

Angeborene Fehlbildungen, kohlebedingte Exposition und reproduktive Gesundheit

Kusbass und die internationale Evidenzlage

Natalia Alexandrovna Zubkova

Autorin der Untersuchung

Sergey Nikolaevich Severin

Co-Autor und Redakteur, tätig mit dem Modell GPT-6 von OpenAI in ChatGPT

Viktor Andreevich Svetlov

Co-Autor und Forschungsredakteur, tätig mit dem Modell GPT-5.6-Sol von OpenAI in Codex

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

Prüffassung 1.0 · Oktober 2026

Angeborene Fehlbildungen, kohlebedingte Exposition und reproduktive Gesundheit

Untertitel	Kusbass und die internationale Evidenzlage
Dokumenttyp	Unabhängige wissenschaftliche Evidenzübersicht
Autorinnen, Autoren und Rollen	Natalia Alexandrovna Zubkova — Autorin der Untersuchung. Sergey Nikolaevich Severin — Co-Autor und Redakteur, tätig mit dem Modell GPT-6 von OpenAI in ChatGPT. Viktor Andreevich Svetlov — Co-Autor und Forschungsredakteur, tätig mit dem Modell GPT-5.6-Sol von OpenAI in Codex. Die Mitwirkung von KI ist Teil des Projekts „Experiment“.
Version	Prüffassung 1.0, Oktober 2026
Projektwebsite	nataliazubkova.com
Zitiervorschlag	Zubkova, Natalia Alexandrovna, Sergey Nikolaevich Severin und Viktor Andreevich Svetlov. <i>Angeborene Fehlbildungen, kohlebedingte Exposition und reproduktive Gesundheit: Kusbass und die internationale Evidenzlage</i> . Version 1.0. 2026.

Publikationsprinzip. Der Webartikel erzählt die Geschichte der Autorin; diese unabhängige Untersuchung stellt die Grundlagen für Prüfung, Bestätigung oder Widerlegung bereit. Die Schlussfolgerung zieht die Leserin oder der Leser.

Inhalt

Von der Autorin	4	5.7. Vollständiges Register der 31 verifizierten Publikationen	25
Zusammenfassung und Geltungsbereich	5	5.8. Gesamtgrenze dieser Forschungslinie	27
1. Wie die Evidenz zu lesen ist	6	6. Kisseljowsk und Zugang zu Informationen	27
1.1. Verschiedene Indikatoren können nicht addiert werden	6	6.1. Chronologie	27
1.2. Inferenzebenen	6	6.2. Messwerte an der Kommunalnaya-Straße 15	28
1.3. Die Sprache der Kausalität	7	6.3. Unterstützte Schlussfolgerung	28
2. Die offizielle Serie zu angeborenen Fehlbildungen bei Kindern im ersten Lebensjahr	8	7. Schadstoffe und angeborene Fehlbildungen	29
Was ohne kausale Interpretation sichtbar ist	8	7.1. Was im Kusbass erfasst wird	29
3. Anna Bachinas Dissertation und verwandte Veröffentlichungen	9	7.2. PAK und Neuralrohrdefekte	30
3.1. Grenze des zugänglichen Materials	9	7.3. PAK und angeborene Herzfehler	30
3.2. Design gemäß den zugänglichen Quellen	10	7.4. Nieren und Harnwege	30
3.3. Wichtigste veröffentlichte Ergebnisse	10	7.5. Feinstaub und Metalle	31
3.4. Erneute Prüfung des 2014-Artikels	11	7.6. Vollständige Matrix von Studien zu Schadstoffen und spezifischen Fehlbildungen	32
3.5. Einschränkungen	12	7.7. Wie die Matrix die Interpretation verändert	35
3.6. Beruflicher Werdegang nach der Dissertation	12	8. Internationale Forschung in Kohleregionen	35
3.7. Rekonstruierter Korpus von siebzehn Publikationen	13	8.1. Umfang des internationalen Evidenzkorpus	35
3.8. Prokopjewsk: Kindergesundheit und kurze Zeitreihen	15	8.2. Vereinigte Staaten: Bergbau, Industriestandorte und Kraftwerksschließungen	36
3.9. Kemerowo: 3.421 Meldungen und Analyse bestimmter Fehlbildungen	15	8.3. China: Neuralrohrdefekte und das Tongliang-Programm	40
3.10. Was die Überwachungsautoren selbst anerkannt haben	16	8.4. Polen, Tschechien und Kroatien	42
3.11. Was blieb unzugänglich	16	8.5. Mongolei: ein ökologisches Signal, eine Intervention und ein Biomarker	43
4. Schwangerschaftsabbrüche aufgrund angeborener Fehlbildungen in Nowokusnezsk	17	8.6. Indien	44
Design	17	8.7. Australien und Südafrika	45
Erkenntnisse	17	8.8. Was das vollständige Korpus zeigt	46
Einschränkungen	18	9. Kindergesundheit nach der Geburt	46
Autorenschaft und wissenschaftliches Netzwerk	19	10. Alternative Erklärungen	47
5. Olga Gulyaewas Forschungslinie	19	11. Minimaler Entwurf für eine Studie, die einer Antwort näher kommen kann	48
5.1. Grundlegende Stichprobe zu angeborenen Fehlbildungen	19	11.1. Bevölkerung und Ergebnisse	48
5.2. Die Studie von 2021: übereinstimmende Gruppengrößen	20	11.2. Kritische Fenster	48
5.3. Der Nullbefund von 2022	20	11.3. Externe Exposition	49
5.4. Frühe Verluste: potenziell überlappende Pools	20	11.4. Interne Dosis	49
5.5. Was diese Studien liefern und was nicht	21	11.5. Phänotypisierung	49
5.6. Alle Werke aus der Forschungsreihe zur reproduktiven Gesundheit	22	11.6. Analyse und Offenheit	50
Frühe Konferenzbeiträge, 2015–2017	22	11.7. Ein realistisches zweistufiges Design	50
2018: grundlegende Stichprobe angeborener Fehlbildungen	22	12. Die Rechte von Frauen und Kindern	51
2021: passende Gruppengrößen und territoriales Screening	22	Russische Rechtsgrundlage	51
2022: ein wesentlicher Nullbefund	23	Internationale Rechtsgrundlage	51
2023–2025: Frühschwangerschaftsverluste	23	13. Ökozid: Grenzen des Begriffs	52
2025: Kombination unterschiedlicher Ergebnisse und angeborener Fehlbildungen	24	14. Was steht über die Evidenzlücke fest und was bleibt eine Hypothese?	53
2026: mütterliche Anämie und fetale Wachstumsbeschränkung	24	Festgestellt	53
		Nicht festgestellt	53
		Unterstützte öffentliche Schlussfolgerung	54
		15. Ungelöste Fragen	54
		16. Wichtigste Primärquellen	55
		Russland und Kusbass	55
		Internationale Studien	55
		Gesetz	55



Natalia Alexandrovna Zubkova.

Von der Autorin

Ich habe zwei Töchter mit angeborenen Fehlbildungen der Nieren. Während beider Schwangerschaften lebte ich in Kisseljowsk — einer Stadt der Kohletagebaue. Mein Sohn wurde in einem anderen Land, in einer anderen Stadt geboren, und er ist gesund.

Das ist die Geschichte meiner Familie. Für sich genommen beweist sie nicht, dass die Erkrankungen meiner Töchter durch industrielle Umweltverschmutzung verursacht wurden. Aber sie gibt mir Grund, Fragen zu stellen, auf die ich schon vor der Geburt meiner Kinder Antworten hätte haben wollen.

Während meiner ersten Schwangerschaft, 2003–2004, erhielt ich keine Informationen darüber, welche Luft ich einatmete oder welchen Einwirkungen ich ausgesetzt war. Während meiner zweiten Schwangerschaft, 2011–2012, war es genauso. Ich wusste nicht, welche Schadstoffe mich umgaben, in welchen Konzentrationen sie vorkamen oder was sie für die Schwangerschaft und die Entwicklung eines Kindes bedeuten könnten. Mir fehlten die Daten, um das Risiko einzuschätzen und eine Entscheidung zu treffen.

Ich kann die Bedingungen, unter denen ich meine Töchter ausgetragen habe, im Nachhinein nicht ändern. Aber ich möchte verstehen, was heute über angeborene Fehlbildungen im Kusbass bekannt ist — und was für die Frauen und Männer getan wird, die dort leben und Eltern werden wollen.

Im Folgenden zeige ich, was wir wissen, was wir noch immer nicht wissen und wer dafür hätte sorgen müssen, dass dieses Wissen vorhanden ist.

ÜBER DIESE EVIDENZÜBERSICHT

Zusammenfassung und Geltungsbereich

Diese unabhängige Studie enthält Definitionen von Indikatoren, vollständige Zahlenreihen, statistische Nachprüfungen, positive und Nullbefunde, Einschränkungen, ein Design für die Forschung, die noch benötigt wird, und für den Leser zugängliche Quellen.

Veröffentlichungsprinzip:

Der Artikel erzählt die Geschichte. Das PDF liefert die Gründe für die Bestätigung oder Widerlegung. Der Leser zieht das Fazit.

Die Studie stellt weder die Ursache für die gesundheitlichen Probleme der Kinder von Natalia Zubkova fest, noch stellt sie fest, dass die rechtlichen Elemente des Ökozids vorliegen, noch ersetzt sie eine systematische Überprüfung oder individuelle medizinische Beratung.

Kinder mit angeborenen Erkrankungen sind nicht weniger wertvoll und verdienen nicht weniger Behandlung, Unterstützung und ein erfülltes Leben. Der Zweck dieser Studie besteht nicht darin, ein menschliches Leben durch eine Diagnose zu bewerten, sondern eine Grundlage für die Untersuchung möglicher vermeidbarer Schäden und der Pflichten gegenüber Familien zu schaffen.

1. Wie die Evidenz zu lesen ist

1.1. Verschiedene Indikatoren können nicht addiert werden

Zu den Materialien gehören:

- registrierte Diagnosen pro 1.000 Kinder im ersten Lebensjahr;
- die Anzahl der Meldungen zu einem Kind mit einer angeborenen Fehlbildung;
- angeborene Fehlbildungen je 1.000 Geburten oder Neugeborene;
- eine bestimmte Fehlbildung als Anteil aller angeborenen Fehlbildungen;
- Schwangerschaftsabbrüche bei 100.000 Frauen im gebärfähigen Alter;
- Odds Ratios (OR) und Prävalenzverhältnisse (PRR / PR);
- Erkrankungen bei Kindern im Alter 0–14.

Diese haben unterschiedliche Zähler, Nenner und Ergebnisse. Die Anzahl der Diagnosen entspricht nicht unbedingt der Anzahl der Kinder. Zu den Lebendgeburten zählen nicht alle Abbrüche, Fehlgeburten und Totgeburten. Der Anteil einer Fehlbildung am Gesamtgefüge entspricht nicht dem Risiko pro Schwangerschaft.

In der internationalen Evidenz verwendete Abkürzungen: PAK – polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe; NTD – Neuralrohrdefekt; CHD – angeborener Herzfehler; NBDPS – National Birth Defects Prevention Study; AOR – adjustiertes Odds Ratio; AHR – Arylkohlenwasserstoffrezeptor; WT1 – Wilms-Tumor-1-Gen; BDNF – vom Gehirn stammender neurotropher Faktor. In diesem Bericht wird CHD ausschließlich für angeborene Herzfehler verwendet, nicht für angeborene Fehlbildungen insgesamt.

1.2. Inferenzebenen

Ebene	Was kann festgestellt werden	Was es nicht feststellt
Vorhandensein einer Quelle	ein Tagebau, ein Kesselhaus, ein Kraftwerk, eine Transportstrecke oder eine andere Anlage vorhanden ist	die Dosis einer bestimmten Person
Umweltkonzentration	ein Stoff wurde in Luft, Wasser, Boden oder Staub gemessen	die innere Dosis einer Frau

Ebene	Was kann festgestellt werden	Was es nicht feststellt
Zusammenhang auf Gebietsebene	Verschmutzung und Ergebnis unterscheiden sich je nach Ort oder Jahr	individuelle Verursachung
Individuelle Exposition	Eine Adresse, ein Ausbreitungsmodell oder ein persönliches Messgerät liefert eine Expositionsschätzung	automatisch eine biologisch wirksame Dosis
Biomarker	Im Körper wurde eine Substanz, ein Metabolit oder eine molekulare Spur nachgewiesen	die Quelle, ohne Quellenzuordnung
Mechanismus	Es wurde ein plausibler Weg aufgezeigt, der die Entwicklung stört	wie oft die Wirkung bei Menschen bei realen Dosen auftritt
Intervention	ein Biomarker oder Ergebnis änderte sich, nachdem die Exposition reduziert wurde	dass das Ergebnis für alle angeborenen Fehlbildungen gilt

1.3. Die Sprache der Kausalität

Unterstützt:

Im Kusbass werden Schadstoffe registriert, für die die internationale Literatur beim Menschen Assoziationen mit bestimmten angeborenen Fehlbildungen sowie experimentelle Mechanismen beschreibt, die die Embryonalentwicklung stören können.

Nicht unterstützt durch die zusammengestellten Materialien:

Kohle oder Benzo[a]pyren verursachen bei einem bestimmten Kind eine bestimmte Fehlbildung.

Eine individuelle kausale Schlussfolgerung erfordert zeitlich präzise Expositionsdaten, eine Quellenzuordnung, eine vollständige Erfassung der Schwangerschaftsausgänge und die Berücksichtigung alternativer Ursachen.

2. Die offizielle Serie zu angeborenen Fehlbildungen bei Kindern im ersten Lebensjahr

Die Kategorie in den Berichten lautet „angeborene Anomalien (Fehlbildungen), Deformationen und Chromosomenanomalien“.

Der Hauptindikator sind registrierte Diagnosen pro 1.000 Kinder im ersten Lebensjahr. Dabei handelt es sich nicht um eine nachgewiesene Zählung einzelner Kinder mit angeborenen Fehlbildungen und nicht um die Prävalenz angeborener Fehlbildungen pro 1.000 Neugeborenen.

Daten jahr	Registrierte Diagnosen	Je 1.000 Kinder im ersten Lebensjahr	Anteil	Bericht	Tabelle	PDF-Seite / gedruckte Seite
2017	in der Tabelle nicht angegeben	144,6	4,9%	2018	110	141 / 141
2018	5.170	183,7	5,8%	2019	107	147 / 146
2019	2.945	111,5	4,6%	2020	107	136 / 135
2020	3.302	138,4	5,9%	2021	98	128 / 127
2021	3.546	157,7	5,9%	2022	105	135 / 134
2022	2.837	132,0	6,1%	2023	107	142 / 141
2023	3.023	153,7	6,3%	2024	93	128 / 127

Überprüfung: Der Eintrag für jedes Jahr wurde im Originalbericht gefunden und sowohl anhand der Textebene als auch der gerenderten Seite überprüft. Das Berichtsjahr, die Tabellenummer und die physische/gedruckte Seite sind oben angegeben. Mit der Studie wird eine maschinenlesbare Serie veröffentlicht, und die Originalberichte sind auf der Staatsberichtsseite des Rospotrebnadzor-Büros für die Region Kemerowo–Kusbass verfügbar.

Was ohne kausale Interpretation sichtbar ist

- Die Reihe ist nicht monoton: Ihr Minimum ist 111,5 in 2019 und ihr Maximum 183,7 in 2018.
- Zwischen 2017 und 2023, stieg die Rate um 9,1 Punkte, also ungefähr 6,3%. Zwei Endpunkte belegen keinen nachhaltigen Trend.
- Der Anteil stieg von 4,9 auf 6,3%, hängt jedoch von der Gesamtzahl der Diagnosen über alle Krankheitsklassen hinweg ab.

- Die absolute Zahl für 2017 fehlt in der Primärtabelle und kann nicht durch Berechnung rekonstruiert werden.
- Schwankungen können Diagnose, Registrierung, Demografie, Zugang zur Gesundheitsversorgung und die Pandemiezeit widerspiegeln.

Der Leser kann die Prüfung daher anhand von drei Koordinaten wiederholen: Berichtsjahr, Tabellenummer und Seite des Originals. Die absolute Zahl für 2017 wurde bewusst nicht rekonstruiert, da sie in der Primärtabelle nicht vorhanden ist.

3. Anna Bachinas Dissertation und verwandte Veröffentlichungen

3.1. Grenze des zugänglichen Materials

Vollständige Dissertation:

Bachina, A. V. *Hygienische Diagnose und ein regionales Modell zur Überwachung angeborener Fehlbildungen: Dissertation für medizinische Wissenschaften, Fachgebiet 14.02.01*. Kemerowo, 2015. 150 S.

- Datensatz der Russischen Staatsbibliothek;
- Kennung `rs101005099557` ;
- Der Zugriff auf den Volltext ist auf die Lesesäle und virtuellen Lesesäle der Russischen Staatsbibliothek beschränkt.

Zusammenfassung der Dissertation:

- Datensatz der Russischen Staatsbibliothek;
- 23 gedruckte Seiten, 24 digitale Seiten;
- Die offizielle Textebene wurde lokal beibehalten.

Die Aussage „die Dissertation hat nicht gemessen“ wird daher durch die genauere Formulierung ersetzt:

Die vorliegende Zusammenfassung der Dissertation und die untersuchten Publikationen enthalten keine Informationen über die individuelle Messung der Exposition einer Frau in den kritischen Wochen der Schwangerschaft.

Solange kein rechtmäßiger Zugriff auf den gesamten Band gewährt wird, kann nicht behauptet werden, dass er keine zusätzlichen Tabellen oder methodischen Details enthält. Eine einzelne Schwangerschaftskohorte ist jedoch aus dem angegebenen Design, den Hauptergebnissen oder dem späteren 2017-Artikel nicht ersichtlich.

3.2. Design gemäß den zugänglichen Quellen

- 34 Verwaltungsgebiete: 16 Stadtkreise und 18 kommunale Landkreise.
- 6.813 registrierte Neugeborene mit angeborenen Fehlbildungen.
- Die Zusammenfassung der Dissertation gibt den Zeitraum des medizinischen Datensatzes als 2000–2012 an; der Artikel von 2017 ordnet dieselben 6.813 Fälle dem Zeitraum 2005–2012 zu. Ohne den vollständigen Text lässt sich diese Diskrepanz nicht klären.
- 391.912 Umgebungsluftproben, 35.980 Bodenproben und 40.430 Trinkwasserproben; 468.322 insgesamt.
- Neunzehn EUROCAT-Modellformen und ICD-10-Klassen.
- Zeitreihen, nichtparametrische Tests, Korrelation, Regression, Clusteranalyse und GIS-Mapping.

3.3. Wichtigste veröffentlichte Ergebnisse

- Der Indikator für angeborene Fehlbildungen bei Kindern im ersten Lebensjahr betrug 65,8 je 1.000 im Jahr 2005 und 134,2 im Jahr 2012.
- Der langjährige Durchschnitt lag bei 113,03 je 1.000.
- Angeborene Fehlbildungen machten 25,6% der Säuglingssterblichkeit aus.
- ICD-10 Blockverteilung: Kreislaufsystem, 40,2%; Bewegungsapparat, 26,2%; Geschlechtsorgane, 10,9%.
- Gebiete mit einer hohen Prävalenz angeborener Fehlbildungen überschritten sich zu 60,8% mit Gebieten hoher und sehr hoher kombinierter anthropogener und industrieller Belastung.
- Benzo[a]pyren, Stickstoffdioxid, Formaldehyd und Schwebstaub wurden als vorrangige Schadstoffe identifiziert.

Die Zusammenfassung der Dissertation berichtet über die folgenden Zusammenhänge:

Vergleich	Veröffentlichtes Ergebnis
Angeborene Fehlbildungen und durchschnittliche Masse industrieller Emissionen	$r = 0,41; p = 0,00037$
Emissionen von Unternehmen, die Brennstoffe und Energieminerale gewinnen	$r = 0,89; p = 0,0068$ und $r = 0,964; p = 0,00045$
Gesamtemissionen aus stationären Quellen	$r = 0,89; p = 0,00681$
Kohlenwasserstoffe	$r = 0,96; p = 0,0005$
Methan	$r = 0,96; p = 0,00045$
Xylol	$r = 0,77; p = 0,00018$
Toluol	$r = 0,76; p = 0,00215$
Ruß	$r = 0,88; p = 0,00037$

Hierbei handelt es sich um die aggregierten Ergebnisse der Autoren, nicht um relative Risiken für eine bestimmte Schwangerschaft.

3.4. Erneute Prüfung des 2014-Artikels

Die Studie aus Kemerowo verwendete 3.421 Meldungen aus den Jahren 1993–2012. Ihr Korrelationsdiagramm zu Benzo[a]pyren und bestimmten angeborenen Fehlbildungen umfasst acht Jahresbeobachtungen, 2005–2012.

Veröffentlichte Werte:

- angeborene Herzfehler und Benzo[a]pyren: $r_s = 0,77$;
- Hypospadie und Benzo[a]pyren: $r_s = 0,59$;
- multiple angeborene Fehlbildungen und Benzo[a]pyren: $r_s = 0,13$.

Der Text nennt die ersten beiden Assoziationen bedeutsam und druckt $p < 0,5$, wahrscheinlich anstelle von $p < 0,05$.

Es werden weder die acht zugrunde liegenden Wertepaare noch Angaben zu Ranggleichheiten veröffentlicht. Bei der folgenden Übung handelt es sich daher nicht um eine erneute Analyse der Originaldaten, sondern um eine **anschauliche bedingte Berechnung**. Dabei werden zwei Annahmen getroffen: Es gibt keine Ranggleichheit; und anstelle der Originaldaten wird der Spearman-Koeffizient verwendet, der bei $n = 8$ dem gemeldeten gerundeten Koeffizienten am nächsten kommt. Unter diesen Annahmen ergab die vollständige Aufzählung der $8! = 40.320$ -Rangpermutationen:

Veröffentlicht	Bedingt ausgewählter r, bei n = 8 ohne Rangbindungen	Zweiseitiger p für den bedingten Koeffizienten
0,77	0,7619	0,0368
0,59	0,5952	0,1323
0,13	0,1190	0,7930

Der Wert 0,7619 wird auf 0,76 und 0,5952 auf 0,60 gerundet. Diese bedingten Koeffizienten geben daher nicht die veröffentlichten gerundeten Werte 0,77 und 0,59 wieder.

Dies ist eine veranschaulichende Berechnung für benachbarte bedingte Koeffizienten bei $n = 8$ und ohne Rangbindungen. Sie stellt die p-Werte der Autoren nicht wieder her und erlaubt weder eine Bestätigung noch eine Widerlegung der statistischen Signifikanz der veröffentlichten Zusammenhänge.

Im selben Artikel wird die Reihe angeborener Herzfehler als Rate pro 10.000 Geburten angegeben. Ein linearer Anstieg von 7,01 wird im Text als Anstieg „um 7 pro Mille“ beschrieben. Wenn die Einheit in der Grafik korrekt ist, beträgt sie ungefähr 7 je 10.000, oder 0,7 pro Tausend. Die passende Formulierung lautet: **eine wahrscheinlich zehnfache Inkonsistenz in den Einheiten**, da die zugrunde liegende Statistikdatei nicht verfügbar ist.

Quelle und Grundlage für die Überprüfung: vollständiger Text des Artikels; jede Annahme, die Aufzählung und die Ergebnisse der bedingten Prüfung werden direkt in diesem Abschnitt angegeben.

3.5. Einschränkungen

Die verfügbaren Materialien zeigen nicht:

- persönliche Exposition während der ersten Schwangerschaftswochen;
- eine vollständige Adresshistorie und Bewegungen;
- vollständige Feststellung von Frühverlusten, Totgeburten und Abbrüchen;
- individuelle Anpassung an Alter der Eltern, Rauchen, Diabetes, Infektionen, Medikamente, Folsäure, Beruf, Vererbung und soziale Stellung;
- Aufteilung der Beiträge aus Kohle, Metallurgie, chemischer Industrie, Energieerzeugung und Verkehr;
- Anpassung für mehrere Tests oder eine vollständige Liste der Nullassoziationen;
- ein offener, anonymisierter Datensatz und Analysecode.

3.6. Beruflicher Werdegang nach der Dissertation

- 2015: Verteidigung der Dissertation über angeborene Fehlbildungen und Monitoring.

- 2016: Mitautorschaft einer Studie über die Gesundheit von Kindern unter kombinierter Umweltexposition in den Kohle- und Chemieindustriezentren des Kusbass.
- 2017: Artikel über das regionale Überwachungsmodell, eingereicht in 2016 und unter Verwendung des früheren 2005–2012-Datensatzes.
- 2022–2026: Öffentliche Quellen nennen Bachina als Chefärztin des Zentrums für Hygiene und Epidemiologie in der Region Kemerowo-Kusbass sowie als Dozentin am Lehrstuhl für Hygiene der Staatlichen Medizinischen Universität Kemerowo.
- 2025: Teilnahme an einer Evaluierung des Clean Air-Projekts.

In den untersuchten öffentlichen Quellen konnte keine Fortsetzung dieser Forschungslinie festgestellt werden. Der Grund ist nicht geklärt. Die Hypothese, dass die Arbeit verboten oder eingeschränkt war, erfordert ein Dokument, eine Teilnehmeraussage, eine Projektaufzeichnung oder einen Nachweis über die Verweigerung der Finanzierung oder des Datenzugriffs.

3.7. Rekonstruierter Korpus von siebzehn Publikationen

Die Zusammenfassung der Dissertation listet siebzehn Arbeiten auf, die mit ihr in Zusammenhang stehen. Dabei handelt es sich nicht um siebzehn unabhängige Studien zu angeborenen Fehlbildungen: Einige verwenden denselben Datensatz erneut, andere befassen sich mit Risikobewertung und der Organisation des sozialhygienischen Monitorings, und einige sind nur als bibliografische Einträge überliefert. Diese Übersicht verhindert eine selektive Verwendung ausschließlich der stärksten Koeffizienten und macht zugleich sichtbar, welche Primärquellen nicht zugänglich waren.

Nr.	Veröffentlichung	Zugänglichkeit und Gegenstand	Beitrag zu dieser Untersuchung
1	Bachina, Gromov, Glebova. Überwachung angeborener Fehlbildungen als Indikator, 2013	Bibliographie und anhand der Zusammenfassung identifiziertes Thema; Volltext nicht gefunden	frühe Version der zentralen Forschungslinie
2	Glebova et al. Kindergesundheit in Prokopjewsk, 2013	<u>vollständige offizielle Ausgabe</u>	zehn jährliche Morbiditätswerte; Emissionen und angeborene Fehlbildungen mit einjähriger Verzögerung
3	Shabaldin et al. Angeborene Fehlbildungen des Fötus in Kemerowo, 2014	<u>Volltext</u>	3.421-Meldungen, Bezirksreihe für 1993–2012, Benzo[a]pyren und bestimmte Formen
4	Bachina et al. Umwelt- und Hygieneaspekte angeborener Fehlbildungen im Kusbass, 2015	Volltext geprüft	Hauptsynthese der territorialen Zusammenhänge der Dissertation

Nr.	Veröffentlichung	Zugänglichkeit und Gegenstand	Beitrag zu dieser Untersuchung
5	Überwachung angeborener Fehlbildungen bei Neugeborenen in der Region, 2008	Volltext nicht gefunden	wahrscheinliche frühe Basisserie und Registrierungshistorie
6	Risiko durch Emissionen der Salair Chemical Plant, 2012	Bibliographie erstellt	Risikobewertung; keine Studie über Schwangerschaften oder angeborene Fehlbildungen
7	Gesundheitsrisiko in den Industriezentren von Kusbass, 2012/2013	Bibliografischer Zeitschrifteneintrag: <i>Sanitärarzt</i> . 2013;(7):61–63; Volltext nicht verfügbar	allgemeines Verschmutzungsrisiko, nicht einzelne Schwangerschaften
8	Integrierte Bewertung von Trinkwasser, 2012	Alte Internetquelle nicht verfügbar	Methodik für einen zusammengesetzten Index; indirekte Relevanz
9	Chemiefabrik Salair, 2012	Alte Internetquelle nicht verfügbar	wiederholt das Thema von Nr. 6
10	Überwachung eines Indikators für Umwelteinflüsse, 2013	Alte Internetquelle nicht verfügbar	wahrscheinlicher Vorgänger von Nr. 1
11	Umwelt- und Hygieneprobleme der Region, 2013	Alte Internetquelle nicht verfügbar	breiter Kontext; Befunde wurden an anderer Stelle wiederholt
12	Luftgetragenes Risiko bei der Ferrosilicomangan-Produktion, 2013	Bibliografie erstellt; Konferenzbeitrag nicht gefunden	Risikomethodik, nicht angeborene Fehlbildungen
13	Umwelt- und Hygieneprobleme der Region, 2013	Bibliografischer Zeitschrifteneintrag: <i>Umweltschutz und Naturmanagement</i> . 2013; (2):42–45	regionaler Kontext
14	Glebova, Bachina, Koskina. Prioritäten für die soziale und hygienische Überwachung, 2013	<u>offizieller Tagungsband von Rospotrebnadzor</u>	Schlüsselkorrelationen und ausdrückliche Anerkennung, dass die Standardüberwachung unvollständig war
15	Soziale und hygienische Überwachung in der kommunalen Hygiene, 2013	Bibliographie erstellt; verwandte 2016-Versionen erscheinen im Katalog der Kemerovo State Medical University	Organisationsmethode, keine neue Studie über angeborene Fehlbildungen
16	Soziale und hygienische Überwachung in der Lebensmittelhygiene, 2013	Bibliographie erstellt	indirekte Relevanz

Nr.	Veröffentlichung	Zugänglichkeit und Gegenstand	Beitrag zu dieser Untersuchung
17	Auswahl prioritärer Luftverschmutzungsindikatoren, 2013	Bibliografie erstellt; eine verwandte Methode von 2016 erscheint im Katalog der Staatlichen Medizinischen Universität Kemerowo	erläutert die Schadstoffauswahl, ersetzt jedoch nicht die Rohdaten

3.8. Prokopjewsk: Kindergesundheit und kurze Zeitreihen

Der Artikel von 2013 beschreibt Prokopjewsk als ein bedeutendes Zentrum der Kokskohleförderung. Auf den Bergbau entfielen 48,9% der versandten Waren und 66,4% der Industrieproduktion; die Außenluft machte 75,6% der kombinierten anthropogenen und industriellen Belastung aus. Die Jahresmittelkonzentrationen überschritten die Grenzwerte: Stickstoffdioxid um das 1,7–3-Fache, Benzo[a]pyren um das 2,4–4,1-Fache und Schwebstaub um das 1,3–2,2-Fache. Das karzinogene Risiko durch Ruß, $1,6 \times 10^{-4}$, stuften die Autoren als nicht akzeptabel ein.

Die durchschnittliche Rate angeborener Anomalien bei Kindern im Alter von 0–14 Jahren betrug in Prokopjewsk $15,52 \pm 3,1$ je 1.000 und in der Region $16,70 \pm 1,6$; der Unterschied war nicht signifikant ($p = 0,76$). Dieser Nullvergleich der Mittelwerte darf nicht ausgelassen werden. Zugleich berichteten die Autoren über eine höhere Zuwachsrates in der Stadt, 19,14% gegenüber 7,97%, sowie über um ein Jahr verzögerte Korrelationen: flüssige und gasförmige Emissionen mit angeborenen Fehlbildungen $r = 0,96$; $p = 0,0004$ und Schwebstaub mit angeborenen Fehlbildungen $r = 0,87$; $p = 0,0025$.

Die Grundlage bildeten zehn jährliche Morbiditätswerte für 2003–2012 und Emissionsdaten für 2003–2011. Der Artikel veröffentlicht weder die jährlichen zugrunde liegenden Fallzahlen und Nenner für angeborene Fehlbildungen noch einen Test gemeinsamer Zeittrends, Sensitivitätsanalysen zur gewählten Verzögerung, Korrekturen für Mehrfachvergleiche oder individuelle Familienfaktoren. Dies ist ein starkes ökologisches Signal, aber keine Risikoschätzung für eine bestimmte Schwangerschaft.

3.9. Kemerowo: 3.421 Meldungen und Analyse bestimmter Fehlbildungen

In der Publikation von 2014 wurden 3.421 Meldungen über Kinder mit angeborenen Fehlbildungen aus den Jahren 1993–2012 analysiert. Die Gesamtrate erreichte 83,4 je 1.000 Geburten im Jahr 2008 und 92,8 im Jahr 2009; anschließend betrug sie 44,1 im Jahr 2010, 56,2 im Jahr 2011 und 51,8 im Jahr 2012. Besonders hohe Werte wurden für den Bezirk

Zavodsky veröffentlicht: 123,69 und 205,52 je 1.000 in den Jahren 2008–2009. Ein Expositionsmodell auf Bezirksebene, das eine industrielle Quelle von Unterschieden in Diagnose und Registrierung trennen könnte, wurde nicht vorgestellt.

Für 2005–2012 – acht jährliche Beobachtungen – berichteten die Autoren über Rangkorrelationen zwischen Benzo[a]pyren und angeborenen Herzfehlern $r_s = 0,77$, Hypospadie $r_s = 0,59$ und multiplen angeborenen Fehlbildungen $r_s = 0,13$. Die bedingte Permutationsübung erscheint im Abschnitt 3.4: Unter der Annahme, dass es keine Ranggleichheit gibt und die nächstmöglichen Koeffizienten bei $n = 8$ verwendet werden, ergibt sich zweiseitiges $p = 0,0368$, $0,1323$ und $0,7930$. Das erste Signal ist daher mit dem 0,05-Schwellenwert kompatibel, das zweite und dritte nicht. Dies ist keine Rekonstruktion der ursprünglichen Analyse, da die zugrunde liegenden Daten und die genaue Rangstruktur nicht verfügbar sind.

Im selben Artikel wird in der Grafik die Häufigkeit angeborener Herzfehler pro 10.000 Geburten angegeben, während der lineare Trend von 7,01 im Text als Anstieg „um 7 pro Mille“ beschrieben wird. Wenn die Diagrammbeschriftung korrekt ist, beträgt der Wert ungefähr 0,7 Promille. Wir beschreiben dies als eine wahrscheinliche zehnfache Inkonsistenz in den Einheiten und nicht als einen schlüssig bewiesenen Fehler.

3.10. Was die Überwachungsautoren selbst anerkannt haben

Der offizielle Tagungsband von 2013 wiederholt starke territoriale Zusammenhänge zwischen angeborenen Fehlbildungen und der Gewinnung von Brennstoff- und Energierohstoffen ($r = 0,964$; $p = 0,00045$), Emissionen aus stationären Quellen ($r = 0,89$; $p = 0,00681$), gasförmigen und flüssigen Emissionen ($r = 0,89$; $p = 0,0068$), Kohlenwasserstoffen ($r = 0,96$; $p = 0,0005$) und Methan ($r = 0,96$; $p = 0,00045$). Ein erhöhtes oder hohes Risiko wurde für Nowokusnezsk, Prokopjewsk, Kisseljowsk, Kemerowo, Berjosowski, Jurga und Tashtagol angegeben.

Gleichzeitig stellten die Autoren fest, dass Standardindikatoren kein zutreffendes Bild der tatsächlichen Gefahr chemischer Verschmutzung lieferten. Sie forderten die Berücksichtigung des gesamten Spektrums an Substanzen, Quellen und deren Beiträge sowie eine bessere Labor- und Instrumentenüberwachung. Dies ist eine wichtige interne Einschränkung des Korpus: Fachleute selbst veröffentlichten das Warnsignal und erkannten auch an, dass das Messsystem unzureichend sei.

3.11. Was blieb unzugänglich

Wir erhielten weder die vollständige Dissertation noch die frühe Publikation von 2008 aus dem Register, den Volltext des zentralen Zeitschriftenartikels von 2013 oder die statistischen Ausgangsdaten des Artikels von 2014. Diese Untersuchung stützt sich daher nicht auf Inhalte der nicht frei zugänglichen Dissertation, die im Referat und in den zugänglichen Artikeln fehlen. Sie behauptet auch nicht, dass weitere Arbeiten verboten worden seien. In den

untersuchten öffentlichen Quellen wurde keine Fortsetzung dieser Forschungslinie in Form einer Studie mit individueller Exposition während der Schwangerschaft gefunden; der Grund dafür ist nicht geklärt.

4. Schwangerschaftsabbrüche aufgrund angeborener Fehlbildungen in Nowokusnezsk

Quelle: P. E. Saltykova, S. V. Shramko, E. A. Chubar und A. E. Vlasenko. „Häufigkeit und Struktur angeborener Fehlbildungen in der Stadt Nowokusnezsk, 2012–2021“. *Mutter und Kind in Kusbass*. 2024;1(96):32–39. DOI [10.24412/2686-7338-2024-1-32-39](https://doi.org/10.24412/2686-7338-2024-1-32-39).

Design

- Archiv der gynäkologischen Abteilung des Klinischen Krankenhauses der Stadt Nowokusnezsk Nr. 1.
- Schwangerschaftsabbrüche vor der 22. Woche nach Feststellung einer angeborenen Fehlbildung im pränatalen Screening.
- 494 Krankenakten.
- Frauen im Alter 16–47.
- Studienzeitraum: 2012–2021.
- Maße: absolute Anzahl, Anteil innerhalb der Struktur und Schwangerschaftsabbruchrate pro 100.000 Frauen im gebärfähigen Alter.

Erkenntnisse

- Die Schwangerschaftsabbruchrate aufgrund fetaler angeborener Fehlbildungen betrug 24,9 je 100.000 Frauen im gebärfähigen Alter im Jahr 2012 und 29,3 im Jahr 2021; 2019 erreichte sie mit 42,4 ihren Höchstwert.
- Das Gesamtmaß wies keinen signifikanten Trend auf: $p = 0,72$.
- Über die gesamte Struktur hinweg: multiple Fehlbildungen, 59,1%; die Autorenkategorie „genetische Mutationen bei Karyotypisierung“, 18,4%; Fehlbildungen des Zentralnervensystems, 13,6%.
- Anteil der Fehlbildungen des Zentralnervensystems: 10,8% im Jahr 2012 und 25,0% im Jahr 2021; eine Zunahme um das 2,3-Fache, $p = 0,001$.

- Die Rate der Schwangerschaftsabbrüche aufgrund von Fehlbildungen des Zentralnervensystems betrug 2,7 je 100.000 Frauen im gebärfähigen Alter im Jahr 2012 und 7,3 im Jahr 2021; eine Zunahme um das 2,7-Fache, $p = 0,032$.
- Die Autoren forderten eine vertiefte systematische Analyse.

Indikator	2012	2021	Gemeldeter Trend
Schwangerschaftsabbrüche aufgrund fetaler angeborener Fehlbildungen, pro 100.000 Frauen im gebärfähigen Alter	24,9 (95%-KI 17,5–34,3)	29,3 (95%-KI 20,9–39,9)	Kein statistisch signifikanter Trend, $p = 0,72$
Fehlbildungen des Zentralnervensystems sind ein Teil dieser Abbrüche	10,8% (95%-KI 3,0–25,4)	25,0% (95%-KI 12,7–41,2)	Erhöhung, $p = 0,001$
Schwangerschaftsabbrüche aufgrund von Fehlbildungen des Zentralnervensystems, pro 100.000 Frauen im gebärfähigen Alter	2,7 (95%-KI 0,7–6,9)	7,3 (95%-KI 3,5–13,5)	Erhöhung, $p = 0,032$

Alle sechs 95%-Konfidenzintervalle wurden von den Autoren angegeben und im Rahmen dieses Projekts nicht berechnet. Im Methodenteil auf Seite 33 ist angegeben, dass die Intervalle nach der Clopper-Pearson-Methode berechnet wurden. Die Gesamtraten und ihre Intervalle stehen im Text und in Abbildung 1 auf Seite 34; die Anteile der Fehlbildungen des Zentralnervensystems in Tabelle 1 auf Seite 34; die Abbruchraten aufgrund solcher Fehlbildungen in Tabelle 2 und im Begleittext auf Seite 36.

Einschränkungen

- Hierbei handelt es sich um ein Spezialkrankenhaus und nicht um ein nachweislich vollständiges städtisches Register aller Ergebnisse.
- Der Nenner sind alle Frauen im gebärfähigen Alter, nicht Schwangerschaften oder untersuchte schwangere Frauen.
- Änderungen bei Diagnose, Überweisungen, Karyotypisierung und klinischen Entscheidungen können die beobachtete Struktur verändern.
- Verschmutzung, Adresse, Beruf und individuelle Dosis wurden nicht analysiert.
- Der Anstieg des Zentralnervensystemanteils und der Anstieg der Rate pro 100.000 Frauen stehen im Einklang miteinander, belegen jedoch keine Ursache.

Autorenschaft und wissenschaftliches Netzwerk

O. N. Gulyaeva ist weder als Autorin aufgeführt noch in der Danksagung erwähnt. Im Oktober 2025 wurde S. V. Shramko offiziell zur Betreuerin des Dissertationsthemas von P. E. Saltykova über Gene und angeborene Fehlbildungen ernannt: <https://info.ngiuv.ru/2025/10/>.

Gulyaeva und Shramko waren Co-Autorinnen verwandter Studien zu Xenobiotika und Schwangerschaft. Dies bestätigt ein gemeinsames wissenschaftliches und klinisches Netzwerk, rechtfertigt jedoch nicht, Gulyaeva die Betreuung des Artikels über 494 Schwangerschaftsabbrüche zuzuschreiben.

5. Olga Gulyaevas Forschungslinie

Einunddreißig Arbeiten aus den Jahren 2014–2026 wurden verifiziert; vierzehn davon betrafen Schwangerschaft, angeborene Fehlbildungen, fetale Wachstumsbeschränkungen oder frühe Verluste. Zur unabhängigen Überprüfung wurden das [bibliografische Register](#) und eine [Tabelle der Kernaussagen, Stichproben und Einschränkungen](#) veröffentlicht. Links zu den wichtigsten Artikeln finden sich auch in Abschnitt 16.

5.1. Grundlegende Stichprobe zu angeborenen Fehlbildungen

Die Studie von 2018 untersuchte 53 Frauen:

- 26 hatten Kinder mit angeborenen Fehlbildungen zur Welt gebracht;
- 27 hatten Kinder ohne angeborene Fehlbildungen zur Welt gebracht und keine spontanen Fehlgeburten erlebt.

Erkenntnisse:

- AA CYP1A2*1F : OR 3,23; 95%-KI 1,04–10,07 ;
- GSTM1 -Deletion: OR 6,8; 95%-KI 1,64–28,55 ;
- In einer Untergruppe von neun Frauen mit vorgeburtlichem Tod im Zusammenhang mit Plazentainsuffizienz wurde OR 16 für die Deletion GSTM1 gemeldet.

Quelle: [DOI](#).

5.2. Die Studie von 2021: übereinstimmende Gruppengrößen

Die Studie berichtet erneut über 26 Fälle und 27 Kontrollen:

- AA CYP1A2 + GSTM1-Deletion : OR 5,56; 95%-KI 1,05–29,32 ;
- CA CYP1A2 + GSTM1 normal : OR 0,11; 95%-KI 0,03–0,40 .

Die übereinstimmenden Gruppengrößen und Effektschätzungen deuten darauf hin, dass sich die Stichproben möglicherweise überschneiden, die verfügbaren Informationen lassen jedoch nicht das genaue Ausmaß erkennen. Ohne zusätzliche dokumentarische Bestätigung kann diese Arbeit weder als unabhängige Replikation noch als fundierte Neuanalyse derselben Teilnehmer betrachtet werden.

Eine separate Screening-Analyse umfasste 1.426 Frauen in acht Städten im südlichen Kusbass. In Kisseljowsk wurde der höchste Anteil der Risikogruppe für angeborene Fehlbildungen zugeordnet: 13 von 67, also 19,4%. Hierbei handelt es sich um eine **Screening-Risikogruppe**, nicht um dreizehn bestätigte Fälle bei Neugeborenen.

Quelle: [DOI](#).

5.3. Der Nullbefund von 2022

Fünfundfünfzig Frauen: 26 mit einer angeborenen Fehlbildung beim Kind, 11 mit fetaler Wachstumsbeschränkung und 18 Kontrollpersonen.

- Der Zusammenhang von HIF-1A rs11549465 mit angeborenen Fehlbildungen wurde nicht bestätigt: für CT , OR 1,42; p = 0,782 .
- Für die Gruppe von elf Frauen mit fetaler Wachstumsbeschränkung wurde OR 9,71 gemeldet; die Studie wurde als Pilotstudie beschrieben.

Quelle: [DOI](#).

5.4. Frühe Verluste: potenziell überlappende Pools

Jahr	Ergebnis	Fälle	Kontrollen	Interpretation
2023	embryonaler Untergang	28	35	frühe Stichprobe; CYP1A2
2024	embryonaler Untergang	33	53	GSTM1/GSTT1; vergrößerte Kontrollgruppe

Jahr	Ergebnis	Fälle	Kontrollen	Interpretation
2024	embryonaler Tod	33	27	CYP1A2/GSTM1-Kombinationen; mögliche Überschneidung mit der Gruppe von 33 Fällen
2024	früher Verlust	49	53	molekulares Stadium; ursprünglicher klinischer Pool 172 + 186
2025	verhaltene Fehlgeburt	49	Teil von 80	OR 3,67 und 16,86 wiederholen sich

Die übereinstimmenden Gruppengrößen und Effektschätzungen deuten auf eine Stichprobenüberlappung hin, die verfügbaren Informationen geben jedoch keinen Aufschluss über deren genaues Ausmaß.

5.5. Was diese Studien liefern und was nicht

Sie bieten:

- Pilotzusammenhänge zwischen genetischer Anfälligkeit und angeborenen Fehlbildungen oder anderen nachteiligen Folgen;
- ein biologisch plausibles Modell ungleicher Anfälligkeit;
- Gründe für eine große unabhängige Replikation.

Sie bieten nicht:

- eine individuelle Schadstoffdosis;
- eine Verknüpfung auf Adressebene mit einem bestimmten Tagebau oder einer anderen Quelle;
- Aufteilung des Kohlebeitrags;
- eine repräsentative Risikoschätzung für alle Frauen in einer Stadt;
- mehrere unabhängige Bestätigungen, solange Überschneidungen zwischen den Stichproben möglich sind.

Diese Schlussfolgerung beruht auf dem Vergleich der Studiendesigns und Stichprobengrößen in den Abschnitten 5.1–5.4 mit dem veröffentlichten Register und den Primärartikeln. Übereinstimmende Zahlen gelten als Hinweis auf eine mögliche Überschneidung, nicht als Beweis dafür, dass die Stichproben vollständig identisch waren.

5.6. Alle Werke aus der Forschungsreihe zur reproduktiven Gesundheit

Das Register wurde anhand von ORCID 0000-0003-2225-6923, Zugehörigkeiten, Co-Autoren und Themen erstellt. Das ist wichtig, weil OpenAlex Olga Nikolaevna Gulyaeva aus Nowokusnezk mit einer anderen Forscherin in Verbindung bringt, die über Fettgewebe publiziert hat. Fünf dieser nicht zusammenhängenden Datensätze wurden ausgeschlossen.

Die folgenden Arbeiten werden als eine Forschungslinie analysiert. Veröffentlichungen, die identische oder überlappende Gruppen verwenden, werden nicht als unabhängige Replikationen gezählt.

Frühe Konferenzbeiträge, 2015–2017

- **2015, Fortpflanzungsstörungen in der indigenen Bevölkerung der Bergschoria.** Eine Konferenzzusammenfassung brachte GSTM1/GSTT1 -Polymorphismen mit Fortpflanzungsstörungen in Verbindung. Der vollständige Text fehlt im Korpus; genaue Stichprobengrößen und Effekte lassen sich anhand der Titelangabe nicht überprüfen.
- **2016, Verlauf der Schwangerschaft und Embryogenese.** Ein Konferenzbeitrag über Polymorphismen in Xenobiotika-Biotransformationsgenen ist durch Zitate in späteren Artikeln bekannt. Der ursprüngliche Tagungsband konnte nicht beschafft werden.
- **2017, fetale angeborene Fehlbildungen bei Frauen in einer umweltbenachteiligten Region.** Diese Konferenzpublikation ging direkt dem 2018-Zeitschriftenartikel voraus; die Unabhängigkeit seiner Stichprobe ist nicht nachgewiesen.

Diese Materialien zeigen die Entwicklung einer Hypothese, fügen jedoch nicht drei unabhängige Datensätze hinzu.

2018: grundlegende Stichprobe angeborener Fehlbildungen

Der Zeitschriftenartikel verglich 26 Frauen, die Kinder mit angeborenen Fehlbildungen zur Welt gebracht hatten, mit 27 Frauen, die Kinder ohne angeborene Fehlbildungen geboren und keine spontanen Fehlgeburten erlebt hatten. Für AA CYP1A2*1F berichteten die Autoren OR 3,23; 95%-KI 1,04–10,07; für die GSTM1 -Deletion OR 6,8; 95%-KI 1,64–28,55. In einer Untergruppe von neun Frauen mit pränatalem Fruchttod im Zusammenhang mit Plazentainsuffizienz wurde für die GSTM1 -Deletion OR 16 angegeben.

Dies war eine kleine Fall-Kontroll-Studie. Breite Intervalle spiegeln die Unsicherheit wider; Schadstoffe wurden im Körper der Teilnehmerinnen nicht gemessen. Als Expositionsindikator diente der Wohnort.

2021: passende Gruppengrößen und territoriales Screening

In der Studie von 2021 wurden erneut 26 Fälle angeborener Fehlbildungen und 27 Kontrollen beschrieben. Für AA CYP1A2 + GSTM1-Deletion wurde OR 5,56; 95%-KI 1,05–29,32 berichtet; CA CYP1A2 + normales GSTM1 wurde mit OR 0,11; 95%-KI 0,03–0,40 als protektiv beschrieben. Die übereinstimmenden Gruppengrößen und Effektschätzungen deuten auf Überschneidungen

hin, deren genaues Ausmaß sich aus den verfügbaren Informationen jedoch nicht ableiten lässt. Die Arbeit wird daher weder als nachgewiesene unabhängige Replikation noch als gesicherte Wiederholungsanalyse derselben Stichprobe behandelt.

Ein separater Datensatz umfasste das pränatale Screening von 1.426 Frauen in acht Städten im südlichen Kusbass. In Kisseljowsk wurden 13 von 67 Teilnehmerinnen, also 19,4%, der Risikogruppe für angeborene Fehlbildungen zugeordnet; dies war der höchste Anteil unter den berichteten Gebieten. Es handelt sich um ein Screening-Ergebnis, nicht um dreizehn bestätigte Fehlbildungen bei Neugeborenen.

Eine Studie zur fetalen Wachstumsrestriktion bei Beschäftigten umfasste 39 Frauen: vierzehn Fälle und 25 Kontrollen. Die Autoren berichteten über Assoziationen mit `CYP1A2/GSTM1` - Kombinationen; der Zugriff auf den Volltext auf der offiziellen Plattform ist jedoch eingeschränkt. Unterschiede zwischen Beschäftigten und Hausfrauen waren statistisch nicht signifikant; eine persönliche Schadstoffdosis wurde nicht gemessen.

2022: ein wesentlicher Nullbefund

Die HIF-1A-Pilotstudie umfasste 55 Frauen: 26 mit einer angeborenen Fehlbildung beim Kind, elf mit fetaler Wachstumsrestriktion und achtzehn Kontrollpersonen. Für angeborene Fehlbildungen wurde kein Zusammenhang mit `CT HIF-1A rs11549465` gefunden: `OR 1,42; 95%-KI 0,118-16,910; p = 0,782`. Für die elf Fälle fetaler Wachstumsrestriktion berichteten die Autoren `OR 9,71`, forderten jedoch selbst eine größere Stichprobe. Dieser Nullbefund zu angeborenen Fehlbildungen zeigt, dass nicht jeder hypothetische genetische Mechanismus bestätigt wird.

2023–2025: Frühschwangerschaftsverluste

Fünf Veröffentlichungen können eine schrittweise Erweiterung oder Analyse ganz oder teilweise überlappender klinischer Stichproben darstellen; die zugänglichen Informationen belegen deren genaue Überschneidung nicht.

- 2023, `CYP1A2`: 28 Frauen mit Verlust einer ersten Schwangerschaft und 35 Kontrollpersonen; `OR 3,86` für den Genotyp `AA`. Der Artikel kombiniert diese Analyse mit einer separaten Brustkrebsstudie; die Onkologietabelle weist eine interne Inkonsistenz von `n = 35` auf, obwohl sich die Genotypzahlen auf 33 summieren.
- 2024, `GSTM1/GSTT1`: 33 Fälle von Embryonalsterben und 53 Kontrollen; `OR 3,18` für die `GSTM1` - Deletion und `OR 16,64` für die `GSTT1` - Deletion. Der letztgenannte Effekt basiert auf acht exponierten Fällen und einer Kontrolle.
- 2024, Kombinationen der Biotransformationsphasen I und II: 33 Fälle und 27 Kontrollen; `OR 7,00` für `CA CYP1A2 + GSTM1-Deletion`, `OR 0,19` für `CA CYP1A2 + normales GSTM1`. Die übereinstimmende Fallzahl in einer anderen Veröffentlichung lässt eine Überschneidung vermuten, beweist aber nicht, dass es sich um dieselben Teilnehmerinnen handelt.
- 2024, früher Verlust einer ersten Schwangerschaft: klinischer Pool von 172 Fällen und 186 Vergleichspersonen; Genotypisierung von 49 Fällen und 53 Kontrollen; `GSTM1`, `OR 3,67; 95%-KI 1,47-9,14`; `GSTT1`, `OR 16,86; 95%-KI 2,10-135,41`. Das sehr breite zweite Konfidenzintervall zeigt die Instabilität der Schätzung.

- **2025, große geburtshilfliche Syndrome:** 142 Fälle und 80 Kontrollen; die Fälle umfassten 39 Präeklampsien, sechzehn fetale Wachstumsrestriktionen, 38 Frühgeburten und 49 verhaltene Fehlgeburten. Für die letzte Gruppe werden dieselben **OR 3,67** und **16,86** angegeben wie in der Studie von 2024. Dies lässt eine Überschneidung der Datensätze vermuten; anhand der verfügbaren Informationen lassen sich die konkreten Teilnehmerinnen jedoch nicht bestimmen.

Es gibt keine publikationsübergreifende Kohortenkennung. Übereinstimmende Gruppengrößen und Effektschätzungen deuten auf Überschneidungen hin, deren genaues Ausmaß jedoch aus den verfügbaren Informationen nicht ermittelt werden kann.

2025: Kombination unterschiedlicher Ergebnisse und angeborener Fehlbildungen

Die **CYP1A1**-Analyse umfasste 131 Frauen: 39 mit Präeklampsie, sechzehn mit fetaler Wachstumsbeschränkung, 38 mit Frühgeburten, elf mit einer angeborenen Fehlbildung des Kindes und 27 Kontrollen. Für **AG CYP1A1*2A rs4646903** berichteten die Autoren über **OR 20,22** für fetale Wachstumsbeschränkung, **10,59** für Frühgeburten, **5,69** für Präeklampsie und **14,86** für angeborene Fehlbildungen. Die zugängliche Zusammenfassung gibt keine Konfidenzintervalle an. Die Untergruppe der angeborenen Fehlbildungen umfasst nur elf Fälle; die großen Schätzungen erfordern eine unabhängige Replikation.

2026: mütterliche Anämie und fetale Wachstumsbeschränkung

In der **HIF-1A**-Studie wurden zwei Pilotstichproben verglichen. Bei mütterlicher Anämie umfasste die Analyse 37 Fälle und 53 Kontrollen und ergab **OR 3,57** für **cc**; bei fetaler Wachstumsbeschränkung des Neugeborenen waren es neunzehn Fälle und 40 Kontrollen mit **OR 7,71**. In neunzehn Mutter-Kind-Paaren gegenüber 33 Vergleichspaaren betrug die **OR 6,26** für die **cc/cc**-Kombination. Die Autoren beschreiben die Gruppen als getrennte Pilotdatensätze; eine persönliche Expositionsmessung erfolgte jedoch nicht.

5.7. Vollständiges Register der 31 verifizierten Publikationen

Die Tabelle trennt den reproduktiven Kern von Hintergrundstudien. Letztere helfen bei der Erklärung des genetischen Anfälligkeitsmodells, sind aber keine Schwangerschaftsstudien.

ID	Jahr	Thema	Veröffentlichung und Quelle	Rolle in dieser Untersuchung
G01	2014	Anthrakosilikose bei Bergleuten	offizielle Seite	berufliche Kohleexposition; nicht reproduktiv
G02	2015	Populationsonkologie	<i>Medizinische Genetik</i> 14(3-153):16	genetische Hintergrundlinie
G03	2015	reproduktive Gesundheit von Shors	<i>Medizinische Genetik</i> 14(3):34–35	frühe reproduktive Zusammenfassung
G04	2016	Schwangerschaft und Embryogenese	Nowokusnezsk 2016, Tagungsband:31–35	frühe Kernlinie; Primärtext nicht erhalten
G05	2017	angeborene Fehlbildungen des Fötus	Nowokusnezsk 2017, Tagungsband:85–88	Vorgänger des 2018-Artikels
G06	2017	Populationsgenetik	<i>Humangenetik und Pathologie</i> :51–52	Hintergrundverteilung von GSTM1/GSTT1
G07	2018	reproduktive Gesundheit von Shors	Artikel	Demographie und Genealogie; keine Expositionsstudie angeborener Fehlbildungen
G08	2018	angeborene Fehlbildungen	DOI	Grundlagenbeispiel 26 + 27
G09	2019	Fluoridvergiftung	DOI	berufliche Anfälligkeit; nicht reproduktiv
G10	2019	Staubbronchitis	DOI	Bergleute; nicht reproduktiv
G11	2020	Bevölkerung der Bergschoria	DOI	345 Teilnehmende; Bevölkerungshintergrund
G12	2021	CYP1A1/CYP1A2	DOI	Bevölkerungshintergrund im südlichen Kusbass
G13	2021	angeborene Fehlbildungen und anthropogener Druck	DOI	Screening von 1.426 Frauen; 26 + 27, mögliche Überschneidung mit der früheren Stichprobe
G14	2021	Wachstumsbeschränkung des Fötus	DOI	14 Fälle + 25 Kontrollen

ID	Jahr	Thema	Veröffentlichung und Quelle	Rolle in dieser Untersuchung
G15	2022	Bergmannskrankheiten	DOI	Berufszweig; nicht reproduktiv
G16	2022	angeborene Fehlbildungen und Wachstumsbeschränkung des Fötus	DOI	Kein Zusammenhang mit angeborenen Fehlbildungen festgestellt; Pilotergebnis zur fetalen Wachstumsbeschränkung
G17	2023	Bronchitis bei Bergleuten	DOI	Berufslinie
G18	2023	Staubpathologie bei Bergleuten	DOI	Berufslinie
G19	2023	Staubbronchitis	DOI	Berufslinie
G20	2023	Berufsgenetik	DOI	Übersichtsarbeit
G21	2023	Verlust einer ersten Schwangerschaft	DOI	28 + 35; wahrscheinlich früher Pool
G22	2024	embryonaler Untergang	DOI	33 + 53
G23	2024	Genkombinationen und Schwangerschaftsverlust	DOI	33 Fälle + 27 Kontrollen; mögliche Überschneidungen
G24	2024	früher Verlust	DOI	358 Datensätze; Genotypisierung 49 + 53
G25	2025	Syndrome und angeborene Fehlbildungen	DOI	131 Frauen; kleine Untergruppen
G26	2025	geburtshilfliche Syndrome	DOI	222 Frauen; Überschneidungen mit früheren Gruppen
G27	2025	Fluoridvergiftung	DOI	nicht reproduktiv
G28	2025	Pathologie bei Metallarbeitern	DOI	nicht reproduktiv
G29	2026	Anämie und Wachstumsbeschränkung des Fötus	DOI	zwei Pilotstichproben
G30	2026	Brustkrebs	DOI	verwandte Onkologie
G31	2026	Luftverschmutzung und Brustkrebs	DOI	verwandte Onkologie

5.8. Gesamtgrenze dieser Forschungslinie

In keiner der zentralen klinischen Studien wird die Adresse einer Teilnehmerin mit einem bestimmten Tagebau, Untertagebergwerk, einer Kokerei oder einer metallurgischen Quelle verknüpft. Der Emissionstransport während der kritischen Wochen wird nicht modelliert; PAK-Addukte, Metaboliten, Metalle oder andere Dosis-Biomarker werden nicht gemessen. Kohle ist neben Metallurgie, Energieerzeugung, chemischer Industrie und Verkehr Teil eines allgemeinen industriellen Hintergrunds.

Das Korpus bestätigt somit, dass im Kusbass eine mögliche unterschiedliche genetische Anfälligkeit gegenüber einer industriell belasteten Umwelt untersucht wurde und Signale zu angeborenen Fehlbildungen, fetaler Wachstumsrestriktion, Frühgeburt, Präeklampsie und frühen Schwangerschaftsverlusten beschrieben wurden. Es weist Kohle weder als individuell gemessene Ursache aus noch liefert es eine numerische Risikoschätzung für eine bestimmte Frau.

6. Kisseljowsk und Zugang zu Informationen

6.1. Chronologie

Datum	Dokument	Festgestellt	Nicht festgestellt
22. April 2020	Antwort des Hydrometeorologischen Zentrums Kemerowo Nr. 08-10/467-1196	In Kisseljowsk und im Stadtkreis wurden keine regelmäßigen Beobachtungen durchgeführt. Es wurden berechnete Hintergrundkonzentrationen für Städte ohne Beobachtungen verwendet	eine tatsächliche Zeitreihe der Exposition der Bevölkerung
3. Dezember 2020	Probenahme	Die Proben wurden in der Nähe von Wohn- und Sozialeinrichtungen entnommen	chronische Exposition oder Erkrankungen in früheren Jahren
15. Dezember 2020	Rospotrebnadsor-Antwort Nr. 3007	einzelne Überschreitungen; Vorbereitung der Unterlagen für eine außerplanmäßige Inspektion des Kesselhauses Nr. 25	das Inspektionsergebnis und eine Verringerung der Belastung

Datum	Dokument	Festgestellt	Nicht festgestellt
Archivprüfung durch 2026	öffentliche Materialien und persönliches Archiv	Es wurde keine vollständige öffentliche Kette „Inspektion – Messung – Nachmessung“ gefunden	Es kann nicht der Schluss gezogen werden, dass keine Maßnahmen ergriffen wurden

6.2. Messwerte an der Kommunalnaya-Straße 15

- Schwebstaub: 0,7 mg/m³ gegenüber einem maximalen einmaligen Grenzwert von 0,5 mg/m³ – das 1,4-Fache des Grenzwerts.
- Kohlenmonoxid: 7,15 mg/m³ gegenüber einem Grenzwert von 5 mg/m³ – das 1,43-Fache des Grenzwerts.
- Benzo[a]pyren: Das Schreiben nennt 6,6–13,3 ng/m³ und eine 6,6–13,3-fache Überschreitung des angegebenen 24-Stunden-Grenzwerts.

Die unabhängige Überprüfung des regulatorischen Vergleichs für Benzo[a]pyren erfordert die vollständigen Probenahmeprotokolle, Dauer, Methode und Nachweisgrenze. Diese sind im zugänglichen Archiv nicht vorhanden. Eine Veröffentlichung sollte die Schlussfolgerung der Behörde zuordnen.

6.3. Unterstützte Schlussfolgerung

Die verfügbaren Dokumente erlauben es nicht, die Exposition von Natalia Zubkova während ihrer Schwangerschaften in 2003–2004 und 2011–2012 zu rekonstruieren. Das Fehlen einer regelmäßigen Beobachtungsreihe verhindert eine retrospektive Überprüfung der Dosis in den kritischen Wochen.

Nicht unterstützt:

- Projizieren einer 2020-Probe auf frühere Schwangerschaften;
- jede Substanz den Tagebau-Kohlebergwerken zuzuordnen;
- geltend machen, dass die versprochene Inspektion nicht stattgefunden hat;
- Aus der Nähe von Verschmutzung und Krankheit auf die Ursache einer angeborenen Fehlbildung schließen.

Die zugrunde liegenden Dokumente, Kopien der Behördenantworten und der Ablauf der Ereignisse sind in „Der Tag, an dem die Luft gemessen wurde“ veröffentlicht. Diese Studie verwendet nur Schlussfolgerungen, die sich anhand dieser Dokumente überprüfen lassen; das

Fehlen eines öffentlich zugänglichen Ergebnisses in den gefundenen Materialien beweist nicht, dass keine Maßnahmen ergriffen wurden.

7. Schadstoffe und angeborene Fehlbildungen

7.1. Was im Kusbass erfasst wird

Im 2024-Statusbericht wird Folgendes aufgezeichnet:

- 70.195 Umgebungslufttests;
- 1,95% von Ergebnissen außerhalb der Standards;
- 3.805 Benzo[a]pyren-Proben, 7,04% über dem Grenzwert;
- PM_{2.5}: 22,74% der Proben über dem Grenzwert;
- PM₁₀: 14,61%;
- mehr als das Fünffache des Grenzwerts: Benzo[a]pyren, 80 Proben; PM_{2.5}, 23; PM₁₀, 12.

Hierbei handelt es sich um Anteile der gesammelten Proben, nicht um Anteile der exponierten Tage, Häuser oder Schwangerschaften.

Im 2023-Bericht wird Folgendes aufgezeichnet:

- Jahresmittelwert von Benzo[a]pyren in Nowokusnezsk beim 6,2-fachen des Grenzwerts;
- Formaldehyd beim 3,9-fachen des Grenzwerts;
- Schwebstaub im 1,7-fachen Grenzwert;
- NO₂ beim 1,4-fachen des Grenzwerts;
- Jahresmittelwerte von Benzo[a]pyren über dem Grenzwert im Boden der Stadtkreise Kisseljowsk, Nowokusnezsk, Polysajewo und Prokopjewsk sowie mehrerer kommunaler Landkreise;
- Jahresmittelwerte von Chloroform über dem Grenzwert im Trinkwasser von Kisseljowsk in den Jahren 2021–2023.

Chloroform ist für das Recht auf eine sichere Umwelt wichtig, kann der Kohleindustrie aber ohne Quellenzuordnung nicht zugeschrieben werden.

7.2. PAK und Neuralrohrdefekte

Eine 2026-Studie in Shanxi umfasste:

- 128 Fall-Kontroll-Paare;
- 16 PAK, 11 Metaboliten und 16 DNA-Addukte in der Plazenta;
- höchstes gegenüber niedrigstem Tertil der Gesamt-PAK: OR 5,04; 95%-KI 1,96–12,96 ;
- Phenanthren: OR 4,96 ;
- niedermolekulare PAK: OR 4,47 ;
- Im Experiment erhöhte Benzo[a]pyren die Häufigkeit von Neuralrohrdefekten bei Mäusen von 1,8 auf 5,7%.

Einschränkungen: Die Proben wurden bei Beendigung oder Entbindung entnommen, nicht beim Schließen des Neuralrohrs. Die Mischung wurde nicht nach Quelle aufgeteilt. [DOI](#).

Kohleverbrennung im Haushalt in Shanxi:

- 610 Fälle von Neuralrohrdefekten und 837 Kontrollen;
- jede im Fragebogen gemeldete Exposition gegenüber Verschmutzung durch Kohle: angepasst OR 1,6; 95%-KI 1,1–2,1 .

Diese Studie ist kohlespezifisch, es handelt sich jedoch nicht um eine Studie über Tagebaue. [DOI](#).

7.3. PAK und angeborene Herzfehler

Die nationale US-amerikanische Studie zur Prävention von Geburtsfehlern:

- 1997–2002: 1.907 Fälle mit angeborenem Herzfehler und 2.853 Kontrollen; kein adjustierter Zusammenhang mit breiten Gruppen von Herzfehlern festgestellt. [PubMed](#).
- 1997–2011: 4.775 Fälle und 7.734 Kontrollen; höchstes Quartil der beruflichen PAK-Exposition – konotrunkale Defekte OR 1,41; 95%-KI 1,00–2,00 , Fallot-Tetralogie OR 1,83; 95%-KI 1,21–2,78 ; die meisten anderen Vergleiche waren Nullbefunde. [PubMed](#).

7.4. Nieren und Harnwege

Ein Experiment mit Benzo[a]pyren zeigte eine AHR-abhängige Veränderung der WT1 -Spleiß- und Nephrogeneseziele; eine mutierte Ahr -Variante schützte die embryonale Niere. [PubMed](#).

Dies stellt eine mechanistische Plausibilität dar und stellt beim Menschen keinen Beweis für Agenesie, Hydronephrose, multizystische Dysplasie oder eine andere angeborene Anomalie der Niere und des Harntrakts (CAKUT) dar.

7.5. Feinstaub und Metalle

PM_{2.5} und PM₁₀ sind Größenfraktionen, keine Moleküle. Ihre Toxizität hängt von der Zusammensetzung ab.

- Eine israelische Kohorte von 396.334 Geburten fand nichtlineare Zusammenhänge zwischen PM_{2.5} im ersten Trimester und Anomalien mehrerer Organsysteme; für Herzanomalien betrug die Schätzung im zweiten gegenüber dem ersten Quartil OR 1,09; 95%-KI 1,02–1,15, ohne monotonen Anstieg in den nachfolgenden Quartilen.
- Wuhan, 70.854 Schwangerschaften: OR 1,13–1,23 für hohe PM₁₀, PM_{2.5}, NO₂ und SO₂ während des ersten Trimesters.
- Eine chinesische Studie mit 339 Fällen angeborener Herzfehler und 333 Kontrollen: höchste Cadmiumgruppe OR 1,96; 95%-KI 1,24–3,09; konotrunkale Defekte nahmen um das 2,81-Fache zu.
- Eine dänische Kohorte mit mehr als einer Million Lebendgeburten: Der OR für Herzfehler stieg von 1,13 auf 1,42 in allen Kategorien von Arsen im Trinkwasser. Die Arsenquelle war keine Kohle.

Nullbefunde:

- Eine Studie zu Neuralrohrdefekten an der Grenze zwischen den USA und Mexiko ergab keine allgemeinen Unterschiede bei den As-, Cd- und Pb-Biomarkern zwischen 184 Fällen und 225 Kontrollen.
- Eine japanische Kohorte von 90.163 Müttern fand keinen Zusammenhang zwischen fünf Metallen und 369 Gliedmaßenanomalien.
- Die Port-Pirie-Kohorte assoziierte Blei mit Frühgeburten, jedoch nicht mit angeborenen Anomalien.

Zur Reproduzierbarkeit wird eine Matrix aus Schadstoff, Endpunkt, Studientyp und Einschränkung veröffentlicht. Die Interpretation in den Abschnitten 7.2–7.5 folgt der Regel aus Abschnitt 1.2: Ein mechanistisches oder gebietsbezogenes Signal wird nicht als individuelle Ursache dargestellt.

7.6. Vollständige Matrix von Studien zu Schadstoffen und spezifischen Fehlbildungen

Diese Matrix befasst sich mit einer anderen Frage als Studien zu Kohle produzierenden Regionen. Es wird gefragt, ob menschliche oder experimentelle Beweise für Schadstoffe vorliegen, die entlang der Kohlekette vorkommen können, aber oft auch andere Quellen haben. Daher bedeutet „mit der Kohlekette verbunden“ nicht „in dieser Studie speziell aus Kohle stammend“.

Schadstoff und Design	Endpunkt und Ergebnis	Verbindung mit Kohle	Haupteinschränkung
PAK, 128 Fall-Kontroll-Paare, Plazenta + Mäuse, 2026	Neuralrohrdefekte; höchstes Tertil der Gesamt-PAK OR 5,04 (1,96–12,96); Benzo[a]pyren bei Mäusen: 5,7% gegenüber 1,8%	PAK entstehen bei Verbrennung, Verkokung und Abfallbränden; das Ausgangsgemisch wurde jedoch keiner Quelle zugeordnet	Die Plazenta wurde bei Schwangerschaftsabbruch oder Entbindung entnommen, nicht während des kritischen Zeitfensters; kleine Studie; DOI
27 PAK, 117 NTD-Fälle + 121 Kontrollen, Serum, 2015	Die Konzentrationen von 13 nachgewiesenen PAK waren in der Fallgruppe höher; für viele Verbindungen wurden Gradienten berichtet	gemischte Verbrennungsquellen	Blut wurde am Ende der Schwangerschaft entnommen; Quelle nicht bestimmt; PubMed
Berufliche PAK, NBDPS, 4.775 CHD-Fälle + 7.734 Kontrollen, 2020	höchstes Quartil: konotrunkale Defekte OR 1,41 (1,00–2,00), Fallot-Tetralogie 1,83 (1,21–2,78); Nullbefunde für die meisten Subtypen	Zu den Berufen gehörte die Exposition gegenüber Koks und Kohlenteer, sie waren jedoch nicht darauf beschränkt	Dosis wurde von Berufsexperten geschätzt; PubMed
Berufliche PAK, NBDPS, 1.907 CHD-Fälle + 2.853 Kontrollen, 2012	Kein adjustierter Zusammenhang mit isolierten CHD-Gruppen festgestellt	gemischte berufliche Quellen	Die Exposition war selten und wurde eher geschätzt als gemessen; PubMed
Berufliche PAK, 805 Fälle von Lippen-Kiefer-Gaumenspalten, 439 Fälle von Gaumenspalten, 2.989 Kontrollen, 2013	Lippen-Kiefer-Gaumenspalte OR 1,47 (1,02–2,12) und ein Trend; Nullbefund für isolierte Gaumenspalte	gemischte Quellen	Experteneinschätzung des Berufs, kein Biomarker; PubMed
Berufliche PAK, 520 NTD-Fälle + 2.989 Kontrollen, 2012	Gesamtvergleiche waren Nullbefunde; Spina bifida bei Frauen mit normalem oder niedrigem BMI OR 2,59 (1,32–5,07)	gemischte Quellen	Untergruppenergebnis und eine kleine Anzahl exponierter Teilnehmerinnen; PubMed

Schadstoff und Design	Endpunkt und Ergebnis	Verbindung mit Kohle	Haupteinschränkung
Kohleverbrennung im Haushalt, 610 NTD-Fälle + 837 Kontrollen, 2011	jede im Fragebogen erfasste Exposition OR 1,6 (1,1–2,1)	kohlespezifische Exposition im Haushalt	Fragebogen; der verantwortliche Stoff lässt sich nicht isolieren, und das Ergebnis ist nicht unmittelbar auf Tagebaue übertragbar; DOI
PM2.5/PM10, Israel, 396.334 Geburten mit Nachbeobachtung bis zum Alter von sechs Jahren, 2023	nichtlineare Zusammenhänge mit Anomalien des Kreislauf-, Atmungs-, Verdauungs-, Genital- und Hautsystems; Herzanomalien im zweiten Quartil OR 1,09 (1,02–1,15)	Staub aus Bergbau und Transport ist möglich, die Zusammensetzung ist jedoch unbekannt	Adresse bei der Geburt; kein monotonies Muster in späteren Quartilen; PubMed
PM10, PM2.5, NO2, SO2, Wuhan, 70.854 Schwangerschaften, 2023	1.352 angeborene Fehlbildungen; hohe Exposition im ersten Trimester OR 1,13–1,23, mit stärkeren Assoziationen in der kalten Jahreszeit	Die Stromerzeugung aus Kohle ist nur eine städtische Energiequelle	Hintergrund der Überwachungsstation, Restverzerrung, ein Zentrum; PubMed
Metaanalyse von 26-Luftverschmutzungsstudien, 2020	PM2.5: Pulmonalarterienstenose OR 1,42, Fallot-Tetralogie 1,52; NO2: Stenose 1,74; SO2: Ventrikelseptumdefekt 1,15, orofaziale Defekte 1,27	unspezifische Mischung	Heterogenität bei Expositions- und Ergebnisdefinitionen, mehrere Vergleiche; PubMed
Arsen und Cadmium im Haar, 339 CHD Fälle + 333 Kontrollen, 2016	Dosisgradient für Arsen; höchste Cadmiumgruppe: CHD OR 1,96 (1,24–3,09), konotrunkale Defekte 2,81-fach	Metalle können in Kohle und Asche, aber auch in Wasser, Nahrungsmitteln, Tabak und Industrieabgasen vorkommen	Haare, äußere Kontamination, unbekannte Quelle; PubMed
Arsen im Wasser, Dänemark, 1.042.413 Lebendgeburten, 2022	CHD: OR 1,13, 1,33 und 1,42 in zunehmenden Kategorien	Vergleichsbeispiel ohne Kohle	nur Lebendgeburten; Wasserversorgungsmodell ohne persönliche Verbrauchsdaten; PubMed
As/Cd/Pb/Hg, 184 NTD Fälle + 225 Kontrollen, 2006	Insgesamt wurden keine signifikanten Biomarkerunterschiede gefunden	viele Quellen sind möglich	kleine Biomarker-Teilstichprobe, Messungen nach der Schwangerschaft; PubMed

Schadstoff und Design	Endpunkt und Ergebnis	Verbindung mit Kohle	Haupteinschränkung
Blei, italienisches Register und drei Perioden rückläufiger Verschmutzung, 2001	Übermäßige kardiovaskuläre Fehlbildungen gingen von RR 2,59 auf 1,18 und 0,97 zurück. Auch Spalten und Fehlbildungen des Bewegungsapparates gingen zurück	Beispiel für eine Industrie ohne Kohle	ökologischer Zeittrend und gleichzeitige Veränderungen; PubMed
Blei, Port Pirie, 831 schwangere Frauen und 749 Schwangerschaftsausgänge, 1986	dosisabhängiger Zusammenhang mit Frühgeburt; kein Zusammenhang mit angeborenen Fehlbildungen festgestellt	Schmelzhütte, keine Kohlequelle	begrenzte Teststärke bei seltenen Fehlbildungen und ältere Diagnosemethoden; PubMed
Cd/Pb/Hg/Se/Mn-Gemisch, Japan, 90.163 Schwangerschaften, 2024	Unter den 369-Anomalien der Gliedmaßen wurden keine Zusammenhänge mit einzelnen Metallen oder deren Mischung gefunden	Die Quellen waren unspezifisch	Blut, das in der Mitte/Spätschwangerschaft entnommen wird, kann die Organogenese verfehlen; PubMed
Cadmium, trächtige Mäuse, Exposition am Tag 8	induzierte NTDs und Wachstumseinschränkungen sowie einen verringerten Folattransport in der Plazenta	Cadmium kann in Kohle und Asche vorkommen	hohe injizierte Dosis; weder menschliche noch inhalative Exposition; PubMed
Benzo[a]pyren, metanephrische Kultur und trächtige Mäuse, 2011	AHR-abhängige Veränderungen der WT1- und Nephrogenese-Ziele; Mutante Ahr war schützend	Kohleverbrennung, Verkokung und Müllbrände sind mögliche Quellen	Eine veränderte Nierenprogrammierung ist nicht gleichbedeutend mit klinisch diagnostiziertem CAKUT beim Menschen. PubMed
Formaldehyd und Lösungsmittel, Japan, 67.503 Geburten, 2019	Es wurden keine breiten Zusammenhänge mit der beruflichen Exposition gefunden. Hausrenovierung und männliche Genitalanomalien OR 1,81 (1,03–3,17)	Formaldehyd ist nicht spezifisch für Kohle	Selbstbericht, mehrfache Tests, unsichere Quelle und Dosis; PubMed

7.7. Wie die Matrix die Interpretation verändert

Die Evidenz bildet keine einzelne, einfache Kausalkette. Die wiederkehrendsten Signale beim Menschen betreffen PAK, Luftverschmutzung in kritischen Zeitfenstern und bestimmte Metalle; mechanistische Experimente zeigen mögliche Schädigungswege. Zugleich berichten große oder gut konzipierte Studien für bestimmte Endpunkte, Expositionen und Konzentrationen Nullbefunde. Das ist zu erwarten: Angeborene Fehlbildungen sind heterogen, kritische Zeitfenster unterscheiden sich, die Partikelzusammensetzung variiert, und seltene Endpunkte erfordern große Stichproben.

Die angemessene Schlussfolgerung lautet weder, dass jede Kohlestadt dieselbe Fehlbildung verursachen müsse, noch dass der Nullbefund einer Studie alle anderen Ergebnisse entkräfte. Die Matrix zeigt, welche Stoffe und Endpunkte im Kusbass gemessen werden müssten: PAK und ihre Metaboliten, PM_{2.5}/PM₁₀ mit chemischer Speziation, Arsen, Cadmium, Blei und weitere Metalle – verbunden mit einer präzisen Phänotypisierung angeborener Fehlbildungen und einem Kalender der Organogenese.

8. Internationale Forschung in Kohleregionen

In diesem Abschnitt wird das gesamte für das Projekt zusammengestellte internationale Korpus untersucht, nicht nur eine Handvoll Beispiele. Die Übersichtstabelle ersetzt nicht die Analyse einzelner Studien: Positive, Null- und widersprüchliche Ergebnisse werden separat dargestellt.

8.1. Umfang des internationalen Evidenzkorpus

Dieses Korpus umfasst **27 identifizierte Studien und Forschungsmaterialien** aus neun Ländern. Dies bedeutet nicht, dass jede vorhandene Veröffentlichung gefunden wurde: Die Suche wurde nicht als systematische Übersicht registriert, und das Fehlen eines Landes oder Artikels im Korpus beweist nicht, dass keine Forschung vorhanden ist. Das Register umfasst bewusst nicht nur positive Befunde, sondern auch Nullstudien, Gegenanalysen und Quellen weiter unten in der Evidenzhierarchie.

Die Studien betreffen verschiedene Teile der Kohlekette: Tagebau, Kraftwerke, Koksproduktion, Haushaltskohleverbrennung, einen Tagebaubrand und gemischte Verschmutzung in Kohleindustrieregionen. Auch ihre Ergebnisse unterscheiden sich:

spezifische angeborene Fehlbildungen, Schwangerschaftsverlust, Frühgeburt, Säuglingsgewicht und -wachstum sowie molekulare Marker für die pränatale Exposition. Sie können daher nicht zu einer numerischen Schätzung zusammengefasst werden.

Für jeden Eintrag unten geben wir das Design, die Stichprobe, die Expositionsbewertung, das Ergebnis, die Haupteinschränkung, die Bedeutung für diese Untersuchung und die Primärquelle an. Der Ausdruck „direkte Untersuchung angeborener Fehlbildungen“ bedeutet lediglich, dass der Endpunkt mit dem Gegenstand dieser Untersuchung übereinstimmt; er bedeutet nicht, dass ein Kausalzusammenhang festgestellt wurde.

8.2. Vereinigte Staaten: Bergbau, Industriestandorte und Kraftwerksschließungen

US-MTR-2011 – Ahern et al., Zentral-Appalachen.

- **Design und Stichprobe:** retrospektive ökologische Analyse von 1.889.071 Lebendgeburten in vier Bundesstaaten im Zeitraum 1996–2003.
- **Exposition und Ergebnis:** Der Wohnsitzkreis der Mutter wurde als Bergbaubezirk mit Berggipfelabbau, einer anderen Art von Kohlebergbaubezirk oder als Nichtbergbaubezirk klassifiziert. Sieben Gruppen angeborener Anomalien wurden analysiert.
- **Ergebnis:** Für alle angeborenen Fehlbildungen zusammen betrug der PRR 1,26; 95%-KI 1,21–1,32; in sechs von sieben Gruppen wurden erhöhte Werte berichtet.
- **Haupteinschränkung:** Der Landkreis diente als Näherungswert für die individuelle Dosis; berücksichtigt wurden nur Lebendgeburten. Für einzelne Frauen lagen weder Umweltmessungen noch biologische Messwerte vor.
- **Bedeutung:** ein großes direktes Signal für angeborene Fehlbildungen, das eine genauere Expositionsabschätzung erfordert. Primärquelle.

US-MTR-2014 – Lamm et al., Appalachen-Gegenanalyse.

- **Design und Stichprobe:** Neuanalyse der Geburtsurkunden aus West Virginia für 1990–2009 unter Einbeziehung von Daten aus 44 Krankenhäusern.
- **Exposition und Endpunkt:** Kohlebergbaukategorie auf County-Ebene und in Geburtsurkunden erfasste angeborene Fehlbildungen.
- **Ergebnis:** Der unadjustierte PRR von 1,43 sank nach Adjustierung für das Geburtskrankenhaus auf 1,08 (95%-KI 0,97–1,20).
- **Haupteinschränkung:** Heterogenität in der Krankenhausberichterstattung, Proxy-Exposition auf Gebietsebene und Einbeziehung nur von Lebendgeburten.
- **Bedeutung:** ein wichtiges Gegenergebnis. Es zeigt, dass die Schätzung empfindlich auf Unterschiede in der Berichterstattung reagiert und dass die anfängliche Assoziation ohne weitere Prüfung nicht als robust angesehen werden kann. Primärquelle.

US-MTR-2022 – Cooper, Walker und Christian, Kentucky in den Appalachen.

- **Design und Stichprobe:** georäumliche Studie von 95.581 Lebendgeburten; 34.006 Adressen lagen innerhalb von 5 km um aktive Abbauflächen.
- **Exposition und Endpunkt:** satellitengestützt ermittelte Fläche aktiver Abbaugelände im Umkreis von 5 km um die geokodierte Adresse; sechs Organsystemgruppen angeborener Fehlbildungen.
- **Ergebnis:** Magen-Darm-Fehlbildungen hatten PR 1,88; 95%-KI 1,06–3,31 in der niedrigen und PR 1,99; 95%-KI 1,14–3,47 in der hohen Expositionskategorie.
- **Haupteinschränkung:** Weder der Schadstoff noch die innere Dosis wurden gemessen; 30,1% der Adressen waren nur grob geokodiert; Geburtsurkundendaten erfassen angeborene Fehlbildungen unvollständig; Schwangerschaftsverluste und -abbrüche waren ausgeschlossen.
- **Bedeutung:** Der Bergbau wurde genauer charakterisiert als durch die Kreisklassifizierung, aber die Exposition war immer noch keine individuelle Dosis. Primärquelle.

US-MTR-2021 – Buttlung et al., Zentral-Appalachen.

- **Design und Stichprobe:** retrospektive georäumliche Kohorte von fast 200.000 geokodierten Geburten aus den Jahren 1990–2015.
- **Exposition und Ergebnis:** jährliche Fläche mit aktivem Tagebau in der Nähe des Wohnsitzes; Frühgeburt und niedriges Geburtsgewicht.
- **Ergebnis:** Eine stärkere Bergbauaktivität war mit ungünstigen Indikatoren für Gestationsalter und Geburtsgewicht verbunden.
- **Haupteinschränkung:** Dies war keine Studie über angeborene Fehlbildungen; es gab weder persönliche Messungen noch Biomarker, und die Adresse diente als Näherungswert für die Dosis.
- **Bedeutung:** Es unterstützt einen Zusammenhang zwischen Bergbau und Schwangerschaftsergebnissen, beantwortet jedoch nicht die Frage der spezifischen Organbildung. Primärquelle.

US-WV-2019 – angeborene Herzfehler in West Virginia.

- **Design und Stichprobe:** explorative Studie eines Registers an einem einzelnen Zentrum mit GIS-Clusteranalyse; 16.871 Schwangerschaften und 206 Fälle fetaler angeborener Herzfehler.
- **Exposition und Ergebnis:** Nähe zu Chemie- und Kohlebergbauanlagen entlang des industriellen Einzugsgebiets des Kanawha River; angeborene Herzfehler.
- **Ergebnis:** Es wurde eine statistisch signifikante räumliche Häufung von Fällen entlang des industriellen Wassereinzugsgebiets gemeldet.
- **Haupteinschränkung:** vorläufiges ökologisches Design, gemischte industrielle Quellen, keine individuelle Dosis und keine zuverlässige Quellenverteilung.

- **Bedeutung:** ein direktes Signal für angeborene Herzfehler, das ohne genauere Untersuchung der Mischung nicht spezifisch auf Kohle zurückzuführen ist. Primärquelle.

US-CA-2018 – Casey et al., Kraftwerksschließungen in Kalifornien.

- **Design und Stichprobe:** natürliches Differenz-von-Differenzen-Experiment; 57.005 Geburten in der Nähe von acht Kohle- und Ölkraftwerken, die im Zeitraum 2001–2011 geschlossen wurden.
- **Exposition und Endpunkt:** Entfernung zu einer Anlage vor und nach ihrer Stilllegung; Frühgeburt.
- **Ergebnis:** Innerhalb von 5 km sank der Anteil der Frühgeburten von 7,0% auf 5,1%; adjustierte Änderung $-0,019$; 95%-KI $-0,031$ bis $-0,008$.
- **Haupteinschränkung:** Kohle- und Ölkraftwerke wurden gemeinsam ausgewertet; die Entfernung diente als Näherungswert für die Dosis; angeborene Fehlbildungen wurden nicht untersucht.
- **Bedeutung:** Eine Änderung des Ergebnisses nach Entfernung der Quelle stärkt die kausale Interpretation für eine Frühgeburt, kann jedoch nicht automatisch auf angeborene Fehlbildungen extrapoliert werden. Primärquelle.

US-NJ-2018 – Yang und Chou, Schließung eines Kohlekraftwerks, das auf der Luvseite der untersuchten Gebiete in New Jersey lag.

- **Design und Stichprobe:** beobachtendes Differenz-von-Differenzen-Quasiexperiment auf Grundlage von Geburtsurkunden vor und nach der Einstellung der Kohleverbrennung in der Portland Generating Station in Pennsylvania am 1. Juni 2014.
- **Exposition und Ergebnis:** Aufenthalt im windabgewandten Bereich und Schwangerschaftszeitpunkt im Verhältnis zur Schließung; niedriges Geburtsgewicht und Frühgeburt.
- **Ergebnis:** In den leeseitig gelegenen Gebieten von New Jersey war die Schließung der Kohleblöcke mit einer Verringerung der Wahrscheinlichkeit eines niedrigen Geburtsgewichts um 15% und einer Verringerung der Wahrscheinlichkeit einer Frühgeburt um 28% verbunden. Dies sind von den Autoren berichtete relative Veränderungen der Wahrscheinlichkeit, nicht Veränderungen in Prozentpunkten.
- **Haupteinschränkung:** Angeborene Fehlbildungen wurden nicht untersucht; Meteorologie und Wohnort wurden als Näherungswerte verwendet; die Intervention war nicht randomisiert.
- **Bedeutung:** ein zweites natürliches Experiment, dessen Befunde mit verbesserten Ergebnissen nach der Stilllegung einer Quelle vereinbar sind. Primärquelle.

US-ALABAMA-2014 – Kokerei- und Stahlanlagen in Alabama.

- **Design und Stichprobe:** raumzeitliche Querschnittsstudie auf Grundlage von Geburtsurkunden im Umfeld von Kokerei- und Stahlanlagen.

- **Exposition und Ergebnis:** Entfernung zu Einrichtungen und jährliche diffuse chemische Emissionen; niedriges Geburtsgewicht und Frühgeburt.
- **Ergebnis:** Raumzeitliche Muster stimmten mit der Exposition gegenüber entwicklungstoxischen Stoffen aus diesen Einrichtungen überein.
- **Haupteinschränkung:** Einige wichtige individuelle Faktoren waren nicht verfügbar; die Exposition hing stark mit der ethnischen Zuordnung und der sozioökonomischen Stellung zusammen. Angeborene Fehlbildungen waren kein Endpunkt.
- **Bedeutung:** Die Studie betrifft das chemische Verarbeitungsglied in der Kohlekette, kann es jedoch nicht von sozialen und anderen industriellen Faktoren trennen. Primärquelle.

US-PAH-OCC-2012 – berufliche PAK-Exposition und Neuralrohrdefekte.

- **Design und Stichprobe:** Fall-Kontroll-Studie unter Verwendung der beruflichen Vergangenheit von Müttern aus der National Birth Defects Prevention Study.
- **Exposition und Ergebnis:** fachkundig bewertete berufliche Exposition gegenüber PAK; Schwangerschaften mit Neuralrohrdefekten, einschließlich Spina bifida.
- **Ergebnis:** Unadjustierte Schätzungen deuteten auf einen positiven Zusammenhang hin, insbesondere für Spina bifida.
- **Haupteinschränkung:** Nur wenige Frauen waren exponiert; die Kategorie PAK umfasst Koksöfen, Kohlenteer, Transport, Lebensmittelproduktion und weitere Quellen.
- **Bedeutung:** eine direkte Analyse angeborener Fehlbildungen und PAK, jedoch kein quellenspezifischer Nachweis einer Kohleexposition. Primärquelle.

US-CFPP-2021 – Daouda et al., Kohleverstromung und Ungleichheit bei Frühgeburten.

- **Design und Stichprobe:** Längsschnittanalyse auf Kreisebene in den Vereinigten Staaten für 2000–2018.
- **Exposition und Ergebnis:** Verschmutzung durch Kohlekraftwerke nach Landkreis und Zeitraum; Frühgeburt und ethnische Ungleichheiten.
- **Ergebnis:** Die Studie untersuchte direkt den Zusammenhang zwischen der Stromerzeugung aus Kohle und Frühgeburten sowie der Ungleichheit des Risikos.
- **Haupteinschränkung:** Die Exposition wurde nach Landkreisen aggregiert; angeborene Fehlbildungen wurden nicht untersucht; eine genaue quantitative Interpretation erfordert die vollständige Prüfung des im Artikel beschriebenen Modells.
- **Bedeutung:** wichtig für Fragen der Umweltgerechtigkeit, hier jedoch als unterstützende und nicht als direkte Evidenz zu angeborenen Fehlbildungen verwendet. Primärquelle.

8.3. China: Neuralrohrdefekte und das Tongliang-Programm

CN-SHANXI-2011 – Li et al., Haushaltskohleverbrennung in Shanxi.

- **Design und Stichprobe:** bevölkerungsbasierte Fall-Kontroll-Studie; 610 Fälle von Neuralrohrdefekten und 837 Kontrollen in 2002–2007.
- **Exposition und Ergebnis:** ein Index, der Wohneigenschaften in Bezug auf Kohleverbrennung und Lebensstil kombiniert; Neuralrohrdefekte.
- **Ergebnis:** Jede im Fragebogen bewertete Exposition war mit OR 1,6; 95%-KI 1,1–2,1 verbunden.
- **Haupteinschränkung:** retrospektiver, fragebogenbasierter Index; untersucht wurde die Verbrennung in Haushalten, nicht Emissionen aus Untertage- oder Tagebauen.
- **Bedeutung:** eine der direktesten Studien zu Kohle und einer spezifischen Gruppe angeborener Fehlbildungen. Primärquelle.

CN-SHANXI-2023 – Kohle- und Tabakrauch in der perikonzeptionellen Phase.

- **Design und Stichprobe:** bevölkerungsbasierte Fall-Kontroll-Studie; 222 Mütter von Kindern mit Neuralrohrdefekten und 517 Kontrollmütter in 2010–2016.
- **Exposition und Ergebnis:** Kohleverbrennung im Haushalt und Tabakrauchexposition im Zeitraum um die Empfängnis; Neuralrohrdefekte.
- **Ergebnis:** Die Studie untersuchte direkt die getrennte und gemeinsame Exposition von Haushalten gegenüber Kohle und Tabakrauch.
- **Haupteinschränkung:** retrospektive Expositionsangaben; die Quelle war die Verbrennung im Haushalt, nicht der Bergbau.
- **Bedeutung:** Die Studie grenzt das kritische Expositionsfenster auf den Zeitraum um die Empfängnis ein und berücksichtigt Rauchen als möglichen Störfaktor. Quantitative Schätzungen sollten im Primärartikel nachgelesen werden. Primärquelle.

CN-SHANXI-2013 – PAK–DNA-Addukte in der Plazenta.

- **Design und Stichprobe:** Biomarker-Fallkontrollstudie in einer Shanxi-Population mit einer hohen Prävalenz von Neuralrohrdefekten.
- **Exposition und Ergebnis:** PAK–DNA-Addukte im Plazentagewebe und ein Index der Kohleverbrennung im Haushalt; Neuralrohrdefekte.
- **Ergebnis:** Es wurde kein Zusammenhang zwischen dem Haushaltskohleindex und der Menge an Plazenta-Addukten gefunden.
- **Haupteinschränkung:** Der Plazenta-Biomarker bildet die Dosis während des kritischen Zeitfensters möglicherweise nicht ab; die Quellenzuordnung blieb unvollständig.
- **Bedeutung:** ein Nullbefund für den Zusammenhang zwischen dem Haushaltskohleindex und den Konzentrationen plazentarer PAK–DNA-Addukte. Er verhindert, dass der internationale Korpus als einheitlich positiv dargestellt wird. Primärquelle.

CN-TONGLIANG-2006 – Kohorte in der Nähe eines Kohlekraftwerks.

- **Design und Stichprobe:** prospektive Kohorte von 150 nichtrauchenden Müttern und ihren Neugeborenen im Jahr 2002; die Familien lebten im Umkreis von 2,5 km um das Kraftwerk.
- **Exposition und Ergebnis:** Benzo[a]pyren-DNA-Addukte im Nabelschnurblut; fetales und kindliches Wachstum; das Kraftwerk war die wichtigste lokale PAK-Quelle.
- **Ergebnis:** Ein höherer pränataler PAK-Biomarker war mit ungünstigeren Messwerten des fetalen und kindlichen Wachstums verbunden.
- **Haupteinschränkung:** kleine Kohorte, PAK-Gemisch und kein Register angeborener Fehlbildungen.
- **Bedeutung:** Es verbindet eine lokale Quelle, eine interne Dosis und ein Ergebnis besser als die meisten Studien auf Gebietsebene. Primärquelle.

CN-TONGLIANG-2008 – Kohorten vor und nach Werksschließung.

- **Design und Stichprobe:** zwei prospektiv entworfene Kohorten: 150 Mutter-Kind-Paare vor der Schließung und 158 nach der Schließung.
- **Exposition und Ergebnis:** Stilllegung des Kraftwerks und PAK–DNA-Addukte im Nabelschnurblut; neurologische Entwicklung im Alter von zwei Jahren.
- **Ergebnis:** Die Adduktwerte waren nach der Schließung niedriger; der vor der Schließung beobachtete ungünstige Zusammenhang mit der Entwicklung wurde danach nicht mehr festgestellt.
- **Haupteinschränkung:** Die Kohorten wurden zu unterschiedlichen Zeiten rekrutiert; untersucht wurde die Entwicklung, nicht das Auftreten angeborener Fehlbildungen.
- **Bedeutung:** ein starkes natürliches Experiment, das zeigt, dass eine Quelle, ein Biomarker und eine anschließende Änderung des Ergebnisses technisch miteinander verknüpft werden können. Primärquelle.

CN-TONGLIANG-2014 – molekulare Erkenntnisse nach Werksschließung.

- **Design und Stichprobe:** dieselben Vorher-Nachher-Kohorten, ergänzt durch molekulare Messungen.
- **Exposition und Ergebnis:** PAK–DNA-Addukte im Nabelschnurblut, BDNF und Messgrößen der neurologischen Entwicklung.
- **Ergebnis:** Nach der Schließung wurden niedrigere Adduktwerte, höhere BDNF-Werte und bessere Entwicklungswerte berichtet.
- **Haupteinschränkung:** kleine, nicht zeitgleiche Kohorten; die Studie war nicht auf seltene angeborene Fehlbildungen ausgerichtet.
- **Bedeutung:** Die Übereinstimmung zwischen Biomarker und funktionellem Endpunkt stärkt das Tongliang-Programm, ersetzt jedoch kein großes Fehlbildungsregister. Primärquelle.

8.4. Polen, Tschechien und Kroatien

PL-SILESIA-1997 – Vergleich von drei polnischen Regionen.

- **Design und Stichprobe:** vergleichende Untersuchung von 11.869 Neugeborenen in Wałbrzych, Piotrków Trybunalski und im ländlichen Suwałki.
- **Exposition und Ergebnis:** Industrieregion versus ländliche Region; angeborene Fehlbildungen.
- **Ergebnis:** Fehlbildungen wurden bei 1,9% der Neugeborenen in Wałbrzych und bei 1,2% in Suwałki registriert; Anomalien der Gliedmaßen und des Bewegungsapparates überwogen.
- **Haupteinschränkung:** kurze Beobachtung, breite Industrieklassifizierung und keine gemessene individuelle oder quellenspezifische Exposition.
- **Bedeutung:** ein direkter regionaler Vergleich angeborener Fehlbildungen, jedoch kein kausaler Test einer speziell kohlebezogenen Quelle. Primärquelle.

PL-KRAKOW-2017 – persönliche Messung von Partikeln und PAK.

- **Design und Stichprobe:** prospektive Kohorte von 455 termingerecht geborenen Kindern nichtrauchender Mütter.
- **Exposition und Ergebnis:** persönliche Messung von PM_{2.5} und PAK im zweiten Trimester; Geburtsgewicht, Körperlänge und Kopfumfang.
- **Ergebnis:** Beide Schadstoffe standen in einem inversen Zusammenhang mit den Geburtsmaßen; der standardisierte Effekt der PAK auf Gewicht und Länge war ungefähr doppelt so groß wie der von PM_{2.5}.
- **Haupteinschränkung:** nur termingerechte Geburten; das Quellgemisch lässt sich nicht eindeutig der Kohle zuordnen; angeborene Fehlbildungen wurden nicht untersucht.
- **Bedeutung:** Eine starke individuelle Expositionsbewertung ergänzt gröbere Studien auf Gebietsebene. Primärquelle.

CZ-TEPLICE-2000 – die Braunkohleregion Teplice.

- **Design und Stichprobe:** prospektive bevölkerungsbasierte Studie mit 3.378 Einlingslebendgeburten in Teplice und 1.505 im Vergleichsbezirk Prachatic.
- **Exposition und Ergebnis:** monatliche PM₁₀-, PM_{2.5}- und karzinogene PAK-Konzentrationen für jede Mutter; intrauterine Wachstumsbeschränkung.
- **Ergebnis:** Im ersten Schwangerschaftsmonat betrug die AOR 1,60 für mittlere und AOR 2,15 für hohe Konzentrationen karzinogener PAK; je 10 ng/m³ lag die AOR bei 1,22.
- **Haupteinschränkung:** Untersucht wurden Lebendgeburten und Wachstum, nicht angeborene Fehlbildungen; die Quellen waren gemischt; eine spätere Quellenzuordnung zeigte einen wesentlichen Beitrag der lokalen Raumheizung.

- **Bedeutung:** eine der aussagekräftigsten Studien zu einem kritischen Zeitfenster. Sie zeigt zugleich, warum ein Gemisch ohne Quellenzuordnung nicht einer einzelnen Quelle zugeschrieben werden sollte. Primärquelle.

HR-PLOMIN-2004 – das Kohlekraftwerk Plomin 1.

- **Design und Stichprobe:** retrospektive Kohorte von 704 Frauen, die im Zeitraum 1987–1989 in der Nähe des Kraftwerks lebten.
- **Belastung und Ergebnis:** täglicher, wöchentlicher und monatlicher Kohleverbrauch der Anlage und berechnete SO₂-Emissionen; Schwangerschaftsdauer und Geburtsgewicht.
- **Ergebnis:** Eine höhere und längere Exposition während der ersten zwei Monate war mit einem geringeren Geburtsgewicht und einer kürzeren Schwangerschaft verbunden.
- **Haupteinschränkung:** Emissionen wurden als ökologischer Indikator für die Dosis verwendet; die Kohorte war klein; angeborene Fehlbildungen wurden nicht untersucht.
- **Bedeutung:** eine quellenspezifische Studie zur Identifizierung eines frühen kritischen Fensters. Primärquelle.

8.5. Mongolei: ein ökologisches Signal, eine Intervention und ein Biomarker

MN-LOSS-2014 – Umweltverschmutzung und spontane Fehlgeburten in Ulaanbaatar.

- **Design und Stichprobe:** retrospektive ökologische Zeitreihe von 1.219 Krankenhauseinweisungen wegen spontaner Fehlgeburten in den Jahren 2009–2011.
- **Exposition und Ergebnis:** monatlich SO₂, NO₂, CO, PM₁₀ und PM_{2.5} von staatlichen Überwachungsstationen; Schwangerschaftsverlust.
- **Ergebnis:** Es wurden sehr starke monatliche Korrelationen zwischen Schadstoffen und Verlusten gemeldet, die $r = 0,9$ für SO₂ und CO überstiegen.
- **Haupteinschränkung:** Jahreszeit und Temperatur können den Zusammenhang verzerren; die Daten lagen monatlich und auf Gebietsebene vor, ohne individuelle Expositionsbewertung.
- **Bedeutung:** ein direktes Signal für einen Schwangerschaftsverlust, das nicht als individuelles relatives Risiko interpretiert werden kann. Primärquelle.

MN-UGAAR-2018 – randomisierte Studie mit HEPA-Filtern.

- **Design und Stichprobe:** einfach verblindete, randomisierte Studie mit 540 nichtrauchenden Schwangeren; 465 Lebendgeburten.
- **Exposition und Endpunkt:** HEPA-Filter, die im Median ab der 11. Schwangerschaftswoche eingesetzt wurden, senkten PM_{2.5} in den Wohnungen um 29%; Geburtsgewicht und fetales Wachstum.

- **Ergebnis:** In der Gesamtstichprobe wurde keine überzeugende Veränderung des Geburtsgewichts festgestellt; in der vorab festgelegten Untergruppe termingerecht geborener Kinder betrug der Unterschied +85 g; 95%-KI 3–167.
- **Haupteinschränkung:** Der Filter beeinflusst Partikel aus allen Quellen; die Intervention begann erst nach einem Teil der Organogenese; angeborene Fehlbildungen wurden nicht untersucht.
- **Bedeutung:** ein seltenes randomisiertes Null-/teilweise positives Ergebnis, wichtig für eine objektive Beurteilung des Korpus. Primärquelle.

MN-CADMIUM-2019 – Blut-Cadmium in einer UGAAR-Teilstudie.

- **Design und Stichprobe:** Biomarker-Studie mit 374 nichtrauchenden Teilnehmerinnen mit Lebendgeburten.
- **Exposition und Ergebnis:** Cadmium im Blut im dritten Trimester und Dichte der Kohleöfen innerhalb von 5 km; Geburtsgewicht und weitere Wachstumsmaße.
- **Ergebnis:** Eine Verdoppelung der Cadmiumkonzentration im Blut war mit einer Verringerung des Geburtsgewichts um 95 g verbunden; ein Anstieg der Ofendichte um einen Interquartilsabstand war mit einem Anstieg der Cadmiumkonzentration um 12,2% verbunden.
- **Haupteinschränkung:** später Biomarker; nur Lebendgeburten; Cadmiumquellen waren nicht ausschließlich mit Kohle verbunden.
- **Bedeutung:** Die Studie verbindet ein räumliches Merkmal der Kohleheizung mit der inneren Dosis und einem Endpunkt, nicht jedoch mit angeborenen Fehlbildungen. Primärquelle.

8.6. Indien

IN-FUEL-2021 – Haushaltsbrennstoff und Geburtsgewicht in NFHS-4.

- **Design und Stichprobe:** Querschnittsanalyse der nationalen Erhebung 2015–2016 zu termingerechten Einlingsgeburten.
- **Exposition und Ergebnis:** primärer Haushaltsbrennstoff; Geburtsgewicht.
- **Ergebnis:** Das angepasste mittlere Geburtsgewicht in der Kategorie „Kohle/Braunkohle/Holzkohle“ betrug 2.841 g gegenüber 2.957 g für Strom – ein Unterschied von 116 g.
- **Haupteinschränkung:** Mehrere Brennstoffe wurden zusammengefasst; eine Verzerrung durch sozioökonomische Störfaktoren war wahrscheinlich; das Gewicht beruhte teils auf Messungen, teils auf Erinnerungsangaben; angeborene Fehlbildungen wurden nicht untersucht.
- **Bedeutung:** ein großes unterstützendes Ergebnis zu Haushaltsbrennstoffen, bei dem Kohle selbst nicht isoliert wird. Primärquelle.

IN-CFPP-2024 – Nakkungu, Nähe zu Kohlekraftwerken.

- **Design und Stichprobe:** wirtschaftswissenschaftliche Masterarbeit, die die DHS-Daten 2019–2021 mit Kapazität, Erzeugung und Standort der Kraftwerke verknüpft.
- **Exposition und Ergebnis:** Wohnort innerhalb von 50 Kilometern und Kraftwerksmerkmale; Geburtsgewicht.
- **Ergebnis:** In der Nähe eines Kraftwerks mittlerer Leistung wurde das Geburtsgewicht auf etwa 40 g weniger geschätzt; jedes zusätzliche Gigawatt Kapazität entsprach einer Verringerung um 51,1 g.
- **Haupteinschränkung:** Die Arbeit wurde nicht als Zeitschriftenartikel begutachtet; großer Untersuchungsradius; Einschränkungen der Geburtsgewichtsdaten; CO₂ war ein Kapazitätsindikator, keine toxikologische Dosis.
- **Bedeutung:** ein nachrangiges Forschungssignal, das nicht auf dieselbe Evidenzstufe gestellt werden sollte wie begutachtete Kohortenstudien. Primärquelle.

8.7. Australien und Südafrika**AU-HAZELWOOD-2019 – der Brand im Tagebau-Kohlebergwerk Hazelwood.**

- **Design und Stichprobe:** regionale Kohorte mit 3.591 Einlingsgeburten; 763 Schwangerschaften überschritten sich zeitlich mit dem Brand.
- **Exposition und Ergebnis:** modellierte Mittel- und Spitzenkonzentrationen von brandbedingtem PM_{2.5} an der mütterlichen Adresse; fetales Wachstum und Schwangerschaftsreife.
- **Ergebnis:** Es wurde kein Zusammenhang mit dem fetalen Wachstum oder der Schwangerschaftsdauer gefunden; Hinweise gab es auf eine mögliche Effektmodifikation durch Schwangerschaftsdiabetes.
- **Haupteinschränkung:** ein akutes sechswöchiges Ereignis und kein chronischer Bergbau; angeborene Fehlbildungen wurden nicht untersucht; verwendet wurde die Wohnadresse der Mutter zum Zeitpunkt der Entbindung.
- **Bedeutung:** ein substanzielles Nullergebnis, das eine übermäßige Verallgemeinerung jeglicher Kohleexposition auf beliebige Ergebnisse einschränkt. Primärquelle.

ZA-CFPS-2025 – SAMRC-Bericht über Kohlekraftwerksgebiete.

- **Design und Stichprobe:** institutioneller Vergleich von Stadtbezirken mit und ohne Kohlekraftwerke anhand nationaler Luftqualitäts- und Gesundheitsdaten.
- **Exposition und Endpunkt:** Distriktkategorie; mehrere Endpunkte, darunter Lippen-Kiefer-Gaumenspalten.
- **Ergebnis:** Das SAMRC meldete mehr Fälle von Lippen-Kiefer-Gaumenspalten in Bezirken mit Kohlekraftwerken.

- **Haupteinschränkung:** Die für diese Untersuchung gefundenen Materialien enthalten keinen begutachteten Zeitschriftenartikel mit vollständig überprüfbaren Methoden und Effektschätzungen; das Design ist ökologisch.
- **Bedeutung:** Dies ist ein institutioneller Bericht aus der grauen Literatur und eine Grundlage für weitere Prüfungen, nicht das Äquivalent einer begutachteten Fall-Kontroll-Studie. Öffentliche Erklärung des SAMRC.

8.8. Was das vollständige Korpus zeigt

Es gibt direkte Studien zu angeborenen Fehlbildungen, aber es gibt wesentlich weniger Studien als Studien zum Geburtsgewicht, zur Schwangerschaftsdauer und zur kindlichen Entwicklung. Die direkten Studien umfassen sowohl positive Befunde als auch Gegenanalysen und Null-Biomarker-Ergebnisse. Eine ehrliche Zusammenfassung kann daher nicht sagen, dass „alle Studien das Gleiche bewiesen haben“.

Die stärkste Grundlage für kausale Überlegungen ergibt sich nicht aus einem einzelnen Artikel, sondern aus einer Kombination von Designs: Signale auf Gebietsebene, Studien im kritischen Fenster, persönliche Überwachung, Biomarker, Interventionen und natürliche Experimente nach Quellschließung. Dennoch werden diese verschiedenen Verbindungen fast nie in einer großen Kohorte mit einem vollständigen Register der Schwangerschaftsergebnisse zusammengefasst.

Im vorliegenden Korpus wurde für Kohleregionen in Kolumbien, Indonesien oder Deutschland keine direkte quellspezifische Studie zu angeborenen Fehlbildungen oder vollständigen Schwangerschaftsausgängen identifiziert. Dies ist ein Ergebnis der durchgeführten Recherche und kein Beweis dafür, dass keine derartigen Studien existieren. Ein maschinenlesbares Register aller 27 Einträge wird separat veröffentlicht, ersetzt jedoch nicht die hier dargestellten detaillierten Beschreibungen.

9. Kindergesundheit nach der Geburt

Quelle: L. A. Glebova, A. V. Bachina, E. V. Koskina und O. A. Obratsova. „Gesundheit der Kinderbevölkerung von Prokopjewsk im Zusammenhang mit Umweltproblemen“. *Medizin in Kusbass*. 2013;12(3):35–39.

- Alter: 0–14, ohne separate Analyse von Kindern unter einem Jahr, Alter 1–4, und Alter 5–14.
- Morbiditätszeitraum: 2003–2012; Emissionen: 2003–2011.
- Die Außenluft machte 75,6% der kombinierten anthropogenen und industriellen Belastung aus.

- Jahresmittelüberschreitungen: NO₂, 1,7–3 mal der Grenzwert; Benzo[a]pyren, 2,4–4,1; Schwebstaub, 1,3–2,2.
- Das krebserzeugende Risiko durch Ruß, $1,6 \times 10^{-4}$, wurde von den Autoren als nicht akzeptabel eingestuft.
- Angeborene Anomalien: Prokopjewsk $15,52 \pm 3,1$ je 1.000, Region $16,70 \pm 1,6$; $p = 0,76$ – kein signifikanter Unterschied zwischen den Mittelwerten.
- Wachstumsrate: 19,14% gegenüber 7,97% in der Region.
- Mit einjähriger Verzögerung: flüssige und gasförmige Emissionen und angeborene Fehlbildungen $r = 0,96$; $p = 0,0004$; Schwebstaub und angeborene Fehlbildungen $r = 0,87$; $p = 0,0025$.

Einschränkung: kurze aggregierte Zeitreihen, keine individuelle Exposition, mögliche gemeinsame Zeittrends und Verzerrung durch Störfaktoren. Dies ist eine eigenständige Evidenzlinie zur Gesundheit von Kindern und kein Beweis für eine intrauterine Ursache.

10. Alternative Erklärungen

Jede Kausalstudie muss sich mit Folgendem befassen:

Alternative	Warum es wichtig ist	Was muss gemessen werden
Diagnose und Registrierung	Verbesserte Ultraschalldiagnostik und Registrierung erhöhen die Erkennungsrate.	Jahr, Institution, Kriterien und Vollständigkeit des Registers
Krankenhaus	Unterschiede in der Berichterstattung der Krankenhäuser verändern die Ergebnisse auf Gebietsebene.	Ort der Diagnose und Geburt, Standardisierung
Nicht erfasste Schwangerschaftsausgänge	Schwere Fehlbildungen können in Statistiken zu Lebendgeburten fehlen	Verluste, Schwangerschaftsabbrüche, Totgeburten
Alter und Geschichte	das Grundrisiko verändern	Alter beider Elternteile, Parität, frühere Ergebnisse
Diabetes, Fettleibigkeit, Medikamente	etablierte Risikofaktoren für bestimmte Fehlbildungen	klinische Daten vor und während der Schwangerschaft
Folsäure, Ernährung, Infektionen	beeinflussen die Embryogenese	Biomarker, Behandlung, Labordiagnosen
Rauchen und Alkohol	individuelle Expositionen und mögliche Störfaktoren	Aktiv- und Passivrauchen, Biomarker
Elternberuf	Exposition vor der Empfängnis und während der Schwangerschaft	beruflicher Werdegang beider Elternteile

Alternative	Warum es wichtig ist	Was muss gemessen werden
Soziale Stellung	wirkt sich auf die Exposition und den Zugang zum Screening aus	Einkommen, Bildung, Pflege und Wohnen
Andere Quellen	Metallurgie, chemische Industrie, Transport und Heizung werden mit Kohle vermischt	Quellenaufteilung
Wohnortwechsel	Die Adresse bei der Geburt ist nicht unbedingt die Adresse während der Organogenese	vollständige zeitaufgelöste Adresshistorie
Genetik	Einige Fehlbildungen haben eine nachgewiesene genetische Ursache	Karyotyp, Sequenzierung, sofern angezeigt, Familiengeschichte

Alternative Erklärungen sind kein Beweis dafür, dass Umweltverschmutzung sicher ist. Sie definieren Anforderungen an das Studiendesign; der vollständige Satz von Faktoren und Möglichkeiten zu deren Messung ist oben dargestellt und wird in Abschnitt 11 weiter ausgeführt.

11. Minimaler Entwurf für eine Studie, die einer Antwort näher kommen kann

11.1. Bevölkerung und Ergebnisse

Alle klinisch erkannten Schwangerschaften in Kisseljowsk, Prokopjewsk, Nowokusnezsk und vergleichbaren Gebieten über mindestens 8–10 Jahre:

1. frühe klinisch erkannte Verluste;
2. späte Fehlgeburten;
3. Abbrüche nach pränataler Diagnose;
4. Totgeburten;
5. Lebendgeburten wurden mindestens ein Jahr lang, vorzugsweise länger, beobachtet.

11.2. Kritische Fenster

- die drei Monate vor der Empfängnis;
- Wochen 1–4, 5–8, und 9–12 getrennt;

- spätere Trimester;
- tatsächliche Wohn- und Arbeitsadressen, Umzüge und außerhalb der Stadt verbrachte Zeit.

11.3. Externe Exposition

Ein unabhängiges Netzwerk mit einheitlicher Qualitätskontrolle:

- PM2.5 und PM10 mit chemischer Analyse von Filtern;
- schwarzer Kohlenstoff;
- ein Panel aus PAK, nicht Benzo[a]pyren allein;
- As, Cd, Pb, Hg, Mn, Ni, Cr und andere Elemente;
- SO₂, NO/NO₂/NO_x, CO, O₃, Formaldehyd, Benzol und Phenol;
- abgelagerter Staub, Wasser und Erde;
- Meteorologie und Mischschichthöhe.

Das Quellenmodell muss Betriebsmuster von Tagebauen, Sprengungen, Mülldeponienbränden, Transport, Kesselhäusern, Koksproduktion und Metallurgie umfassen.

11.4. Interne Dosis

In einer prospektiven Unterkohorte, die vor oder zu Beginn der Schwangerschaft rekrutiert wurde:

- wiederholte Blut- und Urinproben;
- PAK-Metaboliten;
- Metalle in validierten Biomatrizen;
- Marker für Entzündung und oxidativen Stress;
- Plazenta und Nabelschnurblut;
- Vorab spezifizierte DNA-Addukte und mechanistische Marker.

11.5. Phänotypisierung

Nicht nur **Q00-Q99**, sondern spezifische Formen:

- Anenzephalie, Spina bifida, Enzephalozele;
- Subtypen angeborener Herzfehler;
- CAKUT getrennt von anderen Urogenitalanomalien;

- Defekte der Gliedmaßenreduktion;
- Lippenpalte mit oder ohne Gaumenspalte und isolierte Gaumenspalte;
- chromosomale und etablierte monogene Ursachen.

Die Diagnose sollte von einer gegenüber der Exposition blinden Gruppe bestätigt werden.

11.6. Analyse und Offenheit

- Vorregistrierung des Protokolls und der Hypothesen;
- Leistungsberechnung für seltene Phänotypen;
- Mischungs-, Quellen- und verteilte Verzögerungsmodelle;
- vorgegebene Regeln für fehlende Daten und Mehrfachvergleiche;
- Negativkontrollperioden;
- unabhängige Replikation;
- Zugriff auf anonymisierte Daten und Codes im Rahmen der ärztlichen Schweigepflicht.

11.7. Ein realistisches zweistufiges Design

Stufe A: Retrospektive Verknüpfung von Registern, die sämtliche Schwangerschaftsausgänge über 10–15 Jahre erfassen, mit Adressverläufen und Verschmutzungsmodellen.

Stufe B: eine prospektive Unterkohorte von mehreren tausend Frauen mit persönlichen Monitoren und wiederholtem Biomonitoring.

Das große Register bietet die erforderliche Teststärke für seltene angeborene Fehlbildungen; die Unterkohorte validiert das Dosismodell.

Die Abschnitte 11.1–11.7 bilden ein vollständiges, testbares Design: Population, Expositionsfenster, externe und interne Dosis, Phänotypisierung, Analyse, Offenheit und eine realistische zweistufige Struktur.

12. Die Rechte von Frauen und Kindern

Eine juristisch korrekte Formulierung:

Das Recht einer Frau besteht nicht auf einer staatlichen Garantie für ein perfektes Schwangerschaftsergebnis, sondern auf Bedingungen, die vermeidbare Risiken für sie und ihr zukünftiges Kind minimieren: eine saubere Umwelt, die Vermeidung gefährlicher Expositionen, zuverlässige Informationen und einen wissenschaftlich fundierten Schutz der reproduktiven Gesundheit.

Russische Rechtsgrundlage

- Verfassung der Russischen Föderation, Artikel 38: Schutz der Mutterschaft und Kindheit.
- Artikel 41: das Recht auf Gesundheitsschutz und medizinische Versorgung.
- Artikel 42: ein günstiges Umfeld, verlässliche Informationen darüber und Entschädigung für Schäden, die durch einen Umweltverstoß verursacht wurden.
- Bundesgesetz Nr. 323-FZ, Artikel 18: Der Gesundheitsschutz wird teilweise durch Umweltschutz gewährleistet.
- Bundesgesetz Nr. 7-FZ: das Recht auf eine günstige Umwelt, die Vermutung einer Umweltgefährdung durch geplante Aktivitäten, Folgenabschätzung und Schadensverhütung.
- Bundesgesetz Nr. 52-FZ: Das gesundheitliche und epidemiologische Wohlbefinden hängt mit der Abwesenheit schädlicher Umwelteinflüsse zusammen.

Internationale Rechtsgrundlage

- Internationaler Pakt über wirtschaftliche, soziale und kulturelle Rechte, Artikel 12.
- Allgemeine Bemerkungen des UN-Komitees Nr. 14, 22, und 27: Gesundheit umfasst Umwelt- und Informationsdeterminanten, einschließlich Determinanten der reproduktiven Gesundheit.
- CEDAW, Artikel 12 und Allgemeine Empfehlung Nr. 24.
- Übereinkommen über die Rechte des Kindes, Artikel 24.
- Allgemeiner Kommentar des Ausschusses für die Rechte des Kindes Nr. 26: saubere Luft, eine ungiftige Umgebung und hochwertige Daten über schwangere Frauen, Säuglinge und Kinder in kritischen Entwicklungsphasen.

- Resolution 76/300 der UN-Generalversammlung zum Recht auf eine saubere, gesunde und nachhaltige Umwelt.

Einschränkungen:

- Diese Normen garantieren nicht, dass ein Kind keine Krankheit hat.
- Allgemeine Kommentare von Vertragsorganen sind nicht gleichbedeutend mit einem Urteil eines russischen Gerichts;
- ein Beschluss der Generalversammlung hat ein anderes rechtliches Gewicht als ein ratifizierter Vertrag;
- Eine individuelle Entschädigung erfordert im Allgemeinen einen Schaden, einen Verstoß und einen Kausalzusammenhang.

Die überprüfbare Rechtsgrundlage ist oben dargelegt; anklickbare Links zur Verfassung, zu den Bundesgesetzen und zu den UN-Dokumenten sind in Abschnitt 16 zusammengestellt.

13. Ökozid: Grenzen des Begriffs

Artikel 358 des Strafgesetzbuches der Russischen Föderation definiert Ökozid als Massenvernichtung von Pflanzen- und Tierleben, Vergiftung der Atmosphäre oder der Wasserressourcen und andere Handlungen, die eine Umweltkatastrophe verursachen können.

Die hier zusammengestellten medizinischen Materialien beweisen nicht die Tatbestandsmerkmale. Für eine strafrechtliche Schlussfolgerung sind nachgewiesene Taten, ein verantwortliches Subjekt, Schuld, Ausmaß, Kausalität und Einstufung durch eine zuständige Behörde oder ein zuständiges Gericht erforderlich.

Stand Oktober 2026, Ökozid ist nach dem derzeit geltenden Römischen Statut kein eigenständiges fünftes Verbrechen. Vanuatu hat mit Unterstützung von Fidschi und Samoa Änderungen vorgeschlagen; der Prozess ist noch nicht abgeschlossen. Die Staatsanwaltschaft des Internationalen Strafgerichtshofs befasst sich mit Umweltschäden durch die im Statut enthaltenen Straftaten.

Der Titel des Artikels bleibt daher eine Frage. Dieser Abschnitt bildet die Grundlage für die Unterscheidung zwischen der öffentlichen und der strafrechtlichen Bedeutung des Begriffs. Primäre Rechtsdokumente sind in Abschnitt 16 verlinkt.

14. Was steht über die Evidenzlücke fest und was bleibt eine Hypothese?

Festgestellt

- Es gibt offizielle Reihen zu angeborenen Fehlbildungen und Umweltverschmutzung, die jedoch hauptsächlich als Aggregate veröffentlicht werden.
- Bachina und Co-Autoren identifizierten gebietsbezogene und zeitliche Signale und schlugen eine stärkere Überwachung vor.
- In öffentlichen Quellen wurde keine Fortsetzung dieser Linie auf der Ebene der individuellen Exposition während der Schwangerschaft gefunden.
- Der Artikel über Schwangerschaftsabbrüche im Zeitraum 2012–2021 stellte eine Zunahme von Fehlbildungen des Zentralnervensystems fest, analysierte jedoch nicht die Umweltverschmutzung.
- Gulyaevs Forschungslinie untersucht die genetische Anfälligkeit in kleinen, teilweise überlappenden Stichproben ohne persönliche Dosismessungen.
- Laut einem 2020-Dokument führte der Hydrometeorologische Dienst in Kiseljowsk keine regelmäßigen Beobachtungen durch.
- In der internationalen Literatur finden sich wiederkehrende Signale und Naturexperimente, vollständige Kausalketten sind jedoch selten.

Nicht festgestellt

- Die Ursache der angeborenen Fehlbildungen bei den Töchtern von Natalia Zubkova.
- Schadstoffdosen während ihrer Schwangerschaften.
- Ein Verbot für Bachina, das Thema fortzusetzen.
- Das völlige Fehlen jeglicher nichtöffentlicher oder unveröffentlichter Forschung in Kusbass.
- Dass die staatlichen Behörden nach den Probenahmen von 2020 keine Maßnahmen ergriffen haben.
- Die Motive einzelner Forscher, Institutionen oder Beamter.
- Eine gesetzlich festgestellte Tatsache des Ökozids.

Unterstützte öffentliche Schlussfolgerung

Die überprüften öffentlichen Materialien enthalten genügend Warnsignale, um Vorsichtsmaßnahmen und eine große Studie zu rechtfertigen. Sie begründen keine individuelle Ursache. Es wurde kein öffentlich überprüfbares System gefunden, das Quelle, Dosis während des kritischen Fensters und das vollständige Schwangerschaftsergebnis miteinander verbindet.

15. Ungelöste Fragen

1. Was ist der genaue Zeitraum von Bachinas Datensatz mit 6.813 Fällen: 2000–2012 oder 2005–2012?
2. Was waren die r , der Koeffiziententyp und die zugrunde liegenden Beobachtungen für jede Korrelation im Kapitel 5 der vollständigen Dissertation?
3. Waren in Bachinas Register Totgeburten und Abbrüche nach pränataler Diagnose enthalten?
4. Wie wurde der „Schadstoffbeitrag von bis zu 26,43%“ berechnet?
5. Wurde nach 2012, eine vergleichbare Kommunalserie fortgesetzt und wo findet sie statt?
6. Wie vollständig ist das unter dem Erlass Nr. 268 des russischen Gesundheitsministeriums eingerichtete Regionalregister?
7. Wo sind die Ergebnisse der außerplanmäßigen Inspektion des Kesselhauses Nr. 25 und der Folgemessungen?
8. Wie groß ist das genaue Ausmaß der Überschneidung zwischen den klinischen Stichproben in Gulyaevs Veröffentlichungen?
9. Welche großen Projekte zu Schwangerschaft und Umweltverschmutzung wurden eingereicht, finanziert oder abgelehnt?
10. Welche industriellen Umweltüberwachungsdaten sind nach Tag und Quelle verfügbar?
11. Sind separate Indikatoren für die öffentliche Gesundheit für Kinder unter einem Jahr im Alter 1–4, 0–4, und 5–14 in Kohlebergbaustädten verfügbar?
12. Welche Studien zur reproduktiven Gesundheit von Männern verwendeten eine individuelle Bewertung der kohlebedingten Exposition?

16. Wichtigste Primärquellen

Russland und Kusbass

- Bachina, A. V. Dissertation und Zusammenfassung der Dissertation. Kemerowo, 2015.
- Bachina, A. V., et al. „Hygienische Begründung eines regionalen Modells zur Überwachung angeborener Pathologie im Kusbass“. 2017.
- Shabaldin, A. V., et al. Studie über angeborene Fehlbildungen in Kemerowo. 2014.
- Glebova, L. A., et al. Kindergesundheit in Prokopjewsk. 2013.
- Glebova, L. A., Bachina, A. V. und Koskina, E. V. Prioritäten für soziale und hygienische Überwachung. 2013.
- Saltykova, P. E., et al. Schwangerschaftsabbrüche aufgrund angeborener Fehlbildungen. 2024.
- Gulyaeva, O. N., et al.: 2018, 2021, 2022, 2023, 2024-1, 2024-2.
- Verordnung Nr. 268 des russischen Gesundheitsministeriums.
- Staatliche Berichte der Rospotrebnadzor-Verwaltung für das Gebiet Kemerowo–Kusbass; genaue Tabellen- und Seitenangaben zu den verwendeten Werten stehen in Abschnitt 2.
- Kisseljowsk-Dokumente und „Der Tag, an dem die Luft gemessen wurde“.

Internationale Studien

- Ahern et al., 2011: DOI. – Lamm et al., 2014: PubMed.

- Cooper, Walker, Christian, 2022: PMC.
- Li et al., Shanxi: DOI.
- Tang et al., Tongliang: DOI.
- Perera et al., nach der Werksschließung: PMC.
- Molekulare Befunde von Tongliang: PMC.
- Dejmek et al., Teplice: PMC.
- Mohorovic, Plomin: PubMed.
- UGAAR: PubMed.
- Mongolei, Cadmium: PubMed.
- Kraftwerksschließungen in Kalifornien: PMC.
- Yang, M. und Chou, S.-Y., 2018. Schließung eines Kohlekraftwerks in Pennsylvania und Schwangerschaftsergebnisse in windabwärts gelegenen Gebieten von New Jersey: DOI.

Gesetz

- Verfassung der Russischen Föderation.
- Bundesgesetz Nr. 323-FZ.
- Bundesgesetz Nr. 7-FZ.
- Bundesgesetz Nr. 52-FZ.
- Allgemeiner Kommentar des UN-Komitees Nr. 14.
- Allgemeiner Kommentar des Ausschusses für die Rechte des Kindes Nr. 26.
- Artikel 358 des Strafgesetzbuches der Russischen Föderation.
- Vanuatu-Vorschlag zum Ökozid.