szenariobasierte Verbesserung der Wasserintensität um 10 %:

- 5 Jahre: $1,052 \times 1,995 \times 0,90 = 1,889 \text{ Milliarden m}^3$;
- 15 Jahre: $3,352 \times 1,995 \times 0,90 = 6,019 \text{ Milliarden m}^3$;
- 30 Jahre: $6,802 \times 1,995 \times 0,90 = 12,212 \text{ Milliarden m}^3$;

- 50 Jahre: $11,402 \times 1,995 \times 0,90 = 20,474$ Milliarden m³.

Die Obergrenze verwendet einen Faktor von 1,00 und bleibt dementsprechend 2,22; 7,32; 14,96 und 25,14 Milliarden m³ nach Rundung.

ABSCHNITT 8

Große Unbekannte und Lücken in der Erfassung

1. Angesammelter Abfallbestand

Es wurde ein offizieller allgemeiner Indikator gefunden: Zu Beginn von 2024 gab es in Kusbass 27,556 Milliarden Tonnen nichtkommunaler Abfälle. Wir brauchen am Ende des letzten Jahres einen primären offiziellen Indikator, der zumindest nach Art der Wirtschaftsaktivität aufgeschlüsselt ist. Eine professionelle Quelle meldet 27,5 Milliarden Tonnen angesammelter Abfälle aus dem Kohlebergbau bis Ende 2024, die ursprüngliche Tabelle wurde jedoch noch nicht gefunden. Zur Rekonstruktion des Bestandes können die jährlichen Erzeugungszahlen nicht addiert werden.

2. Physischer Abraumfluss nach Gesetzesänderungen

Nach 2023 wird ein Teil des Abraums und des umgebenden Gesteins möglicherweise nicht mehr als Abfall gemeldet. Für den physischen Ausgleich werden getrennt von 2-TP (Abfall) Indikatoren für das Abraumvolumen und die Gesteinsverwendung aus Bergbauberichten benötigt.

3. Vollständiges Verzeichnis der Kohledeponien

Für alle Abfalldeponien gilt die Nummer 482 aus dem Landeskataster. Es wurde noch kein offenes Register gefunden, das für jede Kohledeponie gleichzeitig Folgendes anzeigt:

- Koordinaten und Grenzen;
- Eigentümer- und Haftungsstatus;
- aktiver, geschlossener oder verlassener Status;
- Volumen und Zusammensetzung;
- Temperatur, Gase und Verbrennungsgeschichte;
- Hangstabilität und Wasserhaushalt;
- Nähe zu Wohnraum;
- abgeschlossene Rekultivierung und anschließende Überwachung.

4. Anzahl bestätigter brennender Objekte

Es gibt dokumentierte Fälle und wissenschaftliche Stichproben, dies ist jedoch keine vollständige regionale Darstellung. Es ist nicht möglich, den Anteil der brennenden Objekte aus der Forschungsstichprobe auf alle Halden hochzurechnen.

5. In Betrieb befindliche, vorübergehend stillstehende, konservierte, in Liquidation befindliche und endgültig geschlossene Bergwerke und Tagebaue

Am 2. Oktober 2026 meldete das regionale Ministerium 38 in Betrieb befindliche Bergwerke und 55 Tagebaue. Am 20. August 2025 berichtete dieselbe Abteilung über die Medien über die vorübergehende Einstellung von 6 Bergwerken und 9 Tagebauen. Diese Nummern können nicht automatisch hinzugefügt werden: Datum und Status sind unterschiedlich. Wir benötigen ein Register für ein einzelnes Datum mit Namen und Statusdefinitionen. Die Anzahl der juristischen Personen, Lizenzen, Grundstücke und Produktionseinheiten sind unterschiedliche Indikatoren.

Ein Anfang 2025 veröffentlichtes Interview mit dem sibirischen Departement von Rostekhnadsor schließt die Lücke bei den gefährlichen Produktionsanlagen teilweise: Von 60 Anlagen der Gefahrenklasse I des Typs „Kohlebergwerk“ waren 39 in Betrieb, 11 konserviert, 9 in Liquidation und 1 im Bau. Für Tagebaue und Aufbereitungsanlagen wurde die Verteilung nach Status nur gemeinsam und nicht nach Betriebsart veröffentlicht. Das ist eine nützliche Momentaufnahme. Eine gefährliche Produktionsanlage ist jedoch nicht dasselbe wie ein Unternehmen, und „in Liquidation“ bedeutet noch nicht „endgültig geschlossen“. Ein vollständiges namentliches Register für einen einheitlichen Stichtag liegt weiterhin nicht vor.

Auch das Programm zur Stilllegung von 22 Bergwerken in drei Städten ersetzt ein solches Register nicht: Es zeigt den geplanten Umfang für 2015–2023, aber nicht den endgültigen Sicherheitsstatus jedes Standorts. Die Kontrolle durch Rosprirodnadsor ergab zudem Lücken in der Überwachung und eine Verringerung eines Teils der vorgesehenen Rekultivierungsverpflichtungen.

6. Diskrepanz im gemeldeten Bereich des beeinträchtigten Flächen

Der Bericht für 2024 gibt zum Jahresende 99,156 Tausend Hektar beeinträchtigte Flächen an. Der Bericht für 2025 gibt 120,280 Tausend Hektar zu Beginn von 2025 an. Die Differenz zwischen diesen aufeinanderfolgenden Bestandszahlen beträgt 21,124 Tausend Hektar, obwohl diese Positionen vergleichbar sein sollten. In den überprüften Abschnitten wird der Grund nicht angegeben. Zu den möglichen Erklärungen gehören eine Änderung des Berichtskreises, die Einbeziehung bisher nicht erfasster Gebiete oder eine andere methodische Überarbeitung. Ohne

ein Dokument können Sie jedoch keine Erklärung wählen. Bis zur Klärung ist es unmöglich, eine kontinuierliche Reihe von Residuen zu konstruieren und den gesamten Anstieg auf physische Störungen in den Gebieten in einem Jahr zurückzuführen.

7. Grubenwasser und zukünftige Entwässerung

Es werden standortspezifische Informationen zur Konnektivität der Anlagen, zur Überschwemmungshöhe, zur Wasserqualität, zum Pumpvolumen, zur Behandlung, zu den Einleitungsstellen und zur langfristigen Haftung benötigt. Die regionale Bilanz 2-TP (vodkhoz) beantwortet diese Fragen nicht.

8. Luftqualität in der Bevölkerung

Die regionale Masse der Emissionen ersetzt nicht die stationäre und streckenbezogene Konzentrationsmessung in Städten und Gemeinden. Die Szenarien erfordern eine Beobachtungskarte, Serienkontinuität, PM_{2.5}/PM₁₀, Staubzusammensetzung und meteorologische Bedingungen.

9. Methan nach der Stilllegung

Es sind standortbezogene Schätzungen der Methanemissionen aus aktiven und stillgelegten Bergwerken, Angaben zu Entgasungsarbeiten und Methannutzung sowie ein Modell der Emissionsänderungen nach dem Ende der Förderung erforderlich. Eine Verringerung der Förderung bedeutet nicht, dass die Methanemissionen sofort enden.

10. Kosten für den Schutz der Menschen und die Umsiedlung

Ohne eine Liste der vorrangigen Gebiete, der Anzahl der Häuser, des rechtlichen Status der Immobilie, der Infrastruktur und des gewählten Entschädigungsstandards kann der Gesamtbetrag nicht ehrlich ermittelt werden.

11. Kosten für die Wiederherstellung der Region

Eine sinnvolle regionale Menge ist ohne Objektinventur nicht möglich. In der ersten Phase sind Folgendes akzeptabel:

- die Kosten für die Bestandsaufnahme selbst und das offene Überwachungssystem;
- Bereiche für generische Objekte;

- Portfolio vorrangiger Standorte;
- Jährliche Betriebskosten für Entwässerung, Reinigung, Entgasung und Beobachtungen.

12. Räumliche Wirkungspfade außerhalb des Kusbass

Schaden kann nicht automatisch „für ganz Eurasien“ erklärt werden. Jede Aussage erfordert spezifische Pfade: Flusseinzugsgebiet, atmosphärischer Transport, Warenkette oder globaler Klimaeffekt sowie Datengrenzen.

13. Bevölkerungsexposition und Luftqualität

Die Masse der Emissionen von Unternehmen gibt keinen Aufschluss über die durchschnittlichen jährlichen oder täglichen PM_{2.5} für ein bestimmtes Haus. Quantitative Gesundheitsvorhersagen erfordern räumlich kontinuierliche Messungen von PM_{2.5}, PM₁₀, NO₂, SO₂, Ozon, Benzo(a)pyren und Staubzusammensetzung, Meteorologie, Ausbreitungsmodell und Adressverlauf. Derzeit werden Änderungen von 5 und 10 µg/m³ nur als bedingte Sensitivitätsschritte und nicht als den Szenarien zugeordnete Prognosen verwendet.

14. Vergleichbare medizinische Serien

Wir brauchen altersstandardisierte Neuerkrankungen, Hospitalisierungen und Todesfälle für Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Asthma, COPD und Lungenkrebs mit einer konstanten Definition des Indikators. Migration, Rauchen, Beruf und Zugang zu Pflege müssen berücksichtigt werden. Ein Rückgang der gemeldeten Diagnosen aufgrund von Abwanderung, Stilllegung von Arztpraxen oder sich verschlechternder Erkennung kann nicht als Verbesserung des Gesundheitszustands angesehen werden.

15. Alle Schwangerschaftsergebnisse

Um angeborene Geburtsfehler vorherzusagen, reicht das Diagnoseregister bei Kindern im ersten Lebensjahr nicht aus. Benötigt werden ein Register über Lebendgeburten, Totgeburten, Frühgeburten und Abbrüche nach pränataler Diagnose sowie Daten über beide Elternteile vor der Empfängnis und über die Mutter in den kritischen Wochen. Ohne ein geeignetes Auswirkungsmodell kann der Änderungsprozentsatz in IRR für Szenarien nicht zugeordnet werden.

16. Wasser und Gesundheit

Regionale Wasserentnahme- und Einleitungsmengen erlauben keine Berechnung der Zahl der Erkrankungsfälle. Wir benötigen spezifische Stoffe und deren Konzentrationen in Wasserentnahmen und Verbraucherwasser, Dauer, tatsächlichen Verbrauch und Bevölkerungsabdeckung. Zuvor wird die Richtung einer möglichen Gefährdung für Wasser beschrieben, nicht jedoch die Fallzahlen.

ABSCHNITT 9

Validierungskarte

Dies ist die Navigationsebene des Anhangs. Vollständige Zahlen liegen vor [02 BASELINE LEDGER.csv](#), Formeln sind drin [09 CALCULATIONS.md](#), bibliografische Informationen und Referenzen sind in [03 SOURCE REGISTRY.md](#).

Datenstatus

Status	Wert
verified	Wert, der direkt in einem offiziellen Dokument oder einer Primärquelle gefunden wird
verified_secondary	Wert, der von einer Quelle in der Nähe der Primärquelle gemeldet wurde, aber die offene Primärtabelle oder der Upload wurde nicht gefunden
provisional	plausibler Wert aus einer professionellen Sekundärquelle, der eine primäre Überprüfung erfordert
calculated	unsere reproduzierbare Berechnung aus veröffentlichten Quellwerten

Es sollte keine Berechnung als Quellzeile zitiert werden.

Karte der Hauptaussagen

Studienabschnitt	Hauptquellen	Schlüsselgrenze
Abfälle aus Russland und Kusbass, 2025	SRC-RPN-WASTE-2025, SRC-KUZ-REPORT-2025	Die gesetzliche Buchführung ist nicht gleichbedeutend mit allen physisch bewegten Steinen

Studienabschnitt	Hauptquellen	Schlüsselgrenze
Änderung der Buchhaltung nach 2023	SRC-RPN-WASTE-2024	Ein Teil des Rückgangs in der Serie kann auf die Klassifizierung zurückzuführen sein
Kumulierter Bestand	SRC-KUZ-WASTE-SCHEME-2026 , SRC-MINING-INTERVIEW-2026	Der offizielle Indikator gilt für alle Nicht-MSW; Kohleabbau vorläufig
Grundstück, 2024–2025	SRC-KUZ-REPORT-2024 , SRC-KUZ-REPORT-2025	ungeklärte Lücke von 21,124 Tausend Hektar zwischen benachbarten Überresten
Entfremdung von Rückforderungspflichten	SRC-RPN-KUZ-INSPECTION-2024	Ein gesetzlicher Arbeitsausschluss bedeutet keine körperliche Wiederherstellung
Luft und Methan	SRC-KUZ-REPORT-2025 , SRC-UNECE-AMM , SRC-EPA-AMM	Die Emissionsmasse entspricht nicht der Konzentration in der Nähe des Hauses. Durch die Stilllegung werden die Methanemissionen nicht vermieden
Methan-Klimaäquivalent	SRC-IPCC-AR6-GWP	GWP100 = 29,8 für fossiles CH ₄ ; Dies ist eine Vergleichsmetrik, keine CO ₂ -Masse
Wasser aus der Kohleindustrie	SRC-KUZ-REPORT-2025 , SRC-UK-MINE-WATER-REBOUND	Regionale Abflusskategorien ersetzen nicht die standortbezogene Hydrogeologie
Betriebs- und geschlossene Anlagen	SRC-KUZ-COAL-STRUCTURE-2026 , SRC-KUZ-SUSPENDED-2025 , SRC-ROSTEKH-INTERVIEW-2025	Unternehmen und gefährliche Produktionsanlagen sind unterschiedliche Einheiten; Termine und Status können nicht hinzugefügt werden
Halden und Verbrennung	SRC-DUMPS-CORPUS , SRC-PORTOLA-2024 , SRC-ITS-COAL-2024	Bei der bekannten Stichprobe handelt es sich nicht um eine regionale Volkszählung
Szenario mit hoher Produktion	SRC-KUZ-COAL-2019 , SRC-RU-COAL-PROGRAM-2035 , SRC-KUZ-COAL-2025	Empfindlichkeiten sind keine Prognose
Kosten für Grundstücke und Halden	SRC-DUMPS-CORPUS , SRC-AYUTINSKAYA-13BIS-2021 , SRC-STROYSERVICE-RECLAMATION-2024	Die Preise beziehen sich auf unterschiedliche Jahre und unterschiedliche Arbeitszusammensetzungen
Lange Preise für Grubenwasser	SRC-UK-COAL-AUTHORITY-2020-21 , SRC-UK-MINE-WATER-O&M-2026 , SRC-UK-MRA-2024-25	Ausländische Beträge zeigen die Struktur und Dauer der Verpflichtungen und nicht den Preis für Kusbass

Studienabschnitt	Hauptquellen	Schlüsselgrenze
Wohnen in Gebieten, die von stillgelegten Bergwerken betroffen sind	SRC-RU-ENV-REPORT-DRAFT-2024	58 Objekte – Überwachungskreis, und nicht alle Häuser in der Nähe von Kohleobjekten
PM2.5 und kardiovaskuläre/respiratorische Morbidität, Lungenkrebs	SRC-WHO-HRAPIE2-2025	Die Risikofunktion wird nur bei einer bekannten Konzentration in bestimmten Alters- und Konzentrationsbereichen angewendet
Historische Gesundheitsindikatoren von Kusbass	SRC-KUZ-HEALTH-2007 , SRC-KISELEVSK-CANCER-2025	regionale Serien können nicht als Stadt ausgegeben werden; Nicht alle Krebsarten können als Lungenkrebs ausgegeben werden; Grobe Indikatoren ersetzen keine Altersstandardisierung
VPR	SRC-KUZ-VPR-CORPUS	Ohne individuelle Exposition in kritischen Wochen und ohne Register aller Schwangerschaftsergebnisse wird keine prozentuale Prognose erstellt
Wasser und Gesundheit	SRC-WHO-DRINKING-WATER-2026 , SRC-KUZ-REPORT-2025	Das Ausflussvolumen ist nicht gleich der Dosis: Substanz, Konzentration, Weg, Dauer und Population sind erforderlich

Quantitatives Szenariomodell

Die Studierenerweiterung besteht aus fünf Dateien; Jeder von ihnen wird im entsprechenden Abschnitt dieses PDF vollständig vorgestellt:

- [13_QUANTITATIVE_SCENARIO_MODEL.md](#) – Abschnitt 3 „Quantitatives Modell“: Erläuterung der Berechnungen und Vergleichstabellen;
- [14_SCENARIO_INPUTS.csv](#) – Abschnitt 10,2: jeder anfängliche Koeffizient und jede Szenarioannahme;
- [15_SCENARIO_RESULTS.csv](#) – Abschnitt 10,3: 12 Ergebniszeilen, drei Szenarien × vier Horizonte;
- [16_HEALTH_SCENARIO_ANALYSIS.md](#) – Abschnitt 4 „Bevölkerungsgesundheit“: Gesundheitsszenarien, Zeitpunkt der Manifestation und bedingtes Modell von PM2.5;
- [17_HEALTH_CONDITIONAL_CALCULATIONS.csv](#) – Abschnitt 10,4: reproduzierbare Ergebnisse für die Stufen ± 5 und $\pm 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Quantitative Ergebnisse haben Status **bedingte Szenariosensitivität**, auch wenn der ursprüngliche Wert offiziell ist. Der offizielle Rahmen macht aus dem gewählten Zukunftsverlauf keine Prognose.

Arithmetische Kontrolle

1. Anteil von Kusbass am russischen Abfall im Jahr 2025: $2,189063297 / 7,841 \times 100 = 27,918 \%$.
2. Grundstücksbilanz 2025: $120,280 + 4,620 - 1,265 = 123,635$ Tausend Hektar ; Die Diskrepanz zur veröffentlichten Gesamtfläche von 1 Hektar wird durch Rundung erklärt.
3. Landbruchreihe: $120,280 - 99,156 = 21,124$ Tausend Hektar ; Es handelt sich um einen Unterschied der Quellen, nicht um einen physischen Fluss.
4. Zusammenhang zwischen neuer Störung und Rekultivierung: $4,620 / 1,265 = 3,652$.
5. Rückkehr der Produktion von 190,7 auf 255,3 Millionen Tonnen: $+64,6$ Millionen Tonnen , oder $+33,88 \%$.

Die vollständigen Sensitivitätsannahmen für Abraum, Wasser, Land und Emissionen sind in angegeben [09 CALCULATIONS.md](#).

Was sollte bei der Vorbereitung eines Artikels nicht getan werden?

- nennen Sie 27,556 Milliarden Tonnen allein aufgrund der genauen Masse der Kohleabfälle;
- Betrachten Sie eine statistische Verringerung des Abfalls als Beweis für eine ähnliche Verringerung der Gesteinsbewegung.
- den Rest des Landes 99,156 und 120,280 tausend Hektar ohne Bruchmarke zu verbinden;
- Alle 482 Objekte als Kohlehalden bezeichnen;
- alle bekannten Halden als brennend bezeichnen;
- Rufen Sie 200 OPO zweihundert Schnitte an;
- Betrachten Sie das normativ geräumte Volumen als Beweis für den guten Zustand des Flusses.
- die Kosten des deutschen oder britischen Programms zum Wechselkurs in Rubel umrechnen und als Kusbass-Preis angeben;
- bedingte lineare Sensitivität als Prognose bezeichnen;
- Betrachten Sie die Einstellung des Bergbaus als den Abschluss der Rekultivierung.
- den Prozentsatz der Krankheiten aus dem Produktionswachstum, der Abfallmasse oder dem Gesamtabwasservolumen ableiten;
- Betrachten Sie einen Rückgang der Anzahl der Diagnosen beim Ausscheiden der Bevölkerung oder eine Verschlechterung der Erkennung als eine Verbesserung des Gesundheitszustands.
- PM2.5-Funktionen anwenden außerhalb des von WHO angegebenen Bereichs ohne gesonderte Begründung;
- Ordnen Sie den Prozentsatz der Änderung in VPR ohne Exposition in kritischen Wochen und ein geeignetes Modell zu.

ABSCHNITT 10

Maschinenlesbare Tabellen

Zweck des Abschnitts. Hier finden Sie alle Zeilen der vier Tabellen, auf denen die Szenarioberechnungen basieren. Englischsprachige Servicefelder bleiben ohne redaktionelle Umschreibung erhalten, sodass die Werte anhand der Original-CSVs überprüft werden können. Sie ersetzen nicht die russischen Erläuterungen in den Hauptabschnitten.

10.1. Anfangsregister der Indikatoren: 02_BASELINE_LEDGER.csv

106 Datensätze. Jahr, Gebiet, Einheit, Definition, Quelle, Status und Einschränkung werden separat gespeichert.

ID	Thema / Indikator	Gebiet / Jahr	Wert	Definition/Umfang von	Quelle/Standort von	Status/Einschränkung von
W-RU-2025-01	Abfall generiert	Russland 2025	7,841 Milliarden Tonnen	Abfall, der nach dem statistischen Bundesformular 2-TP (Abfall) erzeugt wird	SRC-RPN-WASTE-2025 offizielle Veröffentlichung	verifiziert Die gesetzliche Neuklassifizierung einiger Abraumgesteine und Nebenprodukte beeinträchtigt die Vergleichbarkeit
W-KUZ-2025-01	Abfall generiert	Oblast Kemerowo-Kusbass 2025	2.189,063297 Millionen Tonnen	Gemäß Formular 2-TP (Abfall) erzeugter Abfall	SRC-KUZ-REPORT-2025 gedruckt p.256 / PDF Seitenmarkierung 256	verifiziert Entspricht nicht allen physisch bewegten Gesteinen
W-KUZ-2024-01	Abfall generiert	Oblast Kemerowo-Kusbass 2024	3.311,0 Millionen Tonnen	Gemäß Formular 2-TP (Abfall) erzeugter Abfall	SRC-KUZ-REPORT-2025 Diagramm gedruckt p.257	verifiziert Von Änderungen der rechtlichen Klassifizierung nach 2023 betroffene Serien

ID	Thema / Indikator	Gebiet / Jahr	Wert	Definition/Umfang von	Quelle/Standort von	Status/Einschränkung von
W-KUZ-2023-01	Abfall generiert	Oblast Kemerowo-Kusbass 2023	4.080,7 Millionen Tonnen	Gemäß Formular 2-TP (Abfall) erzeugter Abfall	SRC-KUZ-REPORT-2025 Diagramm gedruckt p.257	verifiziert Von Änderungen der rechtlichen Klassifizierung nach 2023 betroffene Serien
W-KUZ-2022-01	Abfall generiert	Oblast Kemerowo-Kusbass 2022	4.038,8 Millionen Tonnen	Gemäß Formular 2-TP (Abfall) erzeugter Abfall	SRC-KUZ-REPORT-2025 Diagramm gedruckt p.257	verifiziert Kontinuität prüfen anhand des ursprünglichen 2022-Formulars
W-KUZ-2021-01	Abfall generiert	Oblast Kemerowo-Kusbass 2021	3.804,6 Millionen Tonnen	Gemäß Formular 2-TP (Abfall) erzeugter Abfall	SRC-KUZ-REPORT-2025 Diagramm gedruckt p.257	verifiziert Kontinuität prüfen anhand des ursprünglichen 2021-Formulars
W-KUZ-2025-02	Abfall verarbeitet	Oblast Kemerowo-Kusbass 2025	0,329621 Millionen Tonnen	Abfall behandelt nach Formular 2-TP (Abfall)	SRC-KUZ-REPORT-2025 gedruckt auf S.256	verifiziert Nicht dasselbe wie genesen
W-KUZ-2025-03	Abfall genutzt	Oblast Kemerowo-Kusbass 2025	338,032401 Millionen Tonnen	Gemäß Formular 2-TP (Abfall) verwerteter Abfall	SRC-KUZ-REPORT-2025 gedruckt auf S.256	verifiziert Die gemeldete Rekultivierung allein ist kein Beweis für die Wiederherstellung des Ökosystems
W-KUZ-2025-04	Abfall neutralisiert	Oblast Kemerowo-Kusbass 2025	0,132267 Millionen Tonnen	Unschädlich gemachter Abfall gemäß Formular 2-TP (Abfall)	SRC-KUZ-REPORT-2025 gedruckt auf S.256	verifiziert Getrennt von der Genesung
W-KUZ-2025-05	Abfall platziert	Oblast Kemerowo-Kusbass 2025	1.762,093067 Millionen Tonnen	Abgabe an in Betrieb befindliche Abfallentsorgungsanlagen	SRC-KUZ-REPORT-2025 gedruckt auf S.256	verifiziert Durchfluss während des Jahres; nicht angesammelter Bestand
W-KUZ-2025-06	Abfall gelagert	Oblast Kemerowo-Kusbass 2025	1.694,353131 Millionen Tonnen	Lagerung bei in Betrieb befindlichen Abfallentsorgungsanlagen	SRC-KUZ-REPORT-2025 gedruckt auf S.256	verifiziert Teilmenge der entsorgten Abfälle

ID	Thema / Indikator	Gebiet / Jahr	Wert	Definition/Umfang von	Quelle/Standort von	Status/Einschränkung von
W-KUZ-2025-07	Abfall begraben	Oblast Kemerowo-Kusbass 2025	67,739936 Millionen Tonnen	In in Betrieb befindlichen Müllentsorgungsanlagen begraben	SRC-KUZ-REPORT-2025 gedruckt auf S.256	verifiziert Teilmenge der entsorgten Abfälle
W-KUZ-2025-08	Abfall used_plus_neutralized_share	Oblast Kemerowo-Kusbass 2025	15,4 Prozent des erzeugten Abfalls	Im Regionalbericht angegebenes Verhältnis	SRC-KUZ-REPORT-2025 gedruckt auf S.257	verifiziert Fügen Sie keine behandelten Abfälle hinzu, da sich Kategorien und Flüsse überschneiden können
W-KUZ-2025-09	Abfall Abfallentsorgungsanlagen_im_regionalen_Kadastr	Oblast Kemerowo-Kusbass 2025	482 Einrichtungen	Einträge im regionalen Abfallkataster	SRC-KUZ-REPORT-2025 gedruckt auf S.257	verifiziert Keine Zählung von Kohledeponien; keine Zählung brennender Halden; Betriebszustand durch diese Nummer nicht festgestellt
W-KUZ-2024-10	Abfall akkumulierter_start_of_year_non_msw	Oblast Kemerowo-Kusbass Beginn von 2024	27.556,325766 Millionen Tonnen	Angesammelter nichtkommunaler Feststoffabfall zu Beginn von 2024	SRC-KUZ-WASTE-SCHEME-2026 Tabelle 4	verifiziert Alle Nicht-MSW-Kategorien; nicht nur Kohle; nicht Ende des 2024-Lagerbestands
W-KUZ-2024-11	Abfall generierte_Mineralalextraktion	Oblast Kemerowo-Kusbass 2024	3.256 Millionen Tonnen	Von Mineralienabbauunternehmen unter 2-TP erzeugter Abfall	SRC-KUZ-CIRCULAR-2026 Abschnitt „Grundlinie des Programms“.	verifiziert Bergbau umfassender als Kohle; Wert in der Quelle gerundet
W-KUZ-2024-12	Abfall mineral_extraction_share	Oblast Kemerowo-Kusbass 2024	98,3 Prozent des regional anfallenden Abfalls	Anteil der Mineralabbauunternehmen	SRC-KUZ-CIRCULAR-2026 Abschnitt „Grundlinie des Programms“.	verifiziert Nicht identisch mit Kohleanteil
W-KUZ-2024-13	Abfall Kohlebergbau_generiert	Oblast Kemerowo-Kusbass 2024	3.200 Millionen Tonnen	Abfall aus dem Kohlebergbau	SRC-MINING-INTERVIEW-2026 Interviewtext	vorläufig Sekundäre professionelle Quelle zitiert offizielle Statistiken, Primärtabelle ist jedoch weiterhin erforderlich; gerundet

ID	Thema / Indikator	Gebiet / Jahr	Wert	Definition/Umfang von	Quelle/Standort von	Status/Einschränkung von
W-KUZ-2024-14	Abfall kohle_mining_accumulated_end	Oblast Kemerowo-Kusbass Ende von 2024	27.500 Millionen Tonnen	Anfallende Abfälle aus dem Kohlebergbau	SRC-MINING-INTERVIEW-2026 Interviewtext	vorläufig Sekundäre berufliche Quelle; gerundet; Offensichtliche Nähe zu allen Nicht-MSW-Start-2024-Beständen erfordert einen Abgleich
L-KUZ-2025-01	Land gestört_stock_start	Oblast Kemerowo-Kusbass Beginn von 2025	120,280 Tausend Hektar	Gestörter Grundstücksbestand zu Jahresbeginn	SRC-KUZ-REPORT-2025 gedruckt auf S.111-112	verifiziert Alle Ursachen dargestellt; Nur-Kohle-Anteil noch nicht gefördert
L-KUZ-2025-02	Land neu_gestört	Oblast Kemerowo-Kusbass 2025	4,620 Tausend Hektar	Land im Laufe des Jahres gestört	SRC-KUZ-REPORT-2025 gedruckt auf S.111-112	verifiziert Jährlicher Fluss
L-KUZ-2025-03	Land neu_gestörte_Mineralextraktion	Oblast Kemerowo-Kusbass 2025	4,015 Tausend Hektar	Land, das während der Mineraliengewinnung gestört wurde	SRC-KUZ-REPORT-2025 gedruckt auf S.111-112	verifiziert Die Mineralgewinnung ist umfassender als die von Kohle, sofern in der Quelle nichts anderes angegeben ist
L-KUZ-2025-04	Land rekultiviert	Oblast Kemerowo-Kusbass 2025	1,265 Tausend Hektar	Im Laufe des Jahres rekultiviertes Land	SRC-KUZ-REPORT-2025 gedruckt auf S.111-112	verifiziert Eine administrative Sanierung ist nicht gleichbedeutend mit der Wiederherstellung des ursprünglichen Ökosystems
L-KUZ-2025-05	Land gestört_stock_end	Oblast Kemerowo-Kusbass Ende von 2025	123,634 Tausend Hektar	Gestörter Landbestand am Jahresende	SRC-KUZ-REPORT-2025 gedruckt auf S.111-112	verifiziert Aufgrund von Rundungen weicht der Saldo um 0,001 Tausend ha ab
A-KUZ-2025-01	Luft total_emissions_all_sources	Oblast Kemerowo-Kusbass 2025	1.502,230 Tausend Tonnen	Registrierte Emissionen aus stationären und mobilen Quellen	SRC-KUZ-REPORT-2025 gedruckt auf S.26-27	verifiziert Massenemissionen sind keine Umgebungskonzentrationen

ID	Thema / Indikator	Gebiet / Jahr	Wert	Definition/Umfang von	Quelle/Standort von	Status/Einschränkung von
A-KUZ-2025-02	Luft stationäre_quellen_emissionen	Oblast Kemerowo-Kusbass 2025	1.427,499 Tausend Tonnen	Registrierte Emissionen aus stationären Quellen	SRC-KUZ-REPORT-2025 gedruckt auf S.26-27	verifiziert Beinhaltet mehrere Branchen und Substanzen
A-KUZ-2025-03	Luft methan_stationäre_quellen	Oblast Kemerowo-Kusbass 2025	796,914 Tausend Tonnen CH ₄	Registriertes Methan aus stationären Quellen	SRC-KUZ-REPORT-2025 gedruckt auf S.37	verifiziert Meistens laut Bericht dem Kohlebergbau zugeschrieben, schließt aber auch andere Quellen ein
A-KUZ-2025-04	Luft methan_share_stationary	Oblast Kemerowo-Kusbass 2025	55,8 Prozent	Anteil von Methan an den registrierten Emissionen aus stationären Quellen	SRC-KUZ-REPORT-2025 gedruckt auf S.37	verifiziert Massenanteil an der Berichterstattung; keine Toxizität oder persönliche Exposition
A-KUZ-2025-05	Luft Kohlebergbau_stationäre_Emissionen	Oblast Kemerowo-Kusbass 2025	888,918 Tausend Tonnen	Registrierte Emissionen aus stationären Quellen von Kohlebergbauunternehmen	SRC-KUZ-REPORT-2025 gedruckt p.234-235 Tabelle 1,6	verifiziert Masse über Stoffe hinweg; entspricht nicht der Umgebungskonzentration oder Gesundheitsdosis
A-KUZ-2025-06	Luft kohle_mining_share_stationary	Oblast Kemerowo-Kusbass 2025	62,3 Prozent der Emissionen aus stationären Quellen	Anteil des Kohlebergbaus an den registrierten Emissionen aus stationären Quellen	SRC-KUZ-REPORT-2025 gedruckt p.234 Tabelle 1,6	verifiziert Dominiert werden gasförmige und flüssige Stoffe, darunter auch Kohlenwasserstoffe
A-KUZ-2025-07	Luft Coal_Mining_solids_emissions	Oblast Kemerowo-Kusbass 2025	52,270 Tausend Tonnen	Registrierte Feststoffemissionen von Kohlebergbauunternehmen	SRC-KUZ-REPORT-2025 gedruckt p.234 Tabelle 1,6	verifiziert Nicht gleichbedeutend mit der Umgebungsexposition PM _{2.5} oder PM ₁₀
V-KUZ-2025-01	Wasser Wasserentnahme	Oblast Kemerowo-Kusbass 2025	1.594,696 Millionen Kubikmeter	Entnahme aus Oberflächen- und Grundwasserquellen unter 2-TP-Wasser	SRC-KUZ-REPORT-2025 gedruckt p.87 und p.443	verifiziert Regionale Summe; nicht nur Kohle

ID	Thema / Indikator	Gebiet / Jahr	Wert	Definition/Umfang von	Quelle/Standort von	Status/Einschränkung von
V-KUZ-2025-02	Wasser fresh_water_use	Oblast Kemerowo-Kusbass 2025	1.219,279 Millionen Kubikmeter	Frischwasser wird unter 2-TP-Wasser verwendet	SRC-KUZ-REPORT-2025 gedruckt p.87 und p.443	verifiziert Regionale Summe; nicht nur Kohle
V-KUZ-2025-03	Wasser discharge_surface_waters_total	Oblast Kemerowo-Kusbass 2025	1.271,574 Millionen Kubikmeter	Abwasser, Transitwasser und anderes Wasser, das in Oberflächengewässer eingeleitet wird	SRC-KUZ-REPORT-2025 gedruckt p.87-88 und p.443	verifiziert Beinhaltet Kategorien, die keiner Behandlung bedürfen; nicht alle verschmutzt
V-KUZ-2025-04	Wasser verschmutztes_Abwasser	Oblast Kemerowo-Kusbass 2025	51,670 Millionen Kubikmeter	Unbehandeltes und unzureichend behandeltes Abwasser, das einer Behandlung bedarf	SRC-KUZ-REPORT-2025 gedruckt p.87-88 und p.443	verifiziert Regionale Summe; Ein Rückgang allein beweist noch keine Wiederherstellung
V-KUZ-2025-05	Wasser ausreichend behandeltes_Abwasser	Oblast Kemerowo-Kusbass 2025	478,569 Millionen Kubikmeter	Abwasser, das in Aufbereitungsanlagen gemäß den gesetzlichen Vorschriften behandelt wird	SRC-KUZ-REPORT-2025 gedruckt p.87-88 und p.443	verifiziert Gemeldete Kategorie; erfordert eine Sektoraufschlüsselung
V-KUZ-2025-06	Wasser wasser_schutz_und_management_ausgaben	Oblast Kemerowo-Kusbass 2025	7.721,2383 Millionen Rubel	Alle berichteten über Wasserschutz- und Wassermanagementarbeiten in der Region	SRC-KUZ-REPORT-2025 gedruckt auf S.443	verifiziert Nicht die Ausgaben für die Kohlesanierung und nicht alle Kapitalkosten
V-KUZ-2025-07	Wasser Kohlebergbau_Auszug	Oblast Kemerowo-Kusbass 2025	382,736 Millionen Kubikmeter	Von Kohlebergbauunternehmen entnommenes Wasser	SRC-KUZ-REPORT-2025 gedruckt auf S.253	verifiziert 97,25 Prozent als Grundwasserentnahme gemeldet; Die Entnahme umfasst den Kontext der Minenentwässerung, die genaue Zusammensetzung erfordert jedoch eine Quellentabelle
V-KUZ-2025-08	Wasser Kohlebergbau_Frischwassernutzung	Oblast Kemerowo-Kusbass 2025	86,846 Millionen Kubikmeter	Süßwasser, das von Kohlebergbauunternehmen verwendet wird	SRC-KUZ-REPORT-2025 gedruckt auf S.253	verifiziert Anders als beim Totalentzug

ID	Thema / Indikator	Gebiet / Jahr	Wert	Definition/Umfang von	Quelle/Standort von	Status/Einschränkung von
V-KUZ-2025-09	Wasser Coal_Mining_wastewater_discharge_total	Oblast Kemerowo-Kusbass 2025	329,401 Millionen Kubikmeter	Von Kohlebergbauunternehmen eingeleitetes Abwasser	SRC-KUZ-REPORT-2025 gedruckt auf S.253	verifiziert Beinhaltet andere Einleitungsziele als Oberflächengewässer
V-KUZ-2025-10	Wasser Kohlebergbau_Oberflächenwasser_Entladung	Oblast Kemerowo-Kusbass 2025	298,996 Millionen Kubikmeter	Abwasser aus dem Kohlebergbau, das in Oberflächengewässer eingeleitet wird	SRC-KUZ-REPORT-2025 gedruckt auf S.253	verifiziert 4,04 Prozent im Bericht als verschmutzt eingestuft
V-KUZ-2025-11	Wasser Coal_Mining_polluted_share_surface_discharge	Oblast Kemerowo-Kusbass 2025	4,04 Prozent	Anteil der als verschmutzt eingestuften Oberflächenwassereinleitungen aus dem Kohlebergbau	SRC-KUZ-REPORT-2025 gedruckt auf S.253	verifiziert Beschreibt nicht die Schadstoffbelastung oder den Zustand der aufnehmenden Gewässer
P-KUZ-2018-01	Produktion Kohleproduktion	Oblast Kemerowo-Kusbass 2018	255,3 Millionen Tonnen	Vom regionalen Kohleministerium gemeldete jährliche Kohleproduktion	SRC-KUZ-COAL-2019 offizielle 2019-Ergebnisse	verifiziert Bundeskohleprogramm stellt 255,7 Millionen Tonnen zur Verfügung; Diskrepanz muss beibehalten und ausgeglichen werden
P-KUZ-2025-01	Produktion Kohleproduktion	Oblast Kemerowo-Kusbass 2025	190,7 Millionen Tonnen	Vom regionalen Kohleministerium gemeldete jährliche Kohleproduktion	SRC-KUZ-COAL-2025 offizielle Ergebnisveröffentlichung	verifiziert Der Umweltbericht gibt 191,8 Millionen Tonnen an; Definitionen oder Überarbeitungen erfordern eine Abstimmung
P-KUZ-2025-02	Produktion Kohleproduktion sumgebungsbericht	Oblast Kemerowo-Kusbass 2025	191,8 Millionen Tonnen	Jährliche Kohleförderung im Umweltbericht angegeben	SRC-KUZ-REPORT-2025 gedruckt auf S.234	verifiziert Konflikte um 1.1 Millionen Tonnen mit Ergebnis des Kohleministeriums

ID	Thema / Indikator	Gebiet / Jahr	Wert	Definition/Umfang von	Quelle/Standort von	Status/Einschränkung von
P-KUZ-2025-03	Produktion kohle_verarbeitet_all_facilities	Oblast Kemerowo-Kusbass 2025	144,7 Millionen Tonnen	Verarbeitung durch saisonale Aufbereitungs- und Brech-Sieb-Anlagen	SRC-KUZ-COAL-2025 offizielle Ergebnisveröffentlichung	verifiziert Größerer Anlagenumfang als reine Aufbereitungsanlagen
P-KUZ-2026-04	Industrie unternehmen_arbeiten	Oblast Kemerowo-Kusbass 2 Oktober 2026	150 Unternehmen	Kohleunternehmen werden vom regionalen Kohleministerium als aktiv beschrieben	SRC-KUZ-COAL-STRUCTURE-2026 Offizielle Nachrichten des Ministeriums	verifiziert Beinhaltet Minengruben und Verarbeitungsanlagen; keine Lizenzen
P-KUZ-2026-05	Industrie Minen_arbeiten	Oblast Kemerowo-Kusbass 2 Oktober 2026	38 Bergwerke	Kohlengruben werden als in Betrieb beschrieben	SRC-KUZ-COAL-STRUCTURE-2026 Offizielle Nachrichten des Ministeriums	verifiziert Der Betriebsstatus kann von vorübergehenden Sicherheitsunterbrechungen innerhalb einzelner Anlagen abweichen
P-KUZ-2026-06	Industrie open_pits_working	Oblast Kemerowo-Kusbass 2 Oktober 2026	55 offene Gruben	Kohletagebaue werden als funktionsfähig beschrieben	SRC-KUZ-COAL-STRUCTURE-2026 Offizielle Nachrichten des Ministeriums	verifiziert Listet vorübergehend stillgelegte Unternehmen nicht auf
P-KUZ-2026-07	Industrie processing_facilities_working	Oblast Kemerowo-Kusbass 2 Oktober 2026	57 Einrichtungen	Aufbereitungsanlagen und Sortieranlagen werden als funktionsfähig beschrieben	SRC-KUZ-COAL-STRUCTURE-2026 Offizielle Nachrichten des Ministeriums	verifiziert Kombinierte Kategorie
P-KUZ-2025-08	Industrie temporär_suspended_mines	Oblast Kemerowo-Kusbass 20 August 2025	6 Bergwerke	Nach Angaben des Ministeriums haben Unternehmen ihre Tätigkeit eingestellt	SRC-KUZ-SUSPENDED-2025 Presseberichte über die Reaktion des Ministeriums	verifiziert_sekundär Namen wurden nicht bekannt gegeben; nicht dasselbe wie eine Liquidation oder eine kurze Sicherheitssperre
P-KUZ-2025-09	Industrie temporär_suspended_open_pits	Oblast Kemerowo-Kusbass 20 August 2025	9 offene Gruben	Nach Angaben des Ministeriums haben Unternehmen ihre Tätigkeit eingestellt	SRC-KUZ-SUSPENDED-2025 Presseberichte über die Reaktion des Ministeriums	verifiziert_sekundär Aktuelle vergleichbare öffentliche Zählung steht noch aus

ID	Thema / Indikator	Gebiet / Jahr	Wert	Definition/Umfang von	Quelle/Standort von	Status/Einschränkung von
L-KUZ-2024-01	Land gestört_stock_start	Oblast Kemerowo-Kusbass Beginn von 2024	96,471 Tausend Hektar	Gestörter Grundstücksbestand zu Jahresbeginn	SRC-KUZ-REPORT-2024 gedruckte Seite p.127 / PDF 125	verifiziert Alle Ursachen; Quelle schreibt Daten Rosprirodnadsor zu
L-KUZ-2024-02	Land neu_gestört	Oblast Kemerowo-Kusbass 2024	4,768 Tausend Hektar	Land im Laufe des Jahres gestört	SRC-KUZ-REPORT-2024 gedruckte Seite p.127 / PDF 125	verifiziert Jährlicher Fluss
L-KUZ-2024-03	Land neu_gestörte_Mineralextraktion	Oblast Kemerowo-Kusbass 2024	4,264 Tausend Hektar	Land, das während der Mineraliengewinnung gestört wurde	SRC-KUZ-REPORT-2024 gedruckte Seite p.127 / PDF 125	verifiziert Der Abbau von Mineralien ist umfassender als der von Kohle
L-KUZ-2024-04	Land rekultiviert	Oblast Kemerowo-Kusbass 2024	2,083 Tausend Hektar	Im Laufe des Jahres rekultiviertes Land	SRC-KUZ-REPORT-2024 gedruckte Seite p.127 / PDF 125	verifiziert Eine administrative Sanierung führt nicht zur Wiederherstellung des Ökosystems
L-KUZ-2024-05	Land gestört_stock_end	Oblast Kemerowo-Kusbass Ende von 2024	99,156 Tausend Hektar	Gestörter Landbestand am Jahresende	SRC-KUZ-REPORT-2024 gedruckte Seite p.127 / PDF 125	verifiziert Entspricht nicht den 120,280 Tausend Hektar, die im nächsten Jahresbericht als Bestand zu Beginn des 2025 gemeldet wurden
L-KUZ-2025-DQ1	Datenqualität land_series_discontinuity	Oblast Kemerowo-Kusbass zwischen Ende 2024 und Anfang 2025	21,124 Tausend Hektar	Differenz zwischen aufeinanderfolgenden offiziellen Jahresberichtsbeständen	SRC-KUZ-REPORT-2024 + SRC-KUZ-REPORT-2025 gedrucktes p.127 im Vergleich zu gedrucktem pp.111-112	berechnet Keine Erklärung in den untersuchten Passagen; Behandeln Sie jährliche Bestandsreihen nicht als kontinuierlich, bis sie abgeglichen werden

ID	Thema / Indikator	Gebiet / Jahr	Wert	Definition/Umfang von	Quelle/Standort von	Status/Einschränkung von
A-KUZ-2014-CH4	Luft methan_stationäre_quellen	Oblast Kemerowo-Kusbass 2014	756,366 Tausend Tonnen CH4	Registriertes Methan aus stationären Quellen	SRC-KUZ-REPORT-2025 Diagramm gedruckt p.37	verifiziert Alle stationären Quellen; Dem Bericht zufolge wird Methan hauptsächlich mit dem Kohlebergbau in Verbindung gebracht
A-KUZ-2015-CH4	Luft methan_stationäre_quellen	Oblast Kemerowo-Kusbass 2015	768,741 Tausend Tonnen CH4	Registriertes Methan aus stationären Quellen	SRC-KUZ-REPORT-2025 Diagramm gedruckt p.37	verifiziert Serien können sowohl Berichtsänderungen als auch physische Emissionen widerspiegeln
A-KUZ-2016-CH4	Luft methan_stationäre_quellen	Oblast Kemerowo-Kusbass 2016	754,278 Tausend Tonnen CH4	Registriertes Methan aus stationären Quellen	SRC-KUZ-REPORT-2025 Diagramm gedruckt p.37	verifiziert Serien können sowohl Berichtsänderungen als auch physische Emissionen widerspiegeln
A-KUZ-2017-CH4	Luft methan_stationäre_quellen	Oblast Kemerowo-Kusbass 2017	839,846 Tausend Tonnen CH4	Registriertes Methan aus stationären Quellen	SRC-KUZ-REPORT-2025 Diagramm gedruckt p.37	verifiziert Serien können sowohl Berichtsänderungen als auch physische Emissionen widerspiegeln
A-KUZ-2018-CH4	Luft methan_stationäre_quellen	Oblast Kemerowo-Kusbass 2018	789,839 Tausend Tonnen CH4	Registriertes Methan aus stationären Quellen	SRC-KUZ-REPORT-2025 Diagramm gedruckt p.37	verifiziert Serien können sowohl Berichtsänderungen als auch physische Emissionen widerspiegeln
A-KUZ-2019-CH4	Luft methan_stationäre_quellen	Oblast Kemerowo-Kusbass 2019	1.086,561 Tausend Tonnen CH4	Registriertes Methan aus stationären Quellen	SRC-KUZ-REPORT-2025 Diagramm gedruckt p.37	verifiziert Serien können sowohl Berichtsänderungen als auch physische Emissionen widerspiegeln

ID	Thema / Indikator	Gebiet / Jahr	Wert	Definition/Umfang von	Quelle/Standort von	Status/Einschränkung von
A-KUZ-2020-CH4	Luft methan_stationäre_quellen	Oblast Kemerowo-Kusbass 2020	982,559 Tausend Tonnen CH4	Registriertes Methan aus stationären Quellen	SRC-KUZ-REPORT-2025 Diagramm gedruckt p.37	verifiziert Serien können sowohl Berichtsänderungen als auch physische Emissionen widerspiegeln
A-KUZ-2021-CH4	Luft methan_stationäre_quellen	Oblast Kemerowo-Kusbass 2021	979,577 Tausend Tonnen CH4	Registriertes Methan aus stationären Quellen	SRC-KUZ-REPORT-2025 Diagramm gedruckt p.37	verifiziert Serien können sowohl Berichtsänderungen als auch physische Emissionen widerspiegeln
A-KUZ-2022-CH4	Luft methan_stationäre_quellen	Oblast Kemerowo-Kusbass 2022	932,486 Tausend Tonnen CH4	Registriertes Methan aus stationären Quellen	SRC-KUZ-REPORT-2025 Diagramm gedruckt p.37	verifiziert Serien können sowohl Berichtsänderungen als auch physische Emissionen widerspiegeln
A-KUZ-2023-CH4	Luft methan_stationäre_quellen	Oblast Kemerowo-Kusbass 2023	786,059 Tausend Tonnen CH4	Registriertes Methan aus stationären Quellen	SRC-KUZ-REPORT-2025 Diagramm gedruckt p.37	verifiziert Serien können sowohl Berichtsänderungen als auch physische Emissionen widerspiegeln
A-KUZ-2024-CH4	Luft methan_stationäre_quellen	Oblast Kemerowo-Kusbass 2024	901,320 Tausend Tonnen CH4	Registriertes Methan aus stationären Quellen	SRC-KUZ-REPORT-2025 Diagramm gedruckt p.37	verifiziert Alle stationären Quellen; kein Bestandsaufnahme für jedes einzelne Bergwerk
V-KUZ-2024-COAL-01	Wasser Kohlebergbau_Auszug	Oblast Kemerowo-Kusbass 2024	369,885 Millionen Kubikmeter	Von Kohlebergbauunternehmen entnommenes Wasser	SRC-KUZ-REPORT-2025 gedruckt p.249 Tabelle 2,1 und p.253	verifiziert Vorjahresvergleichszahl im 2025-Bericht wiedergegeben

ID	Thema / Indikator	Gebiet / Jahr	Wert	Definition/Umfang von	Quelle/Standort von	Status/Einschränkung von
V-KUZ-2024-COAL-02	Wasser Kohlebergbau_Frischwassernutzung	Oblast Kemerowo-Kusbass 2024	85,739 Millionen Kubikmeter	Stüßwasser, das von Kohlebergbauunternehmen verwendet wird	SRC-KUZ-REPORT-2025 gedruckt p.249 Tabelle 2,1	verifiziert Anders als beim Totalentzug
V-KUZ-2024-COAL-03	Wasser Coal_Mining_wastewater_discharge_total	Oblast Kemerowo-Kusbass 2024	321,631 Millionen Kubikmeter	Von Kohlebergbauunternehmen eingeleitetes Abwasser	SRC-KUZ-REPORT-2025 gedruckt p.249 Tabelle 2,1 und p.253	verifiziert Beinhaltet andere Einleitungsziele als Oberflächengewässer
V-KUZ-2024-COAL-04	Wasser Kohlebergbau_Oberflächenwasser_Entladung	Oblast Kemerowo-Kusbass 2024	285,723 Millionen Kubikmeter	Abwasser aus dem Kohlebergbau, das in Oberflächengewässer eingeleitet wird	SRC-KUZ-REPORT-2025 gedruckt p.250 Tabelle 2,2 und p.253	verifiziert 13,988 Millionen Kubikmeter als verschmutzt eingestuft
V-KUZ-2024-COAL-05	Wasser Kohlebergbau_polluted_surface_discharge	Oblast Kemerowo-Kusbass 2024	13,988 Millionen Kubikmeter	Als verschmutzt eingestufte Oberflächenwassereinleitung aus dem Kohlesektor	SRC-KUZ-REPORT-2025 gedruckt p.250 Tabelle 2,2	verifiziert Die Regulierungskategorie gibt keine Auskunft über die Schadstoffbelastung oder den Zustand des Vorfluters
V-KUZ-2024-COAL-06	Wasser Kohlebergbau_adequate_treated_Surface_water_discharge	Oblast Kemerowo-Kusbass 2024	267,829 Millionen Kubikmeter	Oberflächenwassereinleitung aus dem Kohlesektor, die als ausreichend behandelt eingestuft wird	SRC-KUZ-REPORT-2025 gedruckt p.250 Tabelle 2,2	verifiziert Regulatorische Klassifizierung
V-KUZ-2024-COAL-07	Wasser Kohlebergbau_Wiederverwendung_und_Recycling	Oblast Kemerowo-Kusbass 2024	207,873 Millionen Kubikmeter	Wasser, das in Kreislauf- und sequentiellen Wiederverwendungssystemen im Kohlebergbau verwendet wird	SRC-KUZ-REPORT-2025 gedruckt p.249 Tabelle 2,1 und p.253	verifiziert Kein Abzug von der Entnahme ohne vollständigen Wasserhaushalt
V-KUZ-2025-12	Wasser Kohlebergbau_polluted_surface_discharge	Oblast Kemerowo-Kusbass 2025	12,067 Millionen Kubikmeter	Als verschmutzt eingestufte Oberflächenwassereinleitung aus dem Kohlesektor	SRC-KUZ-REPORT-2025 gedruckt p.250 Tabelle 2,2	verifiziert Verwenden Sie einen direkten Tabellenwert, anstatt ihn vom gerundeten 4.04-Prozentwert abzuleiten

ID	Thema / Indikator	Gebiet / Jahr	Wert	Definition/Umfang von	Quelle/Standort von	Status/Einschränkung von
V-KUZ-2025-13	Wasser Kohlebergbau_a däquate_behand lte_Oberflächene ntladung	Oblast Kemerowo- Kusbass 2025	283,196 Millionen Kubikmeter	Oberflächenwassereinleitung aus dem Kohlesektor, die als ausreichend behandelt eingestuft wird	SRC-KUZ-REPORT- 2025 gedruckt p.250 Tabelle 2,2	verifiziert Verwenden Sie direkte Tabellenwerte, anstatt sie von gerundeten Prozentsätzen abzuleiten
V-KUZ-2025-14	Wasser Kohlebergbau_W iederverwendung _und_Recycling	Oblast Kemerowo- Kusbass 2025	209,408 Millionen Kubikmeter	Wasser, das in Kreislauf- und sequentiellen Wiederverwendungssystemen im Kohlebergbau verwendet wird	SRC-KUZ-REPORT- 2025 gedruckt p.249 Tabelle 2,1 und p.253	verifiziert Nicht dasselbe wie Abwasserbehandlung
P-KUZ-2025- OPO-01	Industrie Kohleindustrie_g efährliche_Einric htungen	Oblast Kemerowo- Kusbass frühes 2025	275 gefährliche Produktionsanlagen	Kohleindustrieanlagen unter der Aufsicht des sibirischen Rostekhnadzor	SRC-ROSTEKH- INTERVIEW-2025 Interview in der Ugol Kuzbassa-Ausgabe 1 2025	verifiziert_sekundär Gefährliche Produktionsanlagen sind nicht identisch mit Unternehmen oder Lizenzen
P-KUZ-2025- OPO-02	Industrie Coal_mine_hazar dous_facilities_ac tive	Oblast Kemerowo- Kusbass frühes 2025	39 Gefährliche Produktionsanlagen der Klasse I in Kohlebergwerken	Betrieb gefährlicher Produktionsanlagen in Kohlebergwerken	SRC-ROSTEKH- INTERVIEW-2025 Interview in der Ugol Kuzbassa-Ausgabe 1 2025	verifiziert_sekundär Andere Rechnungslegungsgrundlagen und -daten als die Unternehmenszählung des Ministeriums
P-KUZ-2025- OPO-03	Industrie Coal_mine_hazar dous_facilities_co nservation	Oblast Kemerowo- Kusbass frühes 2025	11 Gefährliche Produktionsanlagen der Klasse I in Kohlebergwerken	Gefährliche Produktionsanlagen im Kohlebergbau, die stillgelegt werden	SRC-ROSTEKH- INTERVIEW-2025 Interview in der Ugol Kuzbassa-Ausgabe 1 2025	verifiziert_sekundär Einmotten bedeutet keine Stilllegung
P-KUZ-2025- OPO-04	Industrie Coal_mine_hazar dous_facilities_li quidation	Oblast Kemerowo- Kusbass frühes 2025	9 Gefährliche Produktionsanlagen der Klasse I in Kohlebergwerken	Gefährliche Produktionsanlagen im Kohlebergbau werden geschlossen	SRC-ROSTEKH- INTERVIEW-2025 Interview in der Ugol Kuzbassa-Ausgabe 1 2025	verifiziert_sekundär Zählt nicht alle in der Vergangenheit geschlossenen Bergwerke

ID	Thema / Indikator	Gebiet / Jahr	Wert	Definition/Umfang von	Quelle/Standort von	Status/Einschränkung von
P-KUZ-2025-OPO-05	Industrie open_mining_and_processing_facilities_total	Oblast Kemerowo-Kusbass frühes 2025	210 Gefährliche Produktionsanlagen der Klasse II	Tagebau und Verarbeitung gefährlicher Produktionsanlagen	SRC-ROSTEKH-INTERVIEW-2025 Interview in der Ugol Kuzbassa-Ausgabe 1 2025	verifiziert_sekundär Besteht aus 119 Tagebauen, 56 Verarbeitungsanlagen und 35 Abraumanlagen und Halden; In den Statusangaben werden Tagebaue und Anlagen zusammengefasst
P-KUZ-2025-OPO-06	Industrie open_mining_and_processing_facilities_active	Oblast Kemerowo-Kusbass frühes 2025	200 Tagebau- und Verarbeitungsanlagen der Klasse II	Betrieb von Tagebau- und Verarbeitungsanlagen	SRC-ROSTEKH-INTERVIEW-2025 Interview in der Ugol Kuzbassa-Ausgabe 1 2025	verifiziert_sekundär Nicht 200 Gruben; Die Gruppe umfasst Verarbeitungsbetriebe
P-KUZ-2025-OPO-07	Industrie open_mining_and_processing_facilities_conservation	Oblast Kemerowo-Kusbass frühes 2025	1 Gefährliche Produktionsanlage der Klasse II	Tagebau- oder Verarbeitungsanlage, die stillgelegt wird	SRC-ROSTEKH-INTERVIEW-2025 Interview in der Ugol Kuzbassa-Ausgabe 1 2025	verifiziert_sekundär Der Typ ist im angegebenen Aggregat nicht angegeben
P-KUZ-2025-OPO-08	Industrie open_mining_and_processing_facilities_liquidation	Oblast Kemerowo-Kusbass frühes 2025	8 Gefährliche Produktionsanlagen der Klasse II	Tagebau- oder Verarbeitungsanlagen, die geschlossen werden	SRC-ROSTEKH-INTERVIEW-2025 Interview in der Ugol Kuzbassa-Ausgabe 1 2025	verifiziert_sekundär Der Typ ist im angegebenen Aggregat nicht angegeben
P-KUZ-2015-23-LIQ-01	Industrie mines_in_staged_liquidation_program	Prokopjewsk, Kisseljowsk und Anscheru-Sudschensk 2015-2023 Programmphasen	22 Bergwerke	Bergwerke, die unter das integrierte Programm zur schrittweisen Stilllegung und Umsiedlung von Bewohnern fallen	SRC-RPN-KUZ-INSPECTION-2024 offizielle Inspektionsfreigabe	verifiziert Der Umfang des Programms beweist nicht, dass alle Bergwerke bis zum Enddatum vollständig geschlossen waren
L-KUZ-2024-OBL-01	Land reclamation_obligation_reviewed	Oblast Kemerowo-Kusbass 2024 Inspektion	3,5 Tausend Hektar	In den geprüften Minenschließungsprojekten wurde beschrieben, dass mehr als dieses Gebiet einer Rekultivierung bedarf	SRC-RPN-KUZ-INSPECTION-2024 offizielle Inspektionsfreigabe	verifiziert Untergrenze für den Wortlaut von mehr als 3,5 Tausend ha

ID	Thema / Indikator	Gebiet / Jahr	Wert	Definition/Umfang von	Quelle/Standort von	Status/Einschränkung von
L-KUZ-2024-OBL-02	Land reclamation_obli gation_excluded	Oblast Kemerowo- Kusbass 2024 Inspektion	1,9 Tausend Hektar	Mehr als diese Fläche wurde nach Landübertragung oder Änderungen von Projektentscheidungen von der Rekultivierungsverpflichtung entzogen	SRC-RPN-KUZ- INSPECTION-2024 offizielle Inspektionsfreigabe	verifiziert Mehr als 54 Prozent der ursprünglich vorgesehenen Fläche; Änderung rechtlicher/projektbezogener Verpflichtungen, kein Nachweis einer physischen Wiederherstellung
H-KUZ-2024-01	people_and_legacy Residential_objec ts_in_gas_dynam ic_monitoring	Kusbass-geschlossene Minengebiete 2024	58 Wohnobjekte	In die gasdynamische Überwachung einbezogene Wohnobjekte	SRC-RU-ENV-REPORT- DRAFT-2024 Tabelle 5,4	vorläufig Entwurf eines Bundesberichts; Überwachte Teilmenge, keine regionale Zählung aller Häuser in der Nähe von Kohlekraftwerken
H-KUZ-2024-02	people_and_legacy Residential_objec ts_danger_zones	Kusbass-geschlossene Minengebiete 2024	14 Wohnobjekte	Überwachte Wohnobjekte, die in Gefahrenzonen eingestuft sind	SRC-RU-ENV-REPORT- DRAFT-2024 Tabelle 5,4	vorläufig Der Klassifizierungsbereich und die Anzahl der Haushalte erfordern ein zugrunde liegendes Überwachungsregister
H-KUZ-2024-03	people_and_legacy Residential_objec ts_threatened_zo nes	Kusbass-geschlossene Minengebiete 2024	44 Wohnobjekte	Überwachte Wohnobjekte, die in gefährdete Zonen eingestuft sind	SRC-RU-ENV-REPORT- DRAFT-2024 Tabelle 5,4	vorläufig Gilt nicht für Häuser in der Nähe von aktiven Gruben, Halden oder anderen Umweltexpositionszone
HL-WHO-2025-01	gesundheit_crf kindheit_asthma _incidence_rr	WHO Evidenzbasis 2025	1,34 RR pro 10 ug/m3 PM2.5	Inidenzalter 0-18 Anwendbarer Expositionsbereich 5-40 ug/m3	SRC-WHO-HRAPIE2- 2025 Abschnitt 3,1 Abbildung 5	verifiziert 95 % CI 1.10-1.63; Bedingte Funktion, keine Kusbass- Expositionsprognose
HL-WHO-2025-02	gesundheit_crf copd_incidence_r r	WHO Evidenzbasis 2025	1,18 RR pro 10 ug/m3 PM2.5	Inidenzalter 30+ anwendbarer Expositionsbereich 5-25 ug/m3	SRC-WHO-HRAPIE2- 2025 Abschnitt 3,1 Abbildung 5	verifiziert 95 % CI 1.13-1.23; Rauchen und berufliche Exposition müssen berücksichtigt werden

ID	Thema / Indikator	Gebiet / Jahr	Wert	Definition/Umfang von	Quelle/Standort von	Status/Einschränkung von
HL-WHO-2025-03	gesundheit_crf akute_myokardiale_infarkt_inzidenz_rr	WHO Evidenzbasis 2025	1,13 RR pro 10 ug/m3 PM2.5	Inidenzalter 30+ anwendbarer Expositionsbereich 5-65 ug/m3	SRC-WHO-HRAPIE2-2025 Abschnitt 3,1 Abbildung 5	verifiziert 95 % CI 1.05-1.22; erfordert lokale Basisinzidenz und -exposition
HL-WHO-2025-04	gesundheit_crf Stroke_incidence_rr	WHO Evidenzbasis 2025	1,12 RR pro 10 ug/m3 PM2.5	Inidenzalter 30+ anwendbarer Expositionsbereich 5-35 ug/m3	SRC-WHO-HRAPIE2-2025 Abschnitt 3,1 Abbildung 5	verifiziert 95 % CI 1.05-1.20; erfordert lokale Basisinzidenz und -exposition
HL-WHO-2025-05	gesundheit_crf hypertension_incidence_rr	WHO Evidenzbasis 2025	1,16 RR pro 10 ug/m3 PM2.5	Inidenzalter 30+ anwendbarer Expositionsbereich 5-75 ug/m3	SRC-WHO-HRAPIE2-2025 Abschnitt 3,1 Abbildung 5	verifiziert 95 % CI 1.05-1.30; Die Erkennung hängt stark vom Zugang zur Grundversorgung ab
HL-WHO-2025-06	gesundheit_crf lung_cancer_incidence_rr	WHO Evidenzbasis 2025	1,16 RR pro 10 ug/m3 PM2.5	Inidenzalter 30+ anwendbarer Expositionsbereich 5-45 ug/m3	SRC-WHO-HRAPIE2-2025 Abschnitt 3,1 Abbildung 5	verifiziert 95 % CI 1.10-1.23; lange Latenzzeit und große Verwirrung durch Rauchen und Beruf
HL-KUZ-2007-01	Gesundheitssignal circulatory_first_diagnosed_change_adults	Oblast Kemerowo 2003-2007	2,0 Verhältnis	Änderung der Erstdiagnose von Kreislauferkrankungen bei Erwachsenen, berichtet im regionalen Umweltbericht	SRC-KUZ-HEALTH-2007 Abschnitt 5,1	verifiziert_sekundär Regionales historisches Signal, keine altersstandardisierte Szenario-Basislinie und keine kausale Zuordnung
HL-KUZ-2007-02	Gesundheitssignal circulatory_first_diagnosed_change_adolescents	Oblast Kemerowo 2003-2007	1,7 Verhältnis	Änderung der Erstdiagnose von Kreislauferkrankungen bei Jugendlichen, berichtet im regionalen Umweltbericht	SRC-KUZ-HEALTH-2007 Abschnitt 5,1	verifiziert_sekundär Regionales historisches Signal, keine Kisseljowsk-Reihe und keine kausale Zuschreibung
HL-KUZ-2007-03	Gesundheitssignal circulatory_first_diagnosed_change_children	Oblast Kemerowo 2003-2007	45,9 prozentualer Anstieg	Änderung der Rate der erstmalig diagnostizierten Kreislauferkrankungen bei Kindern laut regionalem Umweltbericht	SRC-KUZ-HEALTH-2007 Abschnitt 5,1	verifiziert_sekundär Regionales historisches Signal, keine Kisseljowsk-Reihe und keine kausale Zuschreibung

ID	Thema / Indikator	Gebiet / Jahr	Wert	Definition/Umfang von	Quelle/Standort von	Status/Einschränkung von
HL-KIS-2007-01	Gesundheitssignal all_malignant_neoplasms_first_diagnosed_crude_rate	Kisseljowsk 2007	258,4 pro 100.000 Einwohner	Alle bösartigen Neubildungen, kein Lungenkrebs	SRC-KISELEVSK-CANCER-2025 Gemeindetisch	verifiziert_sekundär Rohe, nicht altersstandardisierte, unvollständige Reihen, abhängig von der Erkennung
HL-KIS-2020-01	Gesundheitssignal all_malignant_neoplasms_first_diagnosed_crude_rate	Kisseljowsk 2020	302,9 pro 100.000 Einwohner	Alle bösartigen Neubildungen, kein Lungenkrebs	SRC-KISELEVSK-CANCER-2025 Gemeindetisch	verifiziert_sekundär Rohe, nicht altersstandardisierte, unvollständige Reihen, abhängig von der Erkennung
HL-KIS-2023-01	Gesundheitssignal all_malignant_neoplasms_first_diagnosed_crude_rate	Kisseljowsk 2023	479,2 pro 100.000 Einwohner	Alle bösartigen Neubildungen, kein Lungenkrebs	SRC-KISELEVSK-CANCER-2025 Gemeindetisch	verifiziert_sekundär Rohe, nicht altersstandardisierte, unvollständige Reihen, abhängig von der Erkennung
HL-KIS-2024-01	Gesundheitssignal all_malignant_neoplasms_first_diagnosed_crude_rate	Kisseljowsk 2024	440,8 pro 100.000 Einwohner	Alle bösartigen Neubildungen, kein Lungenkrebs	SRC-KISELEVSK-CANCER-2025 Gemeindetisch	verifiziert_sekundär Rohe, nicht altersstandardisierte, unvollständige Reihen, abhängig von der Erkennung

10.2. Modellparameter: 14_SCENARIO_INPUTS.csv

60 Parameter und Bereiche. Die Werte in diesem Register sind Modelleingaben und keine automatisch ermittelten Fakten über die Zukunft.

Parameter	Thema	Reichweite	Verwendung im Modell	Quelle/Status	Zwang
BASE_COAL_2025	Kohleproduktion	190,7–191,8 Millionen Tonnen pro Jahr	Produktionsstartniveau	SRC-KUZ-COAL-2025 und SRC-KUZ-REPORT-2025	Zwei offizielle Veröffentlichungen unterscheiden sich

Parameter	Thema	Reichweite	Verwendung im Modell	Quelle/Status	Zwang
WASTE_PROXY	Abfall	11,5–16,1 Tonnen gemeldetes Abfalläquivalent pro Tonne Kohle	Sensibilität für Neuabfälle	berechnet aus 2025 regionalem Gesamtwert und vorläufigem 2024 kohlespezifischem Wert	kein physikalischer Koeffizient; rechtliche Einstufung geändert; Der untere Zähler umfasst andere Sektoren
UNRESOLVED_BAS E	Abfall	0,80–0,95 Anteil des neuen Abfalls	Szenarien B und C	Szenarioannahme verankert in 84,6 %, die im Jahr 2025 nicht als wiederhergestellt oder unschädlich gemacht gemeldet wurde	Die Platzierung ist nicht automatisch unsicher und die Wiederherstellung ist nicht automatisch die Wiederherstellung
A_UNRESOLVED_Y EAR5	Abfall	0,55–0,75 verbleibender Anteil des kumulierten neuen Abfalls	Szenario A Leistungsumschlag	Szenarioannahme	Beinhaltet die Behandlung einiger früherer Strömungen
A_UNRESOLVED_Y EAR15	Abfall	0,40–0,65 verbleibender Anteil des kumulierten neuen Abfalls	Szenario A Leistungsumschlag	Szenarioannahme	nicht beobachtete Leistung
A_UNRESOLVED_Y EAR30	Abfall	0,25–0,50 verbleibender Anteil des kumulierten neuen Abfalls	Szenario A Leistungsumschlag	Szenarioannahme	nicht beobachtete Leistung
A_UNRESOLVED_Y EAR50	Abfall	0,15–0,35 verbleibender Anteil des kumulierten neuen Abfalls	Szenario A Leistungsumschlag	Szenarioannahme	nicht beobachtete Leistung
LAND_PROXY	Land	20,9–21,5 Hektar pro Million Tonnen Kohle	Sensibilität für neu beeinträchtigte Flächen	berechnet aus offiziellen 2024- 2025-Berichten	Mineralgewinnung umfassender als Kohle; nichtlinearer Flächenverbrauch
LAND_STOCK_STAR T	Land	123,634–123,634 Tausend Hektar	beginnender gestörter Landbestand	end-2025 offizieller Bericht	Die offizielle 2024-2025-Bestandsreihe enthält eine ungeklärte ungeklärte Differenz von 21.124 Tausend Hektar

Parameter	Thema	Reichweite	Verwendung im Modell	Quelle/Status	Zwang
METHANE_TOTAL_2025	Methan	0,796914–0,796914 Millionen Tonnen CH4 pro Jahr	regionale Basislinie für stationäre Quellen	SRC-KUZ-REPORT-2025	umfasst Nichtkohlequellen
METHANE_COAL_SHARE_ASSUMPTION	Methan	0,60–1,00 Anteil des regional stationären Methans	Nur bedingte Empfindlichkeit	Szenarioannahme hauptsächlich aus dem Wortlaut des Berichts	kein beobachteter Branchenanteil
METHANE_GWP100	Methan	29,8–29,8 Tonnen CO2e pro Tonne Fossil CH4	Klimaäquivalente Berechnung	SRC-IPCC-AR6-GWP	nicht Masse CO2 oder Temperaturvorhersage
A_METHANE_INTENSITY_Y0_5	Methan	0,65–0,85 Bruchteil der 2025 Intensität beibehalten	Szenario A erstes Segment	Szenario-Leistungsannahme	vereint Steuerung und Produktionsmix
A_METHANE_INTENSITY_Y5_15	Methan	0,40–0,70 Bruchteil der 2025 Intensität beibehalten	Szenario A zweites Segment	Szenario-Leistungsannahme	vereint Steuerung und Produktionsmix
A_METHANE_INTENSITY_Y15_30	Methan	0,20–0,50 Bruchteil der 2025 Intensität beibehalten	Szenario A drittes Segment	Szenario-Leistungsannahme	vereint Steuerung und Produktionsmix
A_METHANE_INTENSITY_Y30_50	Methan	0,10–0,35 Bruchteil der 2025 Intensität beibehalten	Szenario A viertes Segment	Szenario-Leistungsannahme	vereint Steuerung und Produktionsmix
B_ABANDONED_METHANE_Y5_15	Methan	0,20–0,60 Anteil des zugeschriebenen 2025 Methans pro Jahr im Durchschnitt	Szenario B Altlastensegment	Stressbereich des Szenarios	minenspezifischer Zerfall unbekannt

Parameter	Thema	Reichweite	Verwendung im Modell	Quelle/Status	Zwang
B_ABANDONED_METHANE_Y15_30	Methan	0,10–0,35 Anteil des zugeschriebenen 2025 Methans pro Jahr im Durchschnitt	Szenario B Altlastensegment	Stressbereich des Szenarios	minenspezifischer Zerfall unbekannt
B_ABANDONED_METHANE_Y30_50	Methan	0,03–0,20 Anteil des zugeschriebenen 2025 Methans pro Jahr im Durchschnitt	Szenario B Altlastensegment	Stressbereich des Szenarios	minenspezifischer Zerfall unbekannt
A_LEGACY_METHANE_VS_B_Y5_15	Methan	0,15–0,50 Bruchteil der nicht verwalteten Alt-Emissionen	Szenario A verwaltetes Erbe	Szenario-Leistungsannahme	fangen Oxidation und kontrollierte Überschwemmungseffekte kombiniert ein
A_LEGACY_METHANE_VS_B_Y15_30	Methan	0,10–0,40 Bruchteil der nicht verwalteten Alt-Emissionen	Szenario A verwaltetes Erbe	Szenario-Leistungsannahme	fangen Oxidation und kontrollierte Überschwemmungseffekte kombiniert ein
A_LEGACY_METHANE_VS_B_Y30_50	Methan	0,10–0,50 Bruchteil der nicht verwalteten Alt-Emissionen	Szenario A verwaltetes Erbe	Szenario-Leistungsannahme	fangen Oxidation und kontrollierte Überschwemmungseffekte kombiniert ein
WATER_WITHDRAWAL_INTENSITY	Wasser	1,995–1,995 Kubikmeter pro Tonne Kohle	Empfindlichkeit gegenüber aktiver Produktion	2025 Berichtsberechnung	hängt von der Hydrogeologie und der Minenmischung ab
WASTEWATER_INTENSITY	Wasser	1,717–1,717 Kubikmeter pro Tonne Kohle	Empfindlichkeit gegenüber aktiver Produktion	2025 Berichtsberechnung	Nicht das gesamte eingeleitete Wasser ist verunreinigt
SURFACE_DISCHARGE_INTENSITY	Wasser	1,559–1,559 Kubikmeter pro Tonne Kohle	Empfindlichkeit gegenüber aktiver Produktion	2025 Berichtsberechnung	beschreibt keine Schadstoffbelastungen

Parameter	Thema	Reichweite	Verwendung im Modell	Quelle/Status	Zwang
SOLID_EMISSION_INTENSITY	Luft	0,273–0,273 Kilogramm pro Tonne Kohle	Empfindlichkeit gegenüber aktiver Produktion	2025 Berichtsberechnung	Registrierte Feststoffe sind keine Umgebungskörper PM2.5 oder PM10
A_WATER_INTENSITY_Y0_5	Wasser	0,85–0,95 Bruchteil der Intensität 2025	Szenario A erstes Segment	Szenario-Leistungsannahme	Altgrubenwasser zusätzlich
A_WATER_INTENSITY_Y5_15	Wasser	0,65–0,85 Bruchteil der Intensität 2025	Szenario A zweites Segment	Szenario-Leistungsannahme	Altgrubenwasser zusätzlich
A_WATER_INTENSITY_Y15_30	Wasser	0,50–0,75 Bruchteil der Intensität 2025	Szenario A drittes Segment	Szenario-Leistungsannahme	Altgrubenwasser zusätzlich
A_WATER_INTENSITY_Y30_50	Wasser	0,35–0,65 Bruchteil der Intensität 2025	Szenario A viertes Segment	Szenario-Leistungsannahme	Altgrubenwasser zusätzlich
C_WATER_INTENSITY	Wasser	0,90–1,00 Bruchteil der Intensität 2025	Szenario C alle Segmente	Szenariosensitivitätsannahme	Untere Grenze setzt höchstens 10 prozentuale Verbesserung voraus; Obergrenze unveränderter Intensität
B_LEGACY_WATER_YEAR5	Wasser	0,20–0,80 Bruchteil des 2025 Kohleoberflächenabflusses pro Jahr	Szenario B	Stressbereich des Szenarios	nicht alles Wasser ist verschmutzt
B_LEGACY_WATER_YEAR15	Wasser	0,10–0,60 Bruchteil des 2025 Kohleoberflächenabflusses pro Jahr	Szenario B	Stressbereich des Szenarios	nicht alles Wasser ist verschmutzt
B_LEGACY_WATER_YEAR30	Wasser	0,05–0,40 Bruchteil des 2025 Kohleoberflächenabflusses pro Jahr	Szenario B	Stressbereich des Szenarios	nicht alles Wasser ist verschmutzt

Parameter	Thema	Reichweite	Verwendung im Modell	Quelle/Status	Zwang
B_LEGACY_WATER_YEAR50	Wasser	0,05–0,30 Bruchteil des 2025 Kohleoberflächenabflusses pro Jahr	Szenario B	Stressbereich des Szenarios	nicht alles Wasser ist verschmutzt
A_LEGACY_WATER_YEAR5	Wasser	0–50 Millionen Kubikmeter pro Jahr	Szenario A: jährliche Gesamttabelle	Szenarioannahme	erfordert Mineninventar
A_LEGACY_WATER_YEAR15	Wasser	20–120 Millionen Kubikmeter pro Jahr	Szenario A: jährliche Gesamttabelle	Szenarioannahme	Wasser wird gemanagt, statt dass es zurückprallt
A_LEGACY_WATER_YEAR30	Wasser	20–100 Millionen Kubikmeter pro Jahr	Szenario A: jährliche Gesamttabelle	Szenarioannahme	Wasser wird gemanagt, statt dass es zurückprallt
A_LEGACY_WATER_YEAR50	Wasser	10–80 Millionen Kubikmeter pro Jahr	Szenario A: jährliche Gesamttabelle	Szenarioannahme	Einige Pläne können dauerhaft sein
A_WATER_ENDPOINT_FACTOR_YEAR5	Wasser	0,75–0,90 Bruchteil der Intensität 2025	Szenario A jährlicher Horizontwert	Szenarioannahme	unterscheidet sich vom Segmentdurchschnittsfaktor, der für die kumulative Summe verwendet wird
A_WATER_ENDPOINT_FACTOR_YEAR15	Wasser	0,55–0,80 Bruchteil der Intensität 2025	Szenario A jährlicher Horizontwert	Szenarioannahme	unterscheidet sich vom Segmentdurchschnittsfaktor, der für die kumulative Summe verwendet wird
A_WATER_ENDPOINT_FACTOR_YEAR30	Wasser	0,35–0,65 Bruchteil der Intensität 2025	Szenario A jährlicher Horizontwert	Szenarioannahme	unterscheidet sich vom Segmentdurchschnittsfaktor, der für die kumulative Summe verwendet wird
A_WATER_ENDPOINT_FACTOR_YEAR50	Wasser	0,20–0,50 Bruchteil der Intensität 2025	Szenario A jährlicher Horizontwert	Szenarioannahme	unterscheidet sich vom Segmentdurchschnittsfaktor, der für die kumulative Summe verwendet wird

Parameter	Thema	Reichweite	Verwendung im Modell	Quelle/Status	Zwang
SOLID_CONTROL_F ACTOR_A_YEAR5	Luft	0,50–0,75 Bruchteil der 2025 Feststoffintensität bleibt erhalten	Szenario A jährlicher Horizontwert	Szenario-Leistungsannahme	registrierte Feststoffe, nicht Umgebungspartikelkonzentration
SOLID_CONTROL_F ACTOR_A_YEAR15	Luft	0,30–0,60 Bruchteil der 2025 Feststoffintensität bleibt erhalten	Szenario A jährlicher Horizontwert	Szenario-Leistungsannahme	registrierte Feststoffe, nicht Umgebungspartikelkonzentration
SOLID_CONTROL_F ACTOR_A_YEAR30	Luft	0,20–0,50 Bruchteil der 2025 Feststoffintensität bleibt erhalten	Szenario A jährlicher Horizontwert	Szenario-Leistungsannahme	registrierte Feststoffe, nicht Umgebungspartikelkonzentration
SOLID_CONTROL_F ACTOR_A_YEAR50	Luft	0,10–0,40 Bruchteil der 2025 Feststoffintensität bleibt erhalten	Szenario A jährlicher Horizontwert	Szenario-Leistungsannahme	registrierte Feststoffe, nicht Umgebungspartikelkonzentration
A_COAL_YEAR5	Kohleprodukti on	150–180 Millionen Tonnen pro Jahr	Szenario A Endpunktjahr 5	Szenarioannahme	Variante mit kontrolliertem Rückgang; Die Variante mit strenger Fortsetzung erfordert eine separate Empfindlichkeit
A_COAL_YEAR15	Kohleprodukti on	80–140 Millionen Tonnen pro Jahr	Szenario A Endpunktjahr 15	Szenarioannahme	keine Prognose
A_COAL_YEAR30	Kohleprodukti on	20–80 Millionen Tonnen pro Jahr	Szenario A Endpunktjahr 30	Szenarioannahme	keine Prognose
A_COAL_YEAR50	Kohleprodukti on	0–30 Millionen Tonnen pro Jahr	Szenario A Endpunktjahr 50	Szenarioannahme	keine Prognose

Parameter	Thema	Reichweite	Verwendung im Modell	Quelle/Status	Zwang
B_COAL_YEAR5	Kohleproduktion	0–20 Millionen Tonnen pro Jahr	Szenario B Endpunkt Jahr 5	Szenarioannahme	scharfer Ausstieg
B_COAL_YEAR10	Kohleproduktion	0–0 Millionen Tonnen pro Jahr	Szenario B Endpunkt Jahr 10	Szenarioannahme	Der obere Pfad erreicht nach der Restausgabe Null
C_COAL_FROM_YEAR5	Kohleproduktion	230–255,3 Millionen Tonnen pro Jahr	Szenario C anhaltender Stresstest	Szenarioannahme auf 2018 hohem Niveau verankert	50-Jahresfortführung ist ein Stresstest, keine Marktprognose
A_RECLAMATION_YEAR5	Land	10–20 Tausend Hektar kumulativ	Szenario A verwaltete Arbeit	Szenario-Leistungsannahme	technische und biologische Rekultivierung, nicht Wiederherstellung des ursprünglichen Ökosystems
A_RECLAMATION_YEAR15	Land	35–70 Tausend Hektar kumulativ	Szenario A verwaltete Arbeit	Szenario-Leistungsannahme	durch berechnete Websites begrenzt
A_RECLAMATION_YEAR30	Land	80–140 Tausend Hektar kumulativ	Szenario A verwaltete Arbeit	Szenario-Leistungsannahme	durch berechnete Websites begrenzt
A_RECLAMATION_YEAR50	Land	120–180 Tausend Hektar kumulativ	Szenario A verwaltete Arbeit	Szenario-Leistungsannahme	Die arithmetische Bodenbilanz hat keinen erfundenen Boden; Rekultivierte Hektar sind nicht gleichbedeutend mit wiederhergestellten Ökosystem-Hektaren
B_RECLAMATION_RATE	Land	0,1–1,0 Tausend Hektar pro Jahr	Szenario B schwache und rückläufige Arbeit	Szenarioannahme	Spontanvegetation wird separat gezählt und ist kein Beweis für eine Rekultivierung
C_RECLAMATION_RATE	Land	0,5–1,5 Tausend Hektar pro Jahr	Szenario C unzureichende Arbeit	Szenarioannahme	unter oder nahe dem aktuellen offiziellen jährlichen Durchfluss

10.3. Modellergebnisse: 15_SCENARIO_RESULTS.csv

12 Kombinationen aus Szenario und Zeithorizont. Eine breite Maschinentabelle wird in drei lesbare Tabellen unterteilt, ohne dass sich die Werte ändern.

Abbau, Abfall und Wasser

Szenario	Jahre	Kohleförderung, Milliarden Tonnen	Neues Abfalläquivalent, Milliarden Tonnen	Ohne bestätigte Entscheidung Milliarden Tonnen	Wasserentnahme durch aktive Betriebe, Mrd. m ³
A	5	0,852–0,927	9,8–14,9	5,4–11,2	1,44–1,76
A	15	2,002–2,527	23,0–40,7	9,2–26,4	2,94–4,47
A	30	2,752–4,177	31,6–67,2	7,9–33,6	3,68–6,94
A	50	2,952–5,277	33,9–85,0	5,1–29,7	3,82–8,36
B	5	0,477–0,527	5,5–8,5	4,4–8,1	0,95–1,05
B	15	0,477–0,577	5,5–9,3	4,4–8,8	0,95–1,15
B	30	0,477–0,577	5,5–9,3	4,4–8,8	0,95–1,15
B	50	0,477–0,577	5,5–9,3	4,4–8,8	0,95–1,15
C	5	1,052–1,115	12,1–18,0	9,7–17,1	1,89–2,22
C	15	3,352–3,668	38,5–59,1	30,8–56,1	6,02–7,32
C	30	6,802–7,498	78,2–120,7	62,6–114,7	12,21–14,96
C	50	11,402–12,604	131,1–202,9	104,9–192,8	20,47–25,14

Gestörte und wiederhergestellte Gebiete

Szenario	Jahre	Neu beeinträchtigte Flächen, tausend Hektar	Rekultivierungsarbeiten, tausend Hektar	Verbleibende beeinträchtigte Flächen, tausend Hektar
A	5	17,8–19,9	10–20	121–134
A	15	41,8–54,3	35–70	95–143
A	30	57,5–89,8	80–140	41–133
A	50	61,7–113,5	120–180	5–117
B	5	10,0–11,3	1,5–5	129–133
B	15	10,0–12,4	2,5–10	124–134
B	30	10,0–12,4	4–17,5	116–132
B	50	10,0–12,4	6–27,5	106–130
C	5	22,0–24,0	2,5–7,5	138–145
C	15	70,1–78,9	7,5–22,5	171–195
C	30	142,2–161,2	15–45	221–270
C	50	238,3–271,0	25–75	287–370

Methan und Klimaeffekt

Szenario	Jahre	Kumulierte Methanemissionen, Millionen Tonnen	Klimaeffekt (GWP100), Millionen Tonnen CO ₂ e
A	5	1,38–3,27	41–98
A	15	2,67–10,32	80–307
A	30	3,12–15,42	93–459
A	50	3,19–18,61	95–555
B	5	1,19–2,19	35–65
B	15	2,14–7,18	64–214
B	30	2,86–11,36	85–339
B	50	3,15–14,55	94–434
C	5	2,62–4,63	78–138
C	15	8,36–15,24	249–454
C	30	16,96–31,15	505–928
C	50	28,42–52,37	847–1561

10.4. Bedingte Gesundheitsberechnungen: 17_HEALTH_CONDITIONAL_CALCULATIONS.csv

6 Ergebnisse. Hierbei handelt es sich um Risikofunktionen für einzelne neue Fälle spezifischer Krankheiten bei einer gegebenen Veränderung in PM_{2.5} und nicht um eine vorgefertigte Prognose für die Bevölkerung von Kusbass.

Anfängliche Risikofunktionen

Ergebnis	ICD-10	Alter	RR bei 10 µg/m ³	95 % CI	WHO Bereich, µg/m ³
Asthma im Kindesalter	J45	0–18	1,34	1,10–1,63	5–40
COPD	J41–J44	30+	1,18	1,13–1,23	5–25
Akuter Myokardinfarkt	I21–I22	30+	1,13	1,05–1,22	5–65
Schlaganfall	I60–I64	30+	1,12	1,05–1,20	5–35
Hypertonie	I10–I11	30+	1,16	1,05–1,30	5–75
Lungenkrebs	C34	30+	1,16	1,10–1,23	5–45

Bedingte Risikoänderung, %

Ergebnis	−5 µg/m³	−10 µg/m³	+5 µg/m³	+10 µg/m³	Vermiedene Fälle je 1.000 Ausgangsfälle
Asthma im Kindesalter	13,6	25,4	15,8	34,0	−5: 136 −10: 254
COPD	7,9	15,3	8,6	18,0	−5: 79 −10: 153
Akuter Myokardinfarkt	5,9	11,5	6,3	13,0	−5: 59 −10: 115
Schlaganfall	5,5	10,7	5,8	12,0	−5: 55 −10: 107
Hypertonie	7,2	13,8	7,7	16,0	−5: 72 −10: 138
Lungenkrebs	7,2	13,8	7,7	16,0	−5: 72 −10: 138

Formeln, Quellen und Einschränkungen

Ergebnis	Formel	Quelle	Status	Einschränkungen
Asthma im Kindesalter	$1 - RR^{(-\Delta C/10)}$	SRC-WHO-HRAPIE2-2025	bedingt	Keine Kusbass-Prognose; breites Intervall; Ausgangsrate neuer Fälle und tatsächliche PM2.5 erforderlich

Ergebnis	Formel	Quelle	Status	Einschränkungen
COPD	$1-RR^{(-\Delta C/10)}$	SRC-WHO-HRAPIE2-2025	bedingt	Nicht ohne gesonderte Begründung außerhalb des empfohlenen Bereichs anwenden; Rauchen und Beschäftigung sind für die Interpretation erforderlich
Akuter Myokardinfarkt	$1-RR^{(-\Delta C/10)}$	SRC-WHO-HRAPIE2-2025	bedingt	Altersstruktur, Basisinzidenz und stabile Erfassung erforderlich
Schlaganfall	$1-RR^{(-\Delta C/10)}$	SRC-WHO-HRAPIE2-2025	bedingt	Altersstruktur, Basisinzidenz und stabile Erfassung erforderlich
Hypertonie	$1-RR^{(-\Delta C/10)}$	SRC-WHO-HRAPIE2-2025	bedingt	Die Nachweisbarkeit hängt stark vom Zugang zur Grundversorgung und der Blutdruckmessung ab
Lungenkrebs	$1-RR^{(-\Delta C/10)}$	SRC-WHO-HRAPIE2-2025	bedingt	Lange Verzögerung; Rauchen, Beruf, Alter und frühere Exposition; Verwenden Sie nicht die kommunale Reihe aller Krebse als Grundlage

ABSCHNITT 11

Quellregister

SRC-KUZ-REPORT-2025

Dokument: „Bericht über den Zustand und den Schutz der Umwelt der Region Kemerowo – Kusbass im Jahr 2025.“ Ministerium für natürliche Ressourcen und Ökologie von Kusbass, Kemerowo, 2026.

Öffentlich PDF: <https://kuzbassecu.ru/wp-content/uploads/2026/04/%D0%94%D0%9E%D0%9A%D0%9B%D0%90%D0%94-2025-%D0%BD%D0%B0-01.05.2026.pdf>

Lokale Kopie: `research/soil-restoration/papers/KUZ-010_Kuzbass_environment_report_2025.pdf`

Verwendete Abschnitte:

- atmosphärische Luft: gedruckte S. 26–38;
- Wasser: gedruckt S. 60–103, insbesondere 87–88 und die Schlussfolgerung auf S. 443;
- gestörte Länder: gedruckte S. 111–112;
- Abfall: gedruckte S. 256–261;
- Fazit: gedruckte S. 442–444.

Status: offizieller regionaler zusammenfassender Bericht. Viele Werte basieren auf statistischen Erhebungsbögen des Bundes. Für den Kohlesektor werden, sofern verfügbar, sektorale Querschnittstabellen benötigt.

SRC-RPN-WASTE-2025

Dokument: Rosprirodnadsor: „Rosprirodnadsor hat im Jahr 2025 offizielle Statistiken zur Abfallbewirtschaftung erstellt.“

URL: https://rpn.gov.ru/press/news/rosprirodnadzor_sformiroval_ofitsialnuyu_statistiku_ob_obrahenii_s_otkhodami_v_2025_godu/

Grundwerte: Abfallaufkommen in Russland – 7,841 Milliarden Tonnen; Recycling – 1,873 Milliarden Tonnen; Neutralisierung – 9,8 Millionen Tonnen; Lagerung – 3,873 Milliarden Tonnen; Entsorgung – 1,896 Milliarden Tonnen.

Einschränkung: Die endgültige Veröffentlichung ersetzt nicht die ursprüngliche Tabelle 2-TP (Abfälle), die für eine detaillierte sektorale und regionale Aufschlüsselung erforderlich ist.

SRC-KUZ-REPORT-2024

Dokument: „Bericht über den Zustand und den Schutz der Umwelt der Region Kemerowo – Kusbass im Jahr 2024.“ Ministerium für natürliche Ressourcen und Ökologie von Kusbass, Kemerowo, 2025.

Öffentlich PDF: https://kuzbassecu.ru/wp-content/uploads/2025/07/doklad_v2_.pdf

Verwendeter Abschnitt: gestörte Länder, gedruckte S. 127, PDF-p. 125–126.

Daten: zu Beginn des Jahres 2024 - 96,471 tausend Hektar beeinträchtigte Flächen; 4,768 Tausend Hektar wurden im Laufe des Jahres gestört, darunter 4,264 Tausend Hektar während der Feldentwicklung; 2,083 Tausend Hektar wurden rekultiviert; am Ende des Jahres - 99,156 Tausend Hektar.

Kritische Einschränkung: Der nächste Jahresbericht weist bereits 120,280 Tausend Hektar zu Beginn des Jahres 2025 aus. Die Lücke von 21,124 Tausend Hektar zwischen zwei benachbarten offiziellen Überresten in den geprüften Abschnitten wird nicht erklärt. Daher können die Salden von 2024 und 2025 nicht ohne zusätzliche methodische Erläuterungen von Rosprirodnadsor oder den Verfassern des Berichts als fortlaufende Reihe kombiniert werden.

SRC-RPN-WASTE-2024

Dokument: Rosprirodnadsor: „Die Ergebnisse des Formulars 2-TP (Abfall) für 2024 wurden zusammengefasst.“

URL: https://rpn.gov.ru/press/news/podvedeny_itozi_po_forme_2_tp_otkhody_za_2024_god/

Grundwerte: 8,5 Milliarden Tonnen Abfall in Russland im Jahr 2024; Etwa 90 % stammten aus dem Bergbau.

Wichtiger Haftungsausschluss: Der Rückgang im Vergleich zu 2023 ist teilweise auf Änderungen in der Gesetzgebung zurückzuführen – ein Teil des Abraums und des Nebengesteins zählte bei Verwendung gemäß den Regeln für die Nutzung des Untergrunds nicht mehr als Abfall, und einige Materialien erhielten den Status von Nebenprodukten.

SRC-WATER-CORPUS

Fall: Materialien aus der Studie „Wohin geht das Wasser?“

Haupttext: `src/content/water-kuzbass-ru.md`

Öffentlicher Artikel: <https://www.nataliazubkova.com/en/work/where-the-water-goes/>

Ziel der neuen Studie: Mechanismen der Tagebautwässerung, Veränderungen in Wassereinzugsgebieten und Kanälen; dokumentierte Fälle; das Fehlen einer einzigen offenen Reihe „Ausgangslage → Prognose → Ergebnis“ für einige Objekte.

SRC-SOIL-CORPUS

Fall: `research/soil-restoration/`

Schlüsseldateien:

- `RESEARCH_SYNTHESIS_HANDOFF.md`;
- `SOIL_RESTORATION_EVIDENCE_RU_V1.0_SOURCE_REGISTRY.md`;
- `SCENARIO_ECONOMIC_MODEL.md`;
- `ECONOMIC_MODEL_INPUTS.md`.

Einschränkung: Das vorherige Modell einer komplexen Halde von 100 Hektar ist ein Szenario und keine Schätzung für Apanas oder den gesamten Kusbass. Geldkurse müssen vor der Verwendung in einem neuen Artikel aktualisiert und von vergleichbaren Projekten bestätigt werden.

SRC-DUMPS-CORPUS

Fall: „Kohlepreis – Gesteinshalden von Kusbass“, Version 1.2.

Weg: Готовые издания/Цена угля — породные отвалы Kusbass/v1.2/Исходники/

Schlüsseltabellen:

- assets/data/16_Полная_таблица_доказательств.csv ;
- assets/data/09_Сравнительные_кейсы_Kuzbass.csv ;
- assets/data/08_Апанас_финансы.csv ;
- assets/data/07_Апанас_хронология.csv .

Zweck: bestätigte spezifische Objekte, Temperatur- und Gasmessungen, Verwaltungs- und Gerichtsdokumente, Verträge und Kosten für Apanas.

Einschränkung: Die Auswahl bekannter Standorte stellt keine vollständige regionale Bestandsaufnahme der brennenden oder selbsterhitzenden Halden dar.

SRC-KUZ-WASTE-SCHEME-2026

Dokument: Beschluss der Regierung des Gebiets Kemerowo – Kusbass vom 11.03.2026 Nr. 127, Neuauflage des territorialen Abfallbewirtschaftungsplans.

URL: <https://kemerovo-pravo.ru/postanovlenie/2026/03/11/n-127/>

Tabelle 4: für 2024; Zu Beginn des Jahres fielen 27.556,325766 Millionen Tonnen Abfälle an, die nicht mit MSW in Zusammenhang standen.

Einschränkung: Dabei handelt es sich um den Bestand aller erfassten Nicht-MSW, und nicht nur um Kohleabfälle; Die Tabelle zeigt nicht den endgültigen Saldo der Kohleabfälle am Ende von 2024.

SRC-KUZ-CIRCULAR-2026

Dokument: Beschluss der Regierung der Oblast Kemerowo – Kusbass vom 05.02.2026 Nr. 61 über das umfassende Regionalprogramm „Kreislaufwirtschaft“.

URL: <https://kemerovo-pravo.ru/postanovlenie/2026/02/05/n-61/>

Daten: im Jahr 2024 erzeugte die Region 3,3 Milliarden Tonnen Abfall; Bergbauunternehmen produzierten 3,256 Milliarden Tonnen oder 98,3 %.

Einschränkung: „Bergbau“ ist umfassender als Kohlebergbau.

SRC-MINING-INTERVIEW-2026

Material: „Der Steinkohlenbergbau – vom Phänomen der Umstrukturierung bis hin zu modernen Problemen und Lösungsansätzen“, Zeitschrift „Mining Industry“.

URL: <https://science.mining-media.ru/ru/article/interview/20111-ugolnaya-otrasl-ot-fenomena-restrukturizatsii-do-sovremennykh-problem-i-putej-ikh-resheniya>

Daten: 3,2 Milliarden Tonnen Kohlebergbauabfälle in Kusbass im Jahr 2024; 27,5 Milliarden Tonnen bis zum Jahresende angesammelt; 65,9 % und 91,0 % der entsprechenden russischen Industriewerte.

Status: professionelle Sekundärquelle. Bis die ursprüngliche offizielle Tabelle gefunden wird, werden die Werte als vorläufige und gerundete Werte verwendet.

SRC-KUZ-COAL-2025

Dokument: Kohleministerium des Kusbass, „Zentrale Kennzahlen der Kohleindustrie des Kusbass im Jahr 2025“, 23.01.2026.

URL: <https://mupk42.ru/ru/press-center/news/novosti-ministerstva/osnovnye-pokazateli-ugolnoy-otrasli-kuzbassa-v-2025-godu/>

Daten: Förderung 190,7 Millionen Tonnen; Aufbereitung 144,7 Millionen Tonnen; Versand 168,3 Millionen Tonnen.

SRC-KUZ-COAL-2019

Dokument: Ministerium für Kohleindustrie von Kusbass, Ergebnisse von 2019.

URL: <https://www.mupk42.ru/ru/press-center/news/novosti-ministerstva/258530/>

Daten: 250,1 Millionen Tonnen im Jahr 2019 und 255,3 Millionen Tonnen im Jahr 2018; für 2018 getrennt 165,8 Millionen Tonnen im Tagebau und 89,5 Millionen Tonnen im Untertagebau.

SRC-RU-COAL-PROGRAM-2035

Dokument: Entwicklungsprogramm der russischen Kohleindustrie für den Zeitraum bis 2035, Neuauflage.

URL:

https://minenergo.gov.ru/upload/iblock/ee4/ngpuwtmbm0h7iz66p6mzig3h2iinntai/Programa_razvitiya_ugolnoy_promyshlennosti_Rossii_na_period_do_2035_goda_novaya_redakciya.pdf

Daten: für den Kusbass sind für 2018 255,7 Millionen Tonnen angegeben. Die Abweichung von den 255,3 Millionen Tonnen in der regionalen Mitteilung ist beizubehalten und zu erklären, falls ein methodischer Grund gefunden wird.

SRC-KUZ-COAL-STRUCTURE-2026

Dokument: Kohleministerium des Kusbass, Mitteilung zum Fünften Russischen Kohlegipfel, 02.10.2026.

URL: <https://www.mupk42.ru/ru/press-center/news/novosti-ministerstva/v-rossiyskiy-ugolnyy-sammit-strategicheskaya-ploshchadka-dlya-dialoga-i-resheniy/>

Daten: 150 tätige Kohleunternehmen – 38 Bergwerke, 55 Tagebaue sowie 57 Aufbereitungs- und Sortieranlagen.

Einschränkung: Die Formulierung enthält kein namentliches Register und erklärt nicht den Zusammenhang mit den zuvor gemeldeten vorübergehend stillstehenden Unternehmen.

SRC-KUZ-SUSPENDED-2025

Materialien: Medienberichte vom 20.08.2025 unter Berufung auf eine Antwort des Kohleministeriums des Kusbass.

URL: <https://kuzbass.aif.ru/money/v-kuzbasse-uvlichilos-chislo-priostanovivshih-rabotu-ugolnyh-predpriyatiy>

Daten: 15 Unternehmen stellten ihren Betrieb vorübergehend ein – 6 Bergwerke und 9 Tagebaue.

Einschränkung: Dies ist keine vom Ministerium veröffentlichte Primärtabelle; Namen wurden nicht offengelegt; „vorübergehend stillstehend“ darf nicht als „geschlossen“ wiedergegeben werden.

SRC-ROSTEKH-INTERVIEW-2025

Material: Interview mit dem Leiter der sibirischen Abteilung von Rostekhnadzor in der Zeitschrift „Kohle des Kusbass“, Nr. 1, 2025, „Auf höchstem Niveau“.

PDF: <https://www.uk42.ru/assets/files/IMG/2025/01/UK-2025-01-WEB.pdf>

Webversion: <https://www.uk42.ru/index.php?id=18847>

Daten: Unter der Aufsicht der Behörde standen 275 gefährliche Produktionsanlagen der Kohleindustrie. Dazu gehörten 60 gefährliche Produktionsanlagen der Gefahrenklasse I vom Typ „Kohlebergwerk“: 39 in Betrieb, 11 konserviert, 9 in Liquidation und 1 im Bau. Zu den 210 gefährlichen Produktionsanlagen der Klasse II gehörten 119 Tagebaue, 56 Aufbereitungsanlagen sowie 35 Absatzbecken und Halden. Die Statusangaben für Tagebaue und Aufbereitungsanlagen wurden nur zusammengefasst veröffentlicht: 200 in Betrieb, 1 konserviert, 8 in Liquidation und 1 im Bau.

Einschränkungen: Es handelt sich um ein in einer Branchenzeitschrift veröffentlichtes Interview mit der Aufsichtsbehörde und nicht um einen herunterladbaren staatlichen Registerauszug. Eine gefährliche Produktionsanlage ist eine Einheit der Industrieaufsicht und nicht zwingend eine juristische Person, ein Unternehmen oder eine Lizenz. Die zusammengefasste Zahl von 200 tätigen Anlagen darf nicht als 200 tätige Tagebaue beschrieben werden. Diese Daten haben einen anderen Stichtag und eine andere Erfassungsgrundlage als die Meldung des regionalen Ministeriums über 38 Bergwerke, 55 Tagebaue und 57 Aufbereitungsanlagen im Oktober 2026.

SRC-RPN-KUZ-INSPECTION-2024

Dokument: Rosprirodnadzor, „Rosprirodnadzor überprüfte im Auftrag der Regierung der Russischen Föderation die Tätigkeit von Untergrundnutzern im Kusbass“, 2024.

URL:

https://rpn.gov.ru/press/news/rosprirodnadzor_po_porucheniyu_pravitelstva_rossiyskoy_federatsii_proveril_deyatelnost_nedropolzovat/

Daten: Ein umfassendes Programm sah die Stilllegung von 22 Bergwerken in Prokopjewsk, Kisseljowsk und Anshero-Sudschensk in zwei Etappen vor – 2015–2020 und 2021–2023. Bei der Überprüfung von mehr als 3.500 Hektar rekultivierungspflichtiger Flächen wurden mehr als 1.900 Hektar beziehungsweise über 54 % aus den Verpflichtungen herausgenommen, nachdem Grundstücke ohne Rekultivierungspflicht an andere Personen

übertragen oder Arbeiten aus den Planungsentscheidungen gestrichen worden waren. Außerdem wurden eine unzureichende Überwachung von Verformungen und Bewegungen der Erdoberfläche sowie das Fehlen eines Teils der geologischen und markscheiderischen Unterlagen festgestellt.

Einschränkung: Die Zahl 22 beschreibt den Umfang des Programms zur Stilllegung von Bergwerken und nicht die bestätigte Zahl der Bergwerke, die bis heute vollständig und sicher stillgelegt wurden. Eine Änderung einer rechtlichen oder planerischen Verpflichtung belegt keine physische Wiederherstellung der Fläche.

SRC-UK-MRA-2024-25

Dokument: Mining Remediation Authority, Jahresbericht und Rechnungsabschluss 2024–2025.

URL:

https://assets.publishing.service.gov.uk/media/68a6ebb09e1ceb2c96a083/Mining_Remediation_Authority_annual_report_and_accounts_2024_to_2025.pdf

Daten: Rückstellung für Verpflichtungen: 1.709 Milliarden Pfund; nicht abgezinste künftige Zahlungsströme: 4,0604 Milliarden Pfund; bei Grubenwasser wurden Zahlungsströme für 100 Jahre angesetzt, weil für einen Teil der Aufbereitung keine absehbare Möglichkeit zur Einstellung besteht.

SRC-UK-MINE-WATER-O&M-2026

Dokument: Vertrag der Mining Remediation Authority über Betrieb und Instandhaltung, 2026.

URL: <https://www.gov.uk/government/news/new-operation-and-maintenance-contract-awarded-to-alpheus>

Daten: 203 Millionen Pfund über acht Jahre für 82 Anlagen zur Aufbereitung von Grubenwasser, 10 Pumpstationen und mehr als 700 Messstellen mit fortlaufender Betreuung.

SRC-UK-COAL-AUTHORITY-2020-21

Dokument: Jahresbericht und Rechnungsabschluss der Coal Authority 2020–2021, Jahresabschluss.

URL: <https://www.gov.uk/government/publications/the-coal-authority-annual-report-and-accounts-2020-2021/the-coal-authority-annual-report-and-accounts-2020-to-2021-financial-statements>

Daten: Für 54 zurückgestellte Projekte wurden durchschnittliche Baukosten von 2,9 Millionen Pfund und Betriebskosten von 0,1 Millionen Pfund pro Jahr veranschlagt; allgemeine Rückstellung für Grubenwasser: 2.010 Milliarden Pfund; Berechnung der Zahlungsströme für 100 Jahre.

SRC-UNECE-AMM

Dokument: UNECE, Leitfaden zu bewährten Verfahren für die wirksame Gewinnung und Nutzung von Methan aus stillgelegten Kohlebergwerken.

URL: <https://unece.org/sites/default/files/2024-01/BPG%20on%20AMM.pdf>

Daten: Methan aus stillgelegten Bergwerken kann über Jahrzehnte freigesetzt werden; die Menge hängt vom verbleibenden Kohle- und Gasvorrat, dem gestörten Gebirge, der Flutung und der Möglichkeit ab, Leckagen zu kontrollieren.

SRC-EPA-AMM

Dokument: US EPA, Methanemissionen aus stillgelegten Kohlebergwerken: Methodik der Emissionsinventur.

URL: https://www.epa.gov/system/files/documents/2022-02/amm_final_report_v2.pdf

Daten: Die Emissionen gehen in den ersten Jahren nach der Stilllegung rasch zurück und flachen danach über Jahrzehnte ab; Schachtgröße, Flutung, Abdichtung, Durchlässigkeit und Wassersättigung sind von Bedeutung.

SRC-IPCC-AR6-GWP

Dokument: IPCC, Sechster Sachstandsbericht, Arbeitsgruppe I, Kapitel 7, Tabelle 7.15.

URL: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/chapter/chapter-7/>

Daten: Für fossiles Methan beträgt das GWP₂₀ 82,5 und das GWP₁₀₀ 29,8. Das quantitative Modell verwendet $\text{GWP}_{100} = 29,8 \text{ t CO}_2\text{e je 1 t CH}_4$.

Einschränkung: Das CO₂-Äquivalent ist eine vergleichende Klimametrik und weder eine CO₂-Masse noch eine direkte Temperaturprognose. Das Ergebnis hängt vom gewählten Zeithorizont ab; für die kurzfristige Wirkung von Methan liegt das GWP₂₀ deutlich höher.

SRC-RU-ENV-REPORT-DRAFT-2024

Dokument: Entwurf des staatlichen Berichts über den Zustand und den Schutz der Umwelt der Russischen Föderation für 2024, Fassung vom 06.11.2025, Tabelle 5,4; Quelle der Tabelle sind Daten des russischen Energieministeriums.

PDF: <https://xn--e1ajfjnk8a.xn--p1ai/wp-content/uploads/Proekt-Gosudarstvennogo-doklada-06.11.2025.pdf>

Daten: Für den Kusbass werden in der gasdynamischen Überwachung stillgelegter Bergwerke 58 Wohngebäude aufgeführt: 14 in Gefahrengeländen und 44 in gefährdeten Gebieten; insgesamt 69 kontrollierte Objekte, 808 Messungen und 42 Proben.

Einschränkung: Es handelt sich um einen Berichtsentwurf und nicht um die von uns gefundene endgültige amtliche Fassung. Die überwachte Stichprobe entspricht nicht der Zahl aller Häuser in der Nähe von Bergwerken, Tagebauen und Halden und darf nicht zur Schätzung der Gesamtzahl umzusiedelnder Familien verwendet werden.

SRC-UK-MINE-WATER-REBOUND

Dokument: Environment Agency, Übersicht über Prognosen zum Wiederanstieg von Grubenwasser.

URL: <https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5a7ccf88ed915d63cc65cfa3/str-w179-e-e.pdf>

Daten: Die Einstellung der Wasserhaltung führt zur Flutung der Grubenbaue; möglich sind Austritte verunreinigten Wassers an die Oberfläche und Strömungen in benachbarte Grundwasserleiter. Der zeitliche Verlauf erfordert ein hydrogeologisches Modell des konkreten Objekts.

SRC-AYUTINSKAYA-13BIS-2021

Dokument: Vergabe Nr. 0173100008321000008 zur Löschung der Halde Nr. 13-bis des Bergwerks Ajutinskaja.

Offizielle Karte: <https://zakupki.gov.ru/epz/order/notice/oku504/view/common-info.html?regNumber=0173100008321000008>

Ersatzkarte: <https://poisktenderov.ru/item/0173100008321000008/>

Daten: Ausgangspreis 190.572.857 Rubel, 2021.

SRC-STROYSERVICE-RECLAMATION-2024

Material: Mitteilung über das erweiterte Rekultivierungsprogramm der AO Stroyservis.

URL: <https://www.interfax-russia.ru/siberia/news/kuzbasskiy-stroyservis-rekultiviruet-eshche-1-2-tys-ga-otrabotannyh-uchastkov-ugledobychi>

Daten: Erste Etappe: mehr als 3,2 Milliarden Rubel und 500 Hektar in drei Jahren; zweite Etappe: etwa 5 Milliarden Rubel und mehr als 1.200 Hektar bis 2028.

Einschränkung: Die Mitteilung beruht auf Unternehmensangaben; die vollständige Zusammensetzung der Kosten und die Kriterien für die Umweltwirkung wurden in der öffentlichen Mitteilung nicht offengelegt.

SRC-ITS-COAL-2024

Dokument: BVT-Merkblatt ITS 17-2024 „Beseitigung von Produktions- und Verbrauchsabfällen“, Abschnitt über Anlagen der Kohleindustrie.

URL: https://meganorm.ru/mega_doc/norm_update_29032025/zaklyuchenie/0/its_17-2024_informatsionno-tekhnicheskij_spravochnik_po.html

Daten: Im GRRORO sind für ganz Russland 312 Halden aus Abraum, Aufbereitungsabfällen und Nebengestein des Kohlebergbaus registriert.

Einschränkung: Die Registerzahl für Russland entspricht weder der Zahl physischer Halden noch gibt sie die Zahl der Objekte im Kusbass oder die Zahl brennender Objekte an.

SRC-PORTOLA-2024

Dokument: Portola, Protasow, Seregin, Untersuchung der Selbstentzündung von Abraumhalden, 2024.

DOI: <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2024-4-140-145>

Daten: 15 Bohrlöcher auf den untersuchten Halden im Kusbass; Temperaturen in 0,5 m Tiefe von 35–433 °C; Messungen von CH₄, CO, SO₂, H₂S und O₂.

Einschränkung: Die Stichprobe und die Zahl der Bohrlöcher bilden keine regionale Erfassung brennender Halden ab.

SRC-WHO-HRAPIE2-2025

Dokument: Regionalbüro der Weltgesundheitsorganisation für Europa. *Gesundheitsrisiken durch Luftverschmutzung in Europa: Projekt HRAPIE-2. Aktualisierte Leitlinien zu Konzentrations-Wirkungs-Funktionen für die Bewertung gesundheitlicher Risiken der Luftverschmutzung in der Europäischen Region der WHO.* 2025.

Offizielle Seite: <https://www.who.int/publications/i/item/9789289062633>

Daten: Abschnitt 3,1 und Abbildung 5 nennen Funktionen des relativen Erkrankungsrisikos je 10 µg/m³ des jährlichen PM_{2,5}-Mittelwerts: Asthma bei Kindern 1,34 (95 %-KI 1,10–1,63), COPD 1,18 (1,13–1,23), akuter Herzinfarkt 1,13 (1,05–1,22), Schlaganfall 1,12 (1,05–1,20), Bluthochdruck 1,16 (1,05–1,30), Lungenkrebs 1,16 (1,10–1,23). Tabelle 2 stellt die Mortalitätsfunktionen gesondert dar.

Einschränkung: Dies sind Funktionen zur Risikobewertung bei einer bekannten Konzentrationsänderung und weder ein Emissionsmodell noch eine PM_{2,5}-Prognose für den Kusbass. Die WHO nennt Alters- und Konzentrationsbereiche für die Anwendbarkeit. Für die Übertragung werden lokale Belastungsdaten, Ausgangsinzidenz, Bevölkerungsdaten und Daten zur Erfassung benötigt.

SRC-WHO-DRINKING-WATER-2026

Dokument: Weltgesundheitsorganisation. *Leitlinien für die Trinkwasserqualität: vierte Ausgabe unter Einbeziehung des ersten, zweiten und dritten Nachtrags.* 2026.

Offizielle Seite: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240121225>

Daten: Die Bewertung chemischer Risiken beruht auf der konkreten Gefahr, der Konzentration, der Wahrscheinlichkeit und Dauer der Belastung sowie dem tatsächlichen Wasserverbrauch; die Empfehlungen sehen ein Risikomanagement vom Einzugsgebiet bis zum Verbraucher und eine unabhängige Kontrolle vor.

Einschränkung: Aus den Leitlinien lässt sich die Zahl der Erkrankungen nicht aus dem Gesamtvolumen von Gruben- oder Industrieabwässern ableiten, solange chemische Zusammensetzung und tatsächliche Belastung der Bevölkerung nicht bekannt sind.

SRC-KUZ-HEALTH-2007

Dokument: Umweltbericht der Oblast Kemerowo für 2007, Abschnitt 5,1 zur öffentlichen Gesundheit.

URL: <https://kuzbasseco.ru/002/5.1.html>

Daten: Der Bericht nennt Veränderungen der erstmals diagnostizierten Erkrankungen des Kreislaufsystems in den Jahren 2003–2007: eine Verdopplung bei Erwachsenen, einen Anstieg um das 1,7-Fache bei Jugendlichen und um 45,9 % bei Kindern.

Einschränkung: Die historischen regionalen Kennzahlen beziehen sich nicht auf das unmittelbare Umfeld von Kiseljowsk, standardisieren die künftigen Szenarien nicht und trennen den Beitrag industrieller Verschmutzung nicht von Alter, Verhalten, Beruf, Diagnostik und anderen Faktoren.

SRC-KISELEVSK-CANCER-2025

Dokument: Regionalprogramm der Oblast Kemerowo – Kusbass „Bekämpfung von Krebserkrankungen“ für 2025–2030.

URL: <https://base.garant.ru/412627749/>

Daten: Es wurden kommunale Kennzahlen zu neu diagnostizierten bösartigen Neubildungen in Kiseljowsk gefunden: 258,4 je 100.000 Einwohner im Jahr 2007, 302,9 im Jahr 2020, 479,2 im Jahr 2023 und 440,8 im Jahr 2024.

Einschränkung: Dies sind sämtliche bösartigen Neubildungen und nicht nur Lungenkrebs; die Zeitreihe weist Lücken auf, ist grob, nicht altersstandardisiert und hängt von Diagnostik und Vollständigkeit der Erfassung ab. Sie dient nicht als Grundlage für ein quantitatives Lungenkrebsmodell.

SRC-KUZ-VPR-CORPUS

Materialien: Zusammengetragener Forschungskorpus „Angeborene Fehlbildungen im Kusbass“, darunter Veröffentlichungen von A. W. Batschina, P. E. Saltykowa und Mitautoren, Arbeiten von O. Guljajewa sowie internationale Studien zu Kohlegebieten.

Öffentlicher Artikel und Liste der Primärquellen: <https://www.nataliazubkova.com/en/work/vpr-kuzbass/>

Lokale Masterdatei: `../vpr-kuzbass/ARTICLE_VPR_KUZBASS_RU_PUBLICATION_V1.0.md`

Daten: amtlich registrierte Diagnosen angeborener Fehlbildungen, Gebietsanalysen, pränatale Ausgänge und Studien zu möglicher Anfälligkeit; internationale positive, Null- und widersprüchliche Ergebnisse.

Einschränkung: Für den Kusbass wurde keine Studie gefunden, die in einer Stichprobe die individuelle Belastung beider Elternteile, die kritischen Schwangerschaftswochen, eine bestimmte Fehlbildung und sämtliche Schwangerschaftsausgänge miteinander verbindet. Der Korpus enthält keine Funktionen für eine prozentuale Prognose angeborener Fehlbildungen in den Szenarien.

SRC-KISELEVSK-AIR-CORPUS

Material: „Der Tag, an dem die Luft gemessen wurde“ – eine Untersuchung amtlicher Antworten und Messungen in Kiseljowsk.

URL: <https://www.nataliazubkova.com/en/work/air/>

Daten: In einer Antwort des Kemerower Zentrums für Hydrometeorologie und Umweltüberwachung vom 22. April 2020 heißt es, dass in Kiseljowsk und seinem Bezirk keine regelmäßigen Beobachtungen der Luftverschmutzung durch das staatliche Messnetz durchgeführt wurden; das Material behandelt Einzelmessungen vom Dezember 2020 und deren Grenzen.

Einschränkung: Einzelmessungen bilden weder den mittleren jährlichen PM_{2,5}-Wert der Bevölkerung noch frühere Schwangerschaften oder die persönliche Dosis nach. Deshalb kalibrieren sie keine quantitative Risikofunktion.