IFA
Institut für Arbeitsschutz der
Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung

# Zum Verhältnis von A- und E-Staub: Eine Betrachtung an den Beispielen Cobalt und Nickel

6. Symposium „Gefahrstoffe am Arbeitsplatz"

Dresden - 2022

11. Mai – 12. Mai 2022; Dr. Cornelia Wippich

# Hintergrund – Cobalt / Nickel

©abet-Fotolia

- **Beispiele zur Anwendung von Cobalt:**
  - zum Bilden von Legierungen
  - Färbemittel (für Plastik, Glas, Keramik, Gewebe)
  - Batterien-, Magnetherstellung
  - Diamantschneidewerkzeug
- **Beispiele zur Anwendung von Nickel:**
  - Herstellung chemisch resistenter Materialien
  - Batterien
  - Galvanotechnik
  - Katalysator in der chemischen Industrie und Lebensmittelindustrie

**<u>Hauptexposition:</u>**

**Inhalation von Metallpartikeln oder -dämpfen**

# Gefährdungen und Beurteilungsmaßstäbe Cobalt

Krebserkrankungen der Atemwege → Lungenkrebs

Cobalt-haltiges Hartmetall (z. B. mit Wolfram-Carbid):

CLP Carc. 1A: Stoffe, die beim Menschen Krebs erzeugen.

Anorganische Cobalt-Verbindungen:

CLP Carc. 1B: Stoffe, die wahrscheinlich beim Menschen karzinogen wirken.

**Expositions-Risiko-Beziehung (ERB) für A-Fraktion**

**0,5 µg/m³** (Akzeptanzkonzentration); Akzeptanzrisiko: 4 : 10.000

**5,0 µg/m³** (Toleranzkonzentration); Toleranzrisiko: 4 : 1.000

# Gefährdungen und Beurteilungsmaßstäbe Nickel

- allergische Reaktionen
- Atemwegssensibilisierung, chronische Entzündungen
- Krebserkrankungen der Atemwege

<u>Nickeloxide und Nickelmischoxide:</u>

CLP Carc. 1A
ERB: AK **6 µg/m³** (in der A-Fraktion)

<u>Nickel und –verbindungen und Nickelmetall:</u>

CLP Carc. 2*:* Stoffe, bei denen ein Verdacht auf eine karzinogene Wirkung beim Menschen besteht.

Arbeitsplatzgrenzwert (AGW): **30 µg/m³ (**in der E-Fraktion)

# Warum muss man die Fraktionen in einander umrechnen?

In frühen Jahren der Expositionsmessung wurde keine alveolengängige Fraktion (A-Fraktion) erfasst;
Notwendig für z. B.:

→ Retrospektive Bewertung von Arbeitsplätzen

→ Überwachung der Ni/Co Exposition

→ Ermittlung von Berufskrankheiten

→ Epidemiologische Studien

©notnec - Fotolia

# Vorgehen bei fehlenden Daten in einer Fraktion

© Dmitry - stock.adobe.com

Welche Möglichkeiten sind denkbar, wenn Messungen z. B. aus der A-Fraktion fehlen?

1. Messungen aus anderen Ländern
2. Aktuelle Messungen verwenden
3. Konzentration der einatembaren Fraktion = Konzentration der alveolengängigen Fraktion

→ **Alle Varianten stark fehlerbehaftet**

→ <u>Lösung:</u> Mathematisches Modell
- Nutzung aller bisherigen Daten
- „Einfache" Näherung

→ Wie sehen die Funktionen aus?

# Datenauswahl (1)

**Nickel:**
32.882 Datensätze

**Cobalt:**
17.445 Datensätze

**Expositionsdatenbank MEGA**

**Zusammenführen zu Parallelmessungen**

Berücksichtigung von Voraussetzungen und Einschränkungen

# Voraussetzungen & Einschränkungen

© Olivier Le Moal - Fotolia

**Wann sind Messungen wirklich „parallel"?**

1. Wenn die Nickel/Cobalt Konzentration und die alveolengängige Fraktion, sowie Nickel/Cobalt und einatembare Fraktion vom selben Filter ermittelt wurden

2. Dieselbe Berichtsnummer, Industriesektor, Arbeitsbereich, Probenahmeart, -zeit, -dauer

**Einschränkungen:**

- Ausschluss von Messwerten < Bestimmungsgrenze
- Keine Messungen mit Messdauer < 2 h
- Beginn und Ende der Messung beider Fraktionen max. ± 5 min
- Nur MW mit A-Staub Konzentrationen ≤ E-Staub Konzentrationen

# Datenauswahl (1)

**Zusammenführen zu Parallelmessungen**

Berücksichtigung von Voraussetzungen und Einschränkungen

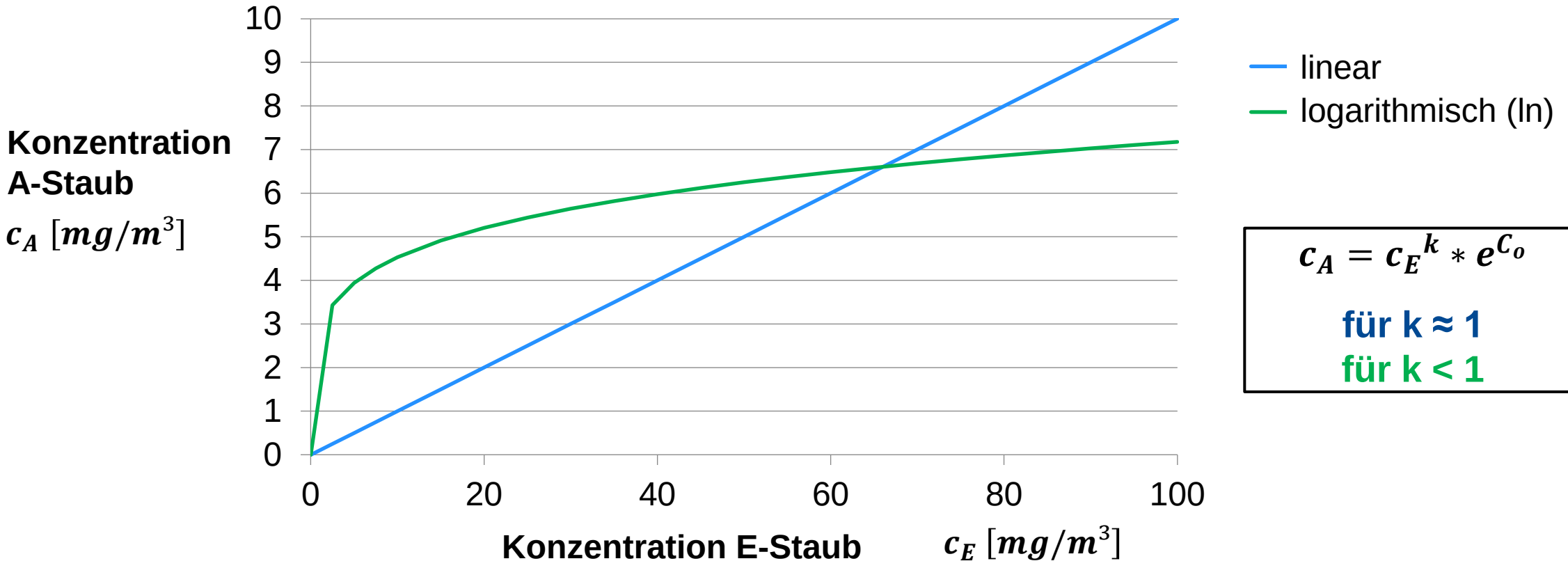
**Nickel:**
551 MW-Paare
**Cobalt:**
639 MW-Paare

**Expositionsdatenbank MEGA**

**Nickel:**
32.882 Datensätze

**Cobalt:**
17.445 Datensätze

# Korrelation von alveolengängigem und einatembarem Staub

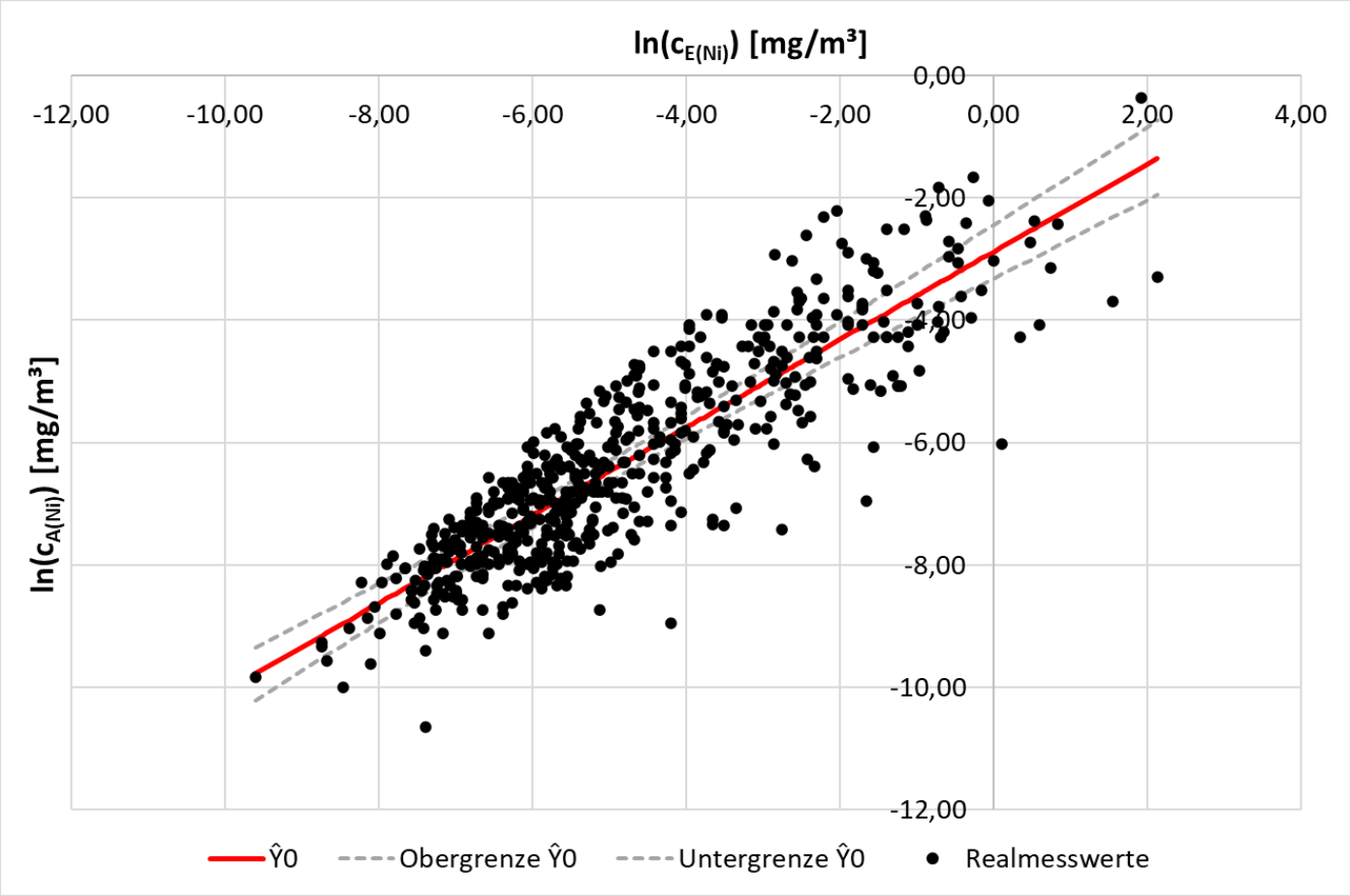



$$c_A = {c_E}^k * e^{C_o}$$

**für k ≈ 1**
**für k < 1**

**Plot 1:** Mögliche Regressionsfunktionen für die Korrelation von A- und E-Staub nach Rücktransformation

# Der Gesamtdatensatz (exemplarisch für Nickel)




**Plot 2:** Nickel Konzentrationen im A-Staub $c_{A(Ni)}$, vs. E-Staub $c_{E(Ni)}$, ln-transformiert;
$n$ = 551; Lineare Regression

$$\ln\left(c_{A(Ni)}\right) = 0{,}726 * \ln\left(c_{E(Ni)}\right) - 2{,}835$$

$$R = 0{,}876; korr.R^2 = 0{,}767$$

**76,7 % der Variation von $\ln\left(c_{A(Ni)}\right)$ werden durch die Variation von $\ln\left(c_{E(Ni)}\right)$ erklärt**

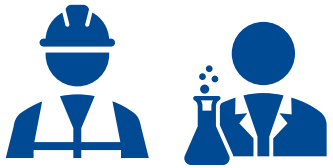
# Bilden unabhängiger Gruppen

Gesamtdatensätze
Nickel / Cobalt
(*n* = 551 / 639)

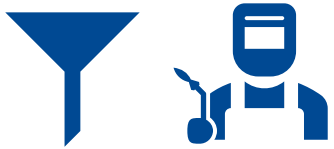
Unterscheidung nach Probennahmeart

Technische Informationen und Vorstudie zu A- und E-Staub

Wie z. B. Industriesektor, Tätigkeiten, oder Material



Tätigkeitsgruppen



Nicht-systematische „heuristische Gruppen“

# Von technischen Informationen zu Tätigkeitsgruppen

**Gesamtdatensatz Co (*n* = 639)**

Probenahmeart: Personengetragen *n* = 515

**Gesamtdatensatz Ni (*n* = 551)**

Probenahmeart: Stationär und personengetragen

**Heißverarbeitung** (*n(Co)* = 145; *n(Ni)* = 250)
**Füllen/Transport/Lagern** (*n(Co)* = 49; *n(Ni)* = 42)
**Spanende Bearbeitung** (*n(Co)* = 243; *n(Ni)* = 198)

Schweißen (*n* = 96)
Schleifen (*n* = 161)

**Kernproblem:**
Schleif-Anteil

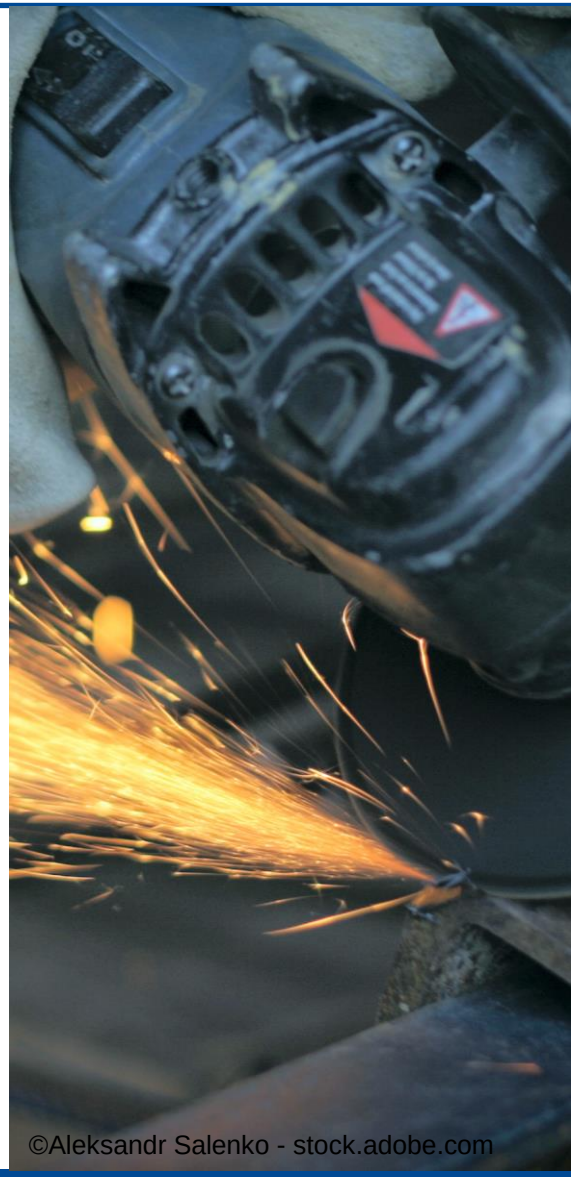
Schweißen (SA < 5 %) untransformiert (*n* = 91)
Schweißen (SA > 5 %) transformiert (*n* = 91)
Hochtemperaturschneiden (*n* = 48)
Schleifen (*n* = 156)

# Tätigkeitsgruppen

Zugrunde liegende Funktion: $c_A = {c_E}^k * e^{C_o}$

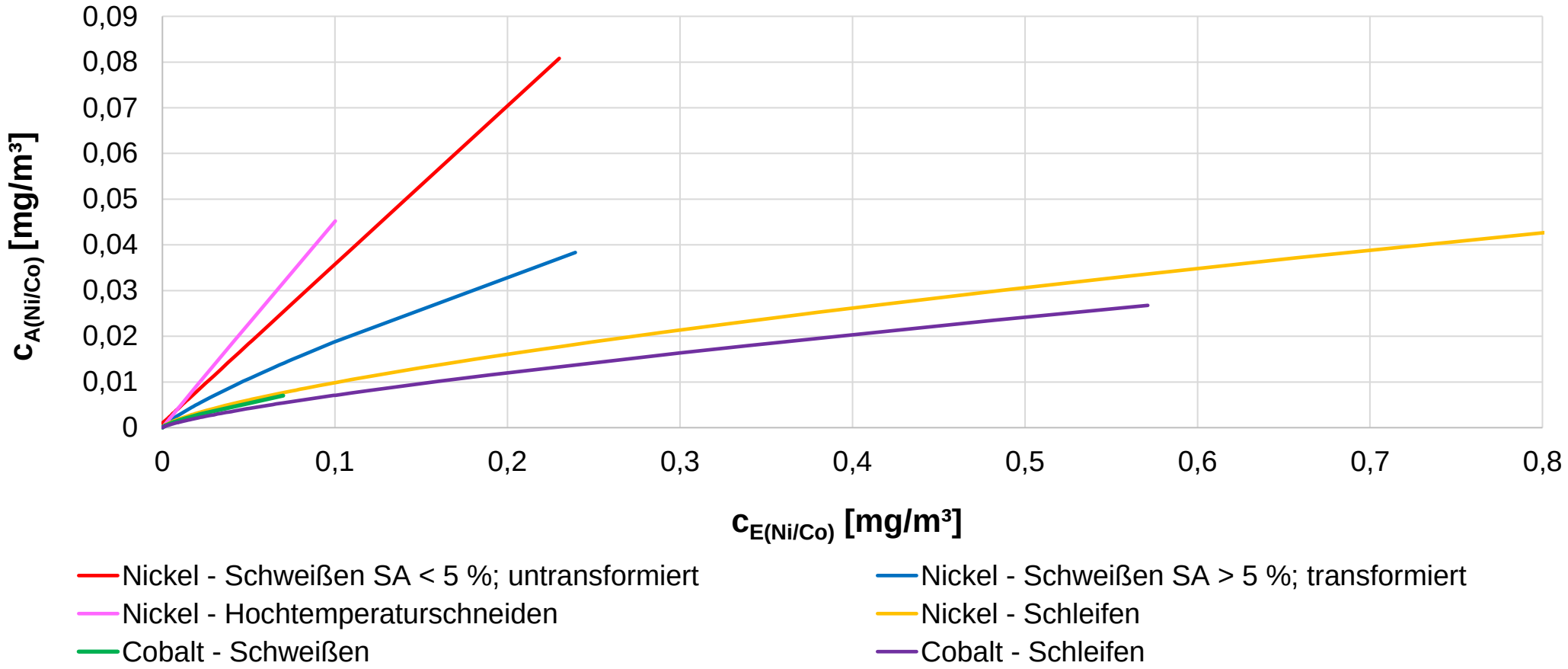
**Tab.1:** Gütemaße und Regressionskoeffizienten für Umrechnungsfunktionen der Tätigkeitsgruppen

| Gruppe | *R* | *korr. R²* | *n* | $C_0$ | *k* |
|---|---|---|---|---|---|
| Heißverarbeitung (Co) | 0,845 | 0,711 | 145 | -3,083 ± 0,275 | 0,734 ± 0,039 |
| Heißverarbeitung (Ni) | 0,793 | 0,628 | 250 | -1,801 ± 0,239 | 0,870 ± 0,042 |
| Füllen/Transport/Lagern (Co) | 0,876 | 0,762 | 49 | -3,407 ± 0,310 | 0,739 ± 0,064 |
| Füllen/Transport/Lagern (Ni) | 0,864 | 0,741 | 42 | -3,290 ± 0,368 | 0,746 ± 0,068 |
| Spanende Bearbeitung (Co) | 0,845 | 0,713 | 234 | -3,418 ± 0,172 | 0,722 ± 0,030 |
| Spanende Bearbeitung (Ni) | 0,822 | 0,777 | 198 | -2,956 ± 0,124 | 0,713 ± 0,027 |



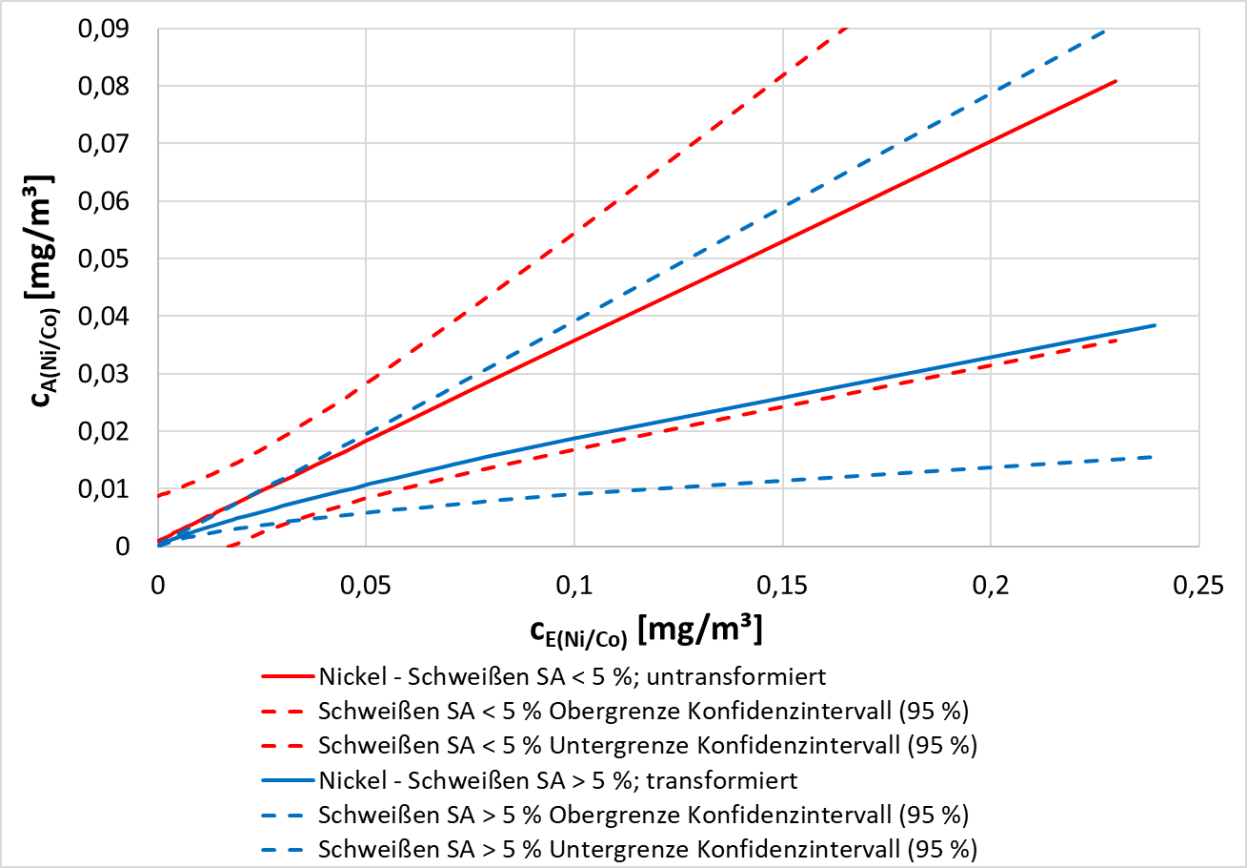
©Aleksandr Salenko - stock.adobe.com

# Nicht-systematische „heuristische“ Gruppen (1)




**Plot 4:** Vergleich der verschiedenen heuristischen Gruppen für Nickel und Cobalt ohne Realmesswerte

# Nicht-systematische „heuristische“ Gruppen (2)




Schweißen (SA < 5 %) untransformiert

$$c_{A(Ni)} = c_{E(Ni)} * 0{,}347 + 0{,}001$$

$$R = 0{,}852; korr.R^2 = 0{,}724; n = 91$$

(vs. $R = 0{,}620; korr.R^2 = 0{,}377; n = 91$)

Schweißen (SA > 5 %) ln-transfomiert:

$$c_{A(Ni)} = {c_{E(Ni)}}^{0{,}816} * e^{-2{,}094}$$

$$R = 0{,}912; korr.R^2 = 0{,}830; n = 91$$

(vs. $R = 0{,}679; korr.R^2 = 0{,}455; n = 91$)

**Plot 5:** Vergleich der Umrechnungsfunktionen für Schweißen mit verschiedenen Schleifanteilen (SA) ohne Realmesswerte

# Anwendungsgrenzen der Funktionen

- Spezifisch für Nickel/Cobalt-Stauberzeugende Prozesse in Deutschland zwischen 2011 und 2020 und die verwendeten Probenahmesysteme.
- Tätigkeitsgruppen werden von großen Untergruppen dominiert.
- Im Fall von „Schweißen” ist der Schleifanteil wichtig, da er die Elementkonzentration und die damit verbundene Umrechnungsfunktion beeinflusst.

©Gajus - stock.adobe.com

# Zusammenfassung und Ausblick

- Verschiedene Umrechnungsfunktionen für diverse Tätigkeitsgruppen von Ni und Co
- Kein linearer Zusammenhang zwischen Ni und Co-Konzentrationen in A- und E-Staub (Ausnahme: Schweißen mit Schleifanteil < 5 %)

→ **Keine linearen Funktionen (kein einfacher Faktor)** (außer für Schweißen mit SA < 5 %)

- Ni / Co Exposition ist abhängig von der **Tätigkeit** (und damit auch von der Partikelgröße)
- Im Fall von Schweißen und Heißverarbeitung sollte der **Schleifanteil** mit berücksichtigt werden.

**Ausblick:**

- Vergleich mit internationalen Messwerten und anderen Probenahmesystemen
- Weitere Messungen zur Verifizierung der Funktionen nötig

# Paper

- **Estimating nickel exposure in respirable dust from nickel in inhalable dust**
  Autoren: Wippich, Koppisch, Pitzke, Breuer
  Journal: International Journal of Hygiene and Environmental Health (2021)
  DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2021.113838

- **Estimating cobalt exposure in respirable dust from cobalt in inhalable dust**
  Autoren: Wippich, Koppisch, Pitzke, Breuer
  Journal: International Journal of Hygiene and Environmental Health (2022)
  DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2022.113965

© Olga Yastremska, New Africa, Africa Studio

IFA
Institut für Arbeitsschutz der
Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

©stetsko - stock.adobe.com