

Kapitel 9

Anhang

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-------|--|-----|
| 9.1 | Anhang 1: Charakterisierungsfaktoren für Metalle und fossile Rohstoffe | 88 |
| 9.1.1 | Metalle | 88 |
| 9.1.2 | Fossile Rohstoffe | 124 |
| 9.2 | Anhang 2: Wirkungsindikatorbeiträge | 128 |
| 9.3 | Anhang 3: Distance-to-Target-Werte | 130 |
| 9.4 | Anhang 4: Globale Produktionsdaten | 132 |
| 9.5 | Anhang 5: Maximale normalisierte Distance-to-Target-Werte | 133 |
| 9.6 | Anhang 6: Normalisierte Distance-to-Target-Werte | 134 |
| 9.7 | Anhang 7: Auswertung der Stakeholderbefragung | 136 |
| 9.7.1 | Minenkapazität | 136 |
| 9.7.2 | Nachfragewachstum | 137 |
| 9.7.3 | Primärmaterialanteil | 138 |
| 9.8 | Anhang 8: Darstellung der Berechnung der Charakterisierungsfaktoren am Beispiel Silber | 139 |
| 9.8.1 | Bewertung der Teildimension „Physische Verfügbarkeit“ | 139 |
| 9.8.2 | Bewertung der Teildimension „Sozio-ökonomische Verfügbarkeit“ | 140 |

9.1 Anhang 1: Charakterisierungsfaktoren für Metalle und fossile Rohstoffe

9.1.1 Metalle

Aluminium

| Aspekte | Charakterisierungsfaktoren |
|---|----------------------------|
| Physische Verfügbarkeit | |
| AADP ($\frac{kg\ Sb - \ddot{A}qv.}{kg}$) | 4,46E-06 |
| ADP ($\frac{kg\ Sb - \ddot{A}qv.}{kg}$) | 1,09E-09 |
| Sozio-ökonomische Verfügbarkeit | |
| Politische Stabilität (PS in $\frac{1}{kg}$) | 2,24E+07 |
| Nachfragewachstum (NFW in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Koppelproduktion (Kop in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Primärmaterialeinsatz (PE in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Minenkapazität (MK in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Unternehmenskonzentration (Konz_U in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Konzentration der Reserven (Konz_R in $\frac{1}{kg}$) | 1,91E+06 |
| Konzentration der Produktion (Konz_P in $\frac{1}{kg}$) | 7,86E+06 |
| Handelshemmnisse (HH in $\frac{1}{kg}$) | 1,87E+07 |
| Realsierbarkeit von Explorationsvorhaben (REX in $\frac{1}{kg}$) | 2,10E+07 |
| Preisschwankungen (PRS in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Gesellschaftliche Akzeptanz ¹ | |
| Sozial (-) | 27,49 |
| Umwelt (-) | 72,18 |

¹ Beide Kategorien der Dimension „Gesellschaftliche Akzeptanz“ sind dimensionslos.

Antimon

| Aspekte | Charakterisierungsfaktoren |
|---|-----------------------------------|
| Physische Verfügbarkeit | |
| AADP ($\frac{kg\ Sb - \ddot{A}qv.}{kg}$) | 1 |
| ADP ($\frac{kg\ Sb - \ddot{A}qv.}{kg}$) | 1 |
| Sozio-ökonomische Verfügbarkeit | |
| Politische Stabilität (PS in $\frac{1}{kg}$) | 9,8E+09 |
| Nachfragewachstum (NFW in $\frac{1}{kg}$) | 9,32E+08 |
| Koppelproduktion (Kop in $\frac{1}{kg}$) | 5,82E+08 |
| Primärmaterialeinsatz (PE in $\frac{1}{kg}$) | 5,20E+09 |
| Minenkapazität (MK in $\frac{1}{kg}$) | 5,05E+08 |
| Unternehmenskonzentration (Konz_U in $\frac{1}{kg}$) | 4,23E+09 |
| Konzentration der Reserven (Konz_R in $\frac{1}{kg}$) | 3,01E+09 |
| Konzentration der Produktion (Konz_P in $\frac{1}{kg}$) | 1,55E+10 |
| Handelshemmnisse (HH in $\frac{1}{kg}$) | 6,02E+09 |
| Realsierbarkeit von Explorationsvorhaben (REX in $\frac{1}{kg}$) | 1,12E+10 |
| Preisschwankungen (PRS in $\frac{1}{kg}$) | 9,49E+09 |
| Gesellschaftliche Akzeptanz | |
| Sozial (-) | 73,70 |
| Umwelt (-) | 83,23 |

Beryllium**Aspekte****Charakterisierungsfaktoren**

Physische Verfügbarkeit

$$\text{AADP} \left(\frac{\text{kg Sb} - \ddot{\text{A}}\text{qv.}}{\text{kg}} \right)$$

1,72E+01

$$\text{ADP} \left(\frac{\text{kg Sb} - \ddot{\text{A}}\text{qv.}}{\text{kg}} \right)$$

1,26E-05

Sozio-ökonomische Verfügbarkeit

$$\text{Politische Stabilität (PS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Nachfragewachstum (NFW in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,14E+12

$$\text{Koppelproduktion (Kop in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

3,49E+11

$$\text{Primärmaterialeinsatz (PE in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

2,94E+12

$$\text{Minenkapazität (MK in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,70E+13

$$\text{Unternehmenskonzentration (Konz_U in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

3,40E+12

$$\text{Konzentration der Reserven (Konz_R in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

6,32E+12

$$\text{Konzentration der Produktion (Konz_P in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,70E+13

$$\text{Handelshemmnisse (HH in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Realsierbarkeit von Explorationsvorhaben (REX in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Preisschwankungen (PRS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

6,88E+12

Gesellschaftliche Akzeptanz

Sozial (-)

1,32

Umwelt (-)

54,35

Bismut**Aspekte****Charakterisierungsfaktoren**

Physische Verfügbarkeit

$$\text{AADP} \left(\frac{\text{kg Sb} - \text{Äqv.}}{\text{kg}} \right)$$

n/a

$$\text{ADP} \left(\frac{\text{kg Sb} - \text{Äqv.}}{\text{kg}} \right)$$

4,11E-02

Sozio-ökonomische Verfügbarkeit

$$\text{Politische Stabilität (PS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

3,90E+11

$$\text{Nachfragewachstum (NFW in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Koppelproduktion (Kop in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

2,87E+11

$$\text{Primärmaterialeinsatz (PE in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

3,87E+11

$$\text{Minenkapazität (MK in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Unternehmenskonzentration (Konz_U in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

2,36E+11

$$\text{Konzentration der Reserven (Konz_R in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

4,49E+11

$$\text{Konzentration der Produktion (Konz_P in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

2,86E+11

$$\text{Handelshemmnisse (HH in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

2,85E+11

$$\text{Realsierbarkeit von Explorationsvorhaben (REX in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

4,98E+11

$$\text{Preisschwankungen (PRS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

6,68E+11

Gesellschaftliche Akzeptanz

Sozial (-)

35,12

Umwelt (-)

90,63

Blei**Aspekte****Charakterisierungsfaktoren**

Physische Verfügbarkeit

$$\text{AADP} \left(\frac{\text{kg Sb} - \ddot{\text{A}}\text{qv.}}{\text{kg}} \right)$$

5,95E-04

$$\text{ADP} \left(\frac{\text{kg Sb} - \ddot{\text{A}}\text{qv.}}{\text{kg}} \right)$$

6,34E-03

Sozio-ökonomische Verfügbarkeit

$$\text{Politische Stabilität (PS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

2,08E+08

$$\text{Nachfragewachstum (NFW in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

5,10E+07

$$\text{Koppelproduktion (Kop in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,62E+07

$$\text{Primärmaterialeinsatz (PE in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Minenkapazität (MK in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

7,76E+06

$$\text{Unternehmenskonzentration (Konz_U in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Konzentration der Reserven (Konz_R in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

4,17E+07

$$\text{Konzentration der Produktion (Konz_P in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,15E+08

$$\text{Handelshemmnisse (HH in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,57E+08

$$\text{Realsierbarkeit von Explorationsvorhaben (REX in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

2,25E+08

$$\text{Preisschwankungen (PRS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

3,46E+08

Gesellschaftliche Akzeptanz

Sozial (-)

35,41

Umwelt (-)

88,04

| Chrom | |
|---|-----------------------------------|
| Aspekte | Charakterisierungsfaktoren |
| Physische Verfügbarkeit | |
| AADP ($\frac{kg\ Sb - \ddot{A}qv.}{kg}$) | 9,10E-05 |
| ADP ($\frac{kg\ Sb - \ddot{A}qv.}{kg}$) | 4,43E-04 |
| Sozio-ökonomische Verfügbarkeit | |
| Politische Stabilität (PS in $\frac{1}{kg}$) | 3,89E+07 |
| Nachfragewachstum (NFW in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Koppelproduktion (Kop in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Primärmaterialeinsatz (PE in $\frac{1}{kg}$) | 2,56E+07 |
| Minenkapazität (MK in $\frac{1}{kg}$) | 1,31E+06 |
| Unternehmenskonzentration (Konz_U in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Konzentration der Reserven (Konz_R in $\frac{1}{kg}$) | 7,76E+06 |
| Konzentration der Produktion (Konz_P in $\frac{1}{kg}$) | 1,74E+07 |
| Handelshemmnisse (HH in $\frac{1}{kg}$) | 3,65E+07 |
| Realsierbarkeit von Explorationsvorhaben (REX in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Preisschwankungen (PRS in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Gesellschaftliche Akzeptanz | |
| Sozial (-) | 25,92 |
| Umwelt (-) | 42,62 |

Eisen**Aspekte****Charakterisierungsfaktoren**

Physische Verfügbarkeit

$$\text{AADP} \left(\frac{\text{kg Sb} - \ddot{\text{A}}\text{qv.}}{\text{kg}} \right)$$

2,35E-06

$$\text{ADP} \left(\frac{\text{kg Sb} - \ddot{\text{A}}\text{qv.}}{\text{kg}} \right)$$

5,24E-08

Sozio-ökonomische Verfügbarkeit

$$\text{Politische Stabilität (PS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

3,25E+05

$$\text{Nachfragewachstum (NFW in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

7,48E+04

$$\text{Koppelproduktion (Kop in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Primärmaterialeinsatz (PE in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Minenkapazität (MK in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

4,38E+03

$$\text{Unternehmenskonzentration (Konz_U in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Konzentration der Reserven (Konz_R in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

2,86E+04

$$\text{Konzentration der Produktion (Konz_P in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,45E+05

$$\text{Handelshemmnisse (HH in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

2,87E+05

$$\text{Realsierbarkeit von Explorationsvorhaben (REX in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Preisschwankungen (PRS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

8,39E+05

Gesellschaftliche Akzeptanz

Sozial (-)

26,80

Umwelt (-)

90,51

Gallium**Aspekte****Charakterisierungsfaktoren**

Physische Verfügbarkeit

$$\text{AADP} \left(\frac{\text{kg Sb} - \text{Äqv.}}{\text{kg}} \right)$$

n/a

$$\text{ADP} \left(\frac{\text{kg Sb} - \text{Äqv.}}{\text{kg}} \right)$$

1,46E-07

Sozio-ökonomische Verfügbarkeit

$$\text{Politische Stabilität (PS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Nachfragewachstum (NFW in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,70E+13

$$\text{Koppelproduktion (Kop in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,89E+12

$$\text{Primärmaterialeinsatz (PE in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Minenkapazität (MK in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Unternehmenskonzentration (Konz_U in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

7,40E+11

$$\text{Konzentration der Reserven (Konz_R in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

2,05E+11

$$\text{Konzentration der Produktion (Konz_P in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Handelshemmnisse (HH in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Realsierbarkeit von Explorationsvorhaben (REX in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

2,25E+12

$$\text{Preisschwankungen (PRS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

3,74E+12

Gesellschaftliche Akzeptanz

Sozial (-)

0,12

Umwelt (-)

2,70

Germanium**Aspekte****Charakterisierungsfaktoren**

Physische Verfügbarkeit

$$\text{AADP} \left(\frac{\text{kg Sb} - \ddot{\text{A}}\text{qv.}}{\text{kg}} \right)$$

n/a

$$\text{ADP} \left(\frac{\text{kg Sb} - \ddot{\text{A}}\text{qv.}}{\text{kg}} \right)$$

6,52E-07

Sozio-ökonomische Verfügbarkeit

$$\text{Politische Stabilität (PS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Nachfragewachstum (NFW in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Koppelproduktion (Kop in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

5,28E+12

$$\text{Primärmaterialeinsatz (PE in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Minenkapazität (MK in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

2,29E+11

$$\text{Unternehmenskonzentration (Konz_U in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

4,16E+12

$$\text{Konzentration der Reserven (Konz_R in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

6,77E+11

$$\text{Konzentration der Produktion (Konz_P in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

7,05E+12

$$\text{Handelshemmnisse (HH in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Realsierbarkeit von Explorationsvorhaben (REX in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Preisschwankungen (PRS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

8,47E+12

Gesellschaftliche Akzeptanz

Sozial (-)

48,81

Umwelt (-)

70,54

Gold**Aspekte****Charakterisierungsfaktoren**

Physische Verfügbarkeit

$$\text{AADP} \left(\frac{\text{kg Sb} - \text{Äqv.}}{\text{kg}} \right)$$

n/a

$$\text{ADP} \left(\frac{\text{kg Sb} - \text{Äqv.}}{\text{kg}} \right)$$

5,20E+01

Sozio-ökonomische Verfügbarkeit

$$\text{Politische Stabilität (PS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

3,85E+11

$$\text{Nachfragewachstum (NFW in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Koppelproduktion (Kop in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Primärmaterialeinsatz (PE in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Minenkapazität (MK in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

9,68E+09

$$\text{Unternehmenskonzentration (Konz_U in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Konzentration der Reserven (Konz_R in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Konzentration der Produktion (Konz_P in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Handelshemmnisse (HH in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

3,46E+11

$$\text{Realsierbarkeit von Explorationsvorhaben (REX in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Preisschwankungen (PRS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

Gesellschaftliche Akzeptanz

Sozial (-)

4,34

Umwelt (-)

74,11

Indium
Aspekte

Charakterisierungs-
faktoren

Physische Verfügbarkeit

$$\text{AADP} \left(\frac{\text{kg Sb} - \ddot{\text{A}}\text{qv.}}{\text{kg}} \right)$$

n/a

$$\text{ADP} \left(\frac{\text{kg Sb} - \ddot{\text{A}}\text{qv.}}{\text{kg}} \right)$$

6,89E-03

Sozio-ökonomische Verfügbarkeit

$$\text{Politische Stabilität (PS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Nachfragewachstum (NFW in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

2,86E+11

$$\text{Koppelproduktion (Kop in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,04E+12

$$\text{Primärmaterialeinsatz (PE in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Minenkapazität (MK in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Unternehmenskonzentration (Konz_U in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

5,11E+11

$$\text{Konzentration der Reserven (Konz_R in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

4,54E+11

$$\text{Konzentration der Produktion (Konz_P in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

7,13E+11

$$\text{Handelshemmnisse (HH in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Realsierbarkeit von Explorationsvorhaben (REX in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Preisschwankungen (PRS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

2,44E+12

Gesellschaftliche Akzeptanz

Sozial (-)

32,30

Umwelt (-)

72,75

Kobalt**Aspekte****Charakterisierungsfaktoren**

Physische Verfügbarkeit

$$\text{AADP} \left(\frac{\text{kg Sb} - \text{Äqv.}}{\text{kg}} \right)$$

2,27E-01

$$\text{ADP} \left(\frac{\text{kg Sb} - \text{Äqv.}}{\text{kg}} \right)$$

1,57E-05

Sozio-ökonomische Verfügbarkeit

$$\text{Politische Stabilität (PS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,73E+10

$$\text{Nachfragewachstum (NFW in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

3,99E+09

$$\text{Koppelproduktion (Kop in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

2,99E+09

$$\text{Primärmaterialeinsatz (PE in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Minenkapazität (MK in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Unternehmenskonzentration (Konz_U in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Konzentration der Reserven (Konz_R in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

2,16E+09

$$\text{Konzentration der Produktion (Konz_P in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

8,04E+09

$$\text{Handelshemmnisse (HH in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,07E+10

$$\text{Realsierbarkeit von Explorationsvorhaben (REX in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

8,86E+09

$$\text{Preisschwankungen (PRS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

2,15E+10

Gesellschaftliche Akzeptanz

Sozial (-)

100

Umwelt (-)

48,73

| Kupfer Aspekte | Charakterisierungsfaktoren |
|---|-----------------------------------|
| Physische Verfügbarkeit | |
| AADP ($\frac{kg\ Sb - \ddot{A}qv.}{kg}$) | 7,82E-04 |
| ADP ($\frac{kg\ Sb - \ddot{A}qv.}{kg}$) | 1,37E-03 |
| Sozio-ökonomische Verfügbarkeit | |
| Politische Stabilität (PS in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Nachfragewachstum (NFW in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Koppelproduktion (Kop in $\frac{1}{kg}$) | 5,02E+06 |
| Primärmaterialeinsatz (PE in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Minenkapazität (MK in $\frac{1}{kg}$) | 3,88E+05 |
| Unternehmenskonzentration (Konz_U in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Konzentration der Reserven (Konz_R in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Konzentration der Produktion (Konz_P in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Handelshemmnisse (HH in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Realsierbarkeit von Explorationsvorhaben (REX in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Preisschwankungen (PRS in $\frac{1}{kg}$) | 6,84E+07 |
| Gesellschaftliche Akzeptanz | |
| Sozial (-) | 4,08 |
| Umwelt (-) | 76,27 |

Lithium**Aspekte****Charakterisierungsfaktoren**

Physische Verfügbarkeit

$$\text{AADP} \left(\frac{\text{kg Sb} - \text{Äqv.}}{\text{kg}} \right)$$

9,03E-03

$$\text{ADP} \left(\frac{\text{kg Sb} - \text{Äqv.}}{\text{kg}} \right)$$

1,15E-05

Sozio-ökonomische Verfügbarkeit

$$\text{Politische Stabilität (PS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Nachfragewachstum (NFW in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,01E+10

$$\text{Koppelproduktion (Kop in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Primärmaterialeinsatz (PE in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

3,30E+10

$$\text{Minenkapazität (MK in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Unternehmenskonzentration (Konz_U in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Konzentration der Reserven (Konz_R in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,70E+10

$$\text{Konzentration der Produktion (Konz_P in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,44E+10

$$\text{Handelshemmnisse (HH in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Realsierbarkeit von Explorationsvorhaben (REX in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Preisschwankungen (PRS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

Gesellschaftliche Akzeptanz

Sozial (-)

5,10

Umwelt (-)

100

Magnesium**Aspekte****Charakterisierungsfaktoren**

Physische Verfügbarkeit

$$\text{AADP} \left(\frac{\text{kg Sb} - \ddot{\text{A}}\text{qv.}}{\text{kg}} \right)$$

n/a

$$\text{ADP} \left(\frac{\text{kg Sb} - \ddot{\text{A}}\text{qv.}}{\text{kg}} \right)$$

2,02E-09

Sozio-ökonomische Verfügbarkeit

$$\text{Politische Stabilität (PS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

3,27E+07

$$\text{Nachfragewachstum (NFW in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

3,10E+07

$$\text{Koppelproduktion (Kop in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,94E+06

$$\text{Primärmaterialeinsatz (PE in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Minenkapazität (MK in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Unternehmenskonzentration (Konz_U in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,11E+06

$$\text{Konzentration der Reserven (Konz_R in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

3,15E+06

$$\text{Konzentration der Produktion (Konz_P in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

5,52E+07

$$\text{Handelshemmnisse (HH in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,97E+07

$$\text{Realsierbarkeit von Explorationsvorhaben (REX in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

3,09E+07

$$\text{Preisschwankungen (PRS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

Gesellschaftliche Akzeptanz

Sozial (-)

76,33

Umwelt (-)

83,96

Mangan**Aspekte****Charakterisierungsfaktoren**

Physische Verfügbarkeit

$$\text{AADP} \left(\frac{\text{kg Sb} - \text{Äqv.}}{\text{kg}} \right)$$

2,67E-03

$$\text{ADP} \left(\frac{\text{kg Sb} - \text{Äqv.}}{\text{kg}} \right)$$

2,54E-06

Sozio-ökonomische Verfügbarkeit

$$\text{Politische Stabilität (PS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

4,69E+07

$$\text{Nachfragewachstum (NFW in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,04E+07

$$\text{Koppelproduktion (Kop in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Primärmaterialeinsatz (PE in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Minenkapazität (MK in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

6,47E+05

$$\text{Unternehmenskonzentration (Konz_U in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Konzentration der Reserven (Konz_R in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

6,33E+06

$$\text{Konzentration der Produktion (Konz_P in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

7,64E+06

$$\text{Handelshemmnisse (HH in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

4,99E+07

$$\text{Realsierbarkeit von Explorationsvorhaben (REX in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

5,11E+07

$$\text{Preisschwankungen (PRS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

Gesellschaftliche Akzeptanz

Sozial (-)

16,06

Umwelt (-)

72,06

Molybdän**Aspekte****Charakterisierungsfaktoren**

Physische Verfügbarkeit

$$\text{AADP} \left(\frac{\text{kg Sb} - \ddot{\text{A}}\text{qv.}}{\text{kg}} \right)$$

2,46E-01

$$\text{ADP} \left(\frac{\text{kg Sb} - \ddot{\text{A}}\text{qv.}}{\text{kg}} \right)$$

1,78E-02

Sozio-ökonomische Verfügbarkeit

$$\text{Politische Stabilität (PS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

3,56E+09

$$\text{Nachfragewachstum (NFW in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Koppelproduktion (Kop in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Primärmaterialeinsatz (PE in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Minenkapazität (MK in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

2,34E+07

$$\text{Unternehmenskonzentration (Konz_U in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Konzentration der Reserven (Konz_R in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

8,26E+08

$$\text{Konzentration der Produktion (Konz_P in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,47E+09

$$\text{Handelshemmnisse (HH in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Realsierbarkeit von Explorationsvorhaben (REX in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

3,80E+09

$$\text{Preisschwankungen (PRS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,07E+10

Gesellschaftliche Akzeptanz

Sozial (-)

20,99

Umwelt (-)

85,53

Nickel**Aspekte****Charakterisierungsfaktoren**

Physische Verfügbarkeit

$$\text{AADP} \left(\frac{\text{kg Sb} - \text{Äqv.}}{\text{kg}} \right)$$

3,84E-02

$$\text{ADP} \left(\frac{\text{kg Sb} - \text{Äqv.}}{\text{kg}} \right)$$

6,53E-05

Sozio-ökonomische Verfügbarkeit

$$\text{Politische Stabilität (PS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

3,93E+08

$$\text{Nachfragewachstum (NFW in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

2,22E+08

$$\text{Koppelproduktion (Kop in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

3,56E+07

$$\text{Primärmaterialeinsatz (PE in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Minenkapazität (MK in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

4,07E+06

$$\text{Unternehmenskonzentration (Konz_U in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Konzentration der Reserven (Konz_R in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Konzentration der Produktion (Konz_P in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

6,94E+07

$$\text{Handelshemmnisse (HH in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

3,76E+08

$$\text{Realsierbarkeit von Explorationsvorhaben (REX in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Preisschwankungen (PRS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

9,58E+08

Gesellschaftliche Akzeptanz

Sozial (-)

11,42

Umwelt (-)

66,25

Niob**Aspekte****Charakterisierungsfaktoren**

Physische Verfügbarkeit

$$\text{AADP} \left(\frac{\text{kg Sb} - \ddot{\text{A}}\text{qv.}}{\text{kg}} \right)$$

n/a

$$\text{ADP} \left(\frac{\text{kg Sb} - \ddot{\text{A}}\text{qv.}}{\text{kg}} \right)$$

1,93E-05

Sozio-ökonomische Verfügbarkeit

$$\text{Politische Stabilität (PS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,56E+10

$$\text{Nachfragewachstum (NFW in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

$$\text{Koppelproduktion (Kop in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,52E+09

$$\text{Primärmaterialeinsatz (PE in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,15E+10

$$\text{Minenkapazität (MK in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

$$\text{Unternehmenskonzentration (Konz_U in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,30E+10

$$\text{Konzentration der Reserven (Konz_R in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

5,25E+10

$$\text{Konzentration der Produktion (Konz_P in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

7,17E+10

$$\text{Handelshemmnisse (HH in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,84E+10

$$\text{Realsierbarkeit von Explorationsvorhaben (REX in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

2,55E+10

$$\text{Preisschwankungen (PRS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

3,37E+10

Gesellschaftliche Akzeptanz

Sozial (-)

25,50

Umwelt (-)

91,44

Palladium

| Aspekte | Charakterisierungsfaktoren |
|---|-----------------------------------|
| Physische Verfügbarkeit | |
| AADP ($\frac{kg\ Sb - \ddot{A}qv.}{kg}$) | 2,18E+01 |
| ADP ($\frac{kg\ Sb - \ddot{A}qv.}{kg}$) | 5,71E-01 |
| Sozio-ökonomische Verfügbarkeit | |
| Politische Stabilität (PS in $\frac{1}{kg}$) | 5,34E+12 |
| Nachfragewachstum (NFW in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Koppelproduktion (Kop in $\frac{1}{kg}$) | 1,84E+12 |
| Primärmaterialeinsatz (PE in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Minenkapazität (MK in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Unternehmenskonzentration (Konz_U in $\frac{1}{kg}$) | 2,99E+11 |
| Konzentration der Reserven (Konz_R in $\frac{1}{kg}$) | 1,54E+13 |
| Konzentration der Produktion (Konz_P in $\frac{1}{kg}$) | 3,35E+12 |
| Handelshemmnisse (HH in $\frac{1}{kg}$) | 5,08E+12 |
| Realsierbarkeit von Explorationsvorhaben (REX in $\frac{1}{kg}$) | 5,40E+12 |
| Preisschwankungen (PRS in $\frac{1}{kg}$) | 7,03E+12 |
| Gesellschaftliche Akzeptanz | |
| Sozial (-) | 30,01 |
| Umwelt (-) | 29,90 |

Platin**Aspekte****Charakterisierungsfaktoren**

Physische Verfügbarkeit

$$\text{AADP} \left(\frac{\text{kg Sb} - \ddot{\text{A}}\text{qv.}}{\text{kg}} \right)$$

2,18E+01

$$\text{ADP} \left(\frac{\text{kg Sb} - \ddot{\text{A}}\text{qv.}}{\text{kg}} \right)$$

2,22E+00

Sozio-ökonomische Verfügbarkeit

$$\text{Politische Stabilität (PS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

5,40E+12

$$\text{Nachfragewachstum (NFW in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Koppelproduktion (Kop in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

4,96E+11

$$\text{Primärmaterialeinsatz (PE in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Minenkapazität (MK in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Unternehmenskonzentration (Konz_U in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

2,10E+11

$$\text{Konzentration der Reserven (Konz_R in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,70E+13

$$\text{Konzentration der Produktion (Konz_P in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,22E+13

$$\text{Handelshemmnisse (HH in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

5,68E+12

$$\text{Realsierbarkeit von Explorationsvorhaben (REX in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

5,99E+12

$$\text{Preisschwankungen (PRS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

Gesellschaftliche Akzeptanz

Sozial (-)

59,01

Umwelt (-)

39,88

Rhenium**Aspekte****Charakterisierungsfaktoren**

Physische Verfügbarkeit

$$\text{AADP} \left(\frac{\text{kg Sb} - \text{Äqv.}}{\text{kg}} \right)$$

2,10E+02

$$\text{ADP} \left(\frac{\text{kg Sb} - \text{Äqv.}}{\text{kg}} \right)$$

6,03E-01

Sozio-ökonomische Verfügbarkeit

$$\text{Politische Stabilität (PS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Nachfragewachstum (NFW in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Koppelproduktion (Kop in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,73E+13

$$\text{Primärmaterialeinsatz (PE in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,56E+13

$$\text{Minenkapazität (MK in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Unternehmenskonzentration (Konz_U in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,70E+13

$$\text{Konzentration der Reserven (Konz_R in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

7,82E+12

$$\text{Konzentration der Produktion (Konz_P in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,39E+13

$$\text{Handelshemmnisse (HH in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Realsierbarkeit von Explorationsvorhaben (REX in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Preisschwankungen (PRS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

Gesellschaftliche Akzeptanz

Sozial (-)

5,38

Umwelt (-)

68,73

Selen**Aspekte****Charakterisierungsfaktoren**

Physische Verfügbarkeit

$$\text{AADP} \left(\frac{\text{kg Sb} - \ddot{\text{A}}\text{qv.}}{\text{kg}} \right)$$

7,33E-04

$$\text{ADP} \left(\frac{\text{kg Sb} - \ddot{\text{A}}\text{qv.}}{\text{kg}} \right)$$

1,94E-01

Sozio-ökonomische Verfügbarkeit

$$\text{Politische Stabilität (PS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Nachfragewachstum (NFW in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Koppelproduktion (Kop in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

3,70E+11

$$\text{Primärmaterialeinsatz (PE in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

4,50E+11

$$\text{Minenkapazität (MK in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Unternehmenskonzentration (Konz_U in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

6,68E+10

$$\text{Konzentration der Reserven (Konz_R in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

4,84E+10

$$\text{Konzentration der Produktion (Konz_P in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Handelshemmnisse (HH in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Realsierbarkeit von Explorationsvorhaben (REX in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Preisschwankungen (PRS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,13E+12

Gesellschaftliche Akzeptanz

Sozial (-)

0,98

Umwelt (-)

48,61

Seltene Erden**Aspekte****Charakterisierungsfaktoren**

Physische Verfügbarkeit

$$\text{AADP} \left(\frac{\text{kg Sb} - \text{Äqv.}}{\text{kg}} \right)$$

n/a

$$\text{ADP} \left(\frac{\text{kg Sb} - \text{Äqv.}}{\text{kg}} \right)$$

n/a

Sozio-ökonomische Verfügbarkeit

$$\text{Politische Stabilität (PS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,41E+10

$$\text{Nachfragewachstum (NFW in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Koppelproduktion (Kop in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

3,40E+09

$$\text{Primärmaterialeinsatz (PE in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,02E+10

$$\text{Minenkapazität (MK in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Unternehmenskonzentration (Konz_U in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

7,20E+09

$$\text{Konzentration der Reserven (Konz_R in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

3,25E+09

$$\text{Konzentration der Produktion (Konz_P in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

3,34E+10

$$\text{Handelshemmnisse (HH in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

8,12E+09

$$\text{Realsierbarkeit von Explorationsvorhaben (REX in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Preisschwankungen (PRS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

7,49E+10

Gesellschaftliche Akzeptanz

Sozial (-)

91,04

Umwelt (-)

90,71

Silber

| Aspekte | Charakterisierungsfaktoren |
|---|----------------------------|
| Physische Verfügbarkeit | |
| AADP ($\frac{kg\ Sb - \ddot{A}qv.}{kg}$) | n/a |
| ADP ($\frac{kg\ Sb - \ddot{A}qv.}{kg}$) | 1,18E+00 |
| Sozio-ökonomische Verfügbarkeit | |
| Politische Stabilität (PS in $\frac{1}{kg}$) | 4,03E+10 |
| Nachfragewachstum (NFW in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Koppelproduktion (Kop in $\frac{1}{kg}$) | 1,43E+10 |
| Primärmaterialeinsatz (PE in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Minenkapazität (MK in $\frac{1}{kg}$) | 9,75E+08 |
| Unternehmenskonzentration (Konz_U in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Konzentration der Reserven (Konz_R in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Konzentration der Produktion (Konz_P in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Handelshemmnisse (HH in $\frac{1}{kg}$) | 3,56E+10 |
| Realsierbarkeit von Explorationsvorhaben (REX in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Preisschwankungen (PRS in $\frac{1}{kg}$) | 9,22E+10 |
| Gesellschaftliche Akzeptanz | |
| Sozial (-) | 6,57 |
| Umwelt (-) | 76,73 |

Silicium**Aspekte****Charakterisierungsfaktoren**

Physische Verfügbarkeit

$$\text{AADP} \left(\frac{\text{kg Sb} - \text{Äqv.}}{\text{kg}} \right)$$

n/a

$$\text{ADP} \left(\frac{\text{kg Sb} - \text{Äqv.}}{\text{kg}} \right)$$

1,40E-11

Sozio-ökonomische Verfügbarkeit

$$\text{Politische Stabilität (PS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,59E+08

$$\text{Nachfragewachstum (NFW in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,48E+07

$$\text{Koppelproduktion (Kop in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Primärmaterialeinsatz (PE in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Minenkapazität (MK in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Unternehmenskonzentration (Konz_U in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

2,70E+07

$$\text{Konzentration der Reserven (Konz_R in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Konzentration der Produktion (Konz_P in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,70E+08

$$\text{Handelshemmnisse (HH in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,07E+08

$$\text{Realsierbarkeit von Explorationsvorhaben (REX in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

2,14E+08

$$\text{Preisschwankungen (PRS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

Gesellschaftliche Akzeptanz

Sozial (-)

53,92

Umwelt (-)

74,97

Strontium**Aspekte****Charakterisierungsfaktoren**

Physische Verfügbarkeit

$$\text{AADP} \left(\frac{\text{kg Sb} - \ddot{\text{A}}\text{qv.}}{\text{kg}} \right)$$

n/a

$$\text{ADP} \left(\frac{\text{kg Sb} - \ddot{\text{A}}\text{qv.}}{\text{kg}} \right)$$

7,07E-07

Sozio-ökonomische Verfügbarkeit

$$\text{Politische Stabilität (PS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

2,71E+09

$$\text{Nachfragewachstum (NFW in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Koppelproduktion (Kop in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Primärmaterialeinsatz (PE in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Minenkapazität (MK in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Unternehmenskonzentration (Konz_U in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,81E+09

$$\text{Konzentration der Reserven (Konz_R in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,72E+09

$$\text{Konzentration der Produktion (Konz_P in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

2,99E+09

$$\text{Handelshemmnisse (HH in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Realsierbarkeit von Explorationsvorhaben (REX in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

5,05E+09

$$\text{Preisschwankungen (PRS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

8,12E+09

Gesellschaftliche Akzeptanz

Sozial (-)

16,65

Umwelt (-)

60,16

| Tantal | |
|---|-----------------------------------|
| Aspekte | Charakterisierungsfaktoren |
| Physische Verfügbarkeit | |
| AADP ($\frac{kg\ Sb - \ddot{A}qv.}{kg}$) | n/a |
| ADP ($\frac{kg\ Sb - \ddot{A}qv.}{kg}$) | 4,06E-05 |
| Sozio-ökonomische Verfügbarkeit | |
| Politische Stabilität (PS in $\frac{1}{kg}$) | 1,39E+12 |
| Nachfragewachstum (NFW in $\frac{1}{kg}$) | 1,70E+11 |
| Koppelproduktion (Kop in $\frac{1}{kg}$) | 7,76E+10 |
| Primärmaterialeinsatz (PE in $\frac{1}{kg}$) | 6,30E+11 |
| Minenkapazität (MK in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Unternehmenskonzentration (Konz_U in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Konzentration der Reserven (Konz_R in $\frac{1}{kg}$) | 1,07E+12 |
| Konzentration der Produktion (Konz_P in $\frac{1}{kg}$) | 5,53E+11 |
| Handelshemmnisse (HH in $\frac{1}{kg}$) | 1,02E+12 |
| Realsierbarkeit von Explorationsvorhaben (REX in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Preisschwankungen (PRS in $\frac{1}{kg}$) | 1,45E+12 |
| Gesellschaftliche Akzeptanz | |
| Sozial (-) | 24,32 |
| Umwelt (-) | 27,54 |

| Tellur Aspekte | Charakterisierungsfaktoren |
|---|-----------------------------------|
| Physische Verfügbarkeit | |
| AADP ($\frac{kg\ Sb - \ddot{A}qv.}{kg}$) | 1,38E-02 |
| ADP ($\frac{kg\ Sb - \ddot{A}qv.}{kg}$) | 4,07E+01 |
| Sozio-ökonomische Verfügbarkeit | |
| Politische Stabilität (PS in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Nachfragewachstum (NFW in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Koppelproduktion (Kop in $\frac{1}{kg}$) | 5,05E+12 |
| Primärmaterialeinsatz (PE in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Minenkapazität (MK in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Unternehmenskonzentration (Konz_U in $\frac{1}{kg}$) | 7,59E+11 |
| Konzentration der Reserven (Konz_R in $\frac{1}{kg}$) | 5,45E+12 |
| Konzentration der Produktion (Konz_P in $\frac{1}{kg}$) | 2,38E+12 |
| Handelshemmnisse (HH in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Realsierbarkeit von Explorationsvorhaben (REX in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Preisschwankungen (PRS in $\frac{1}{kg}$) | 1,70E+13 |
| Gesellschaftliche Akzeptanz | |
| Sozial (-) | 4,24 |
| Umwelt (-) | 59,02 |

| Titan | |
|---|-----------------------------------|
| Aspekte | Charakterisierungsfaktoren |
| Physische Verfügbarkeit | |
| AADP ($\frac{kg\ Sb - \ddot{A}qv.}{kg}$) | 7,71E-04 |
| ADP ($\frac{kg\ Sb - \ddot{A}qv.}{kg}$) | 2,79E-08 |
| Sozio-ökonomische Verfügbarkeit | |
| Politische Stabilität (PS in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Nachfragewachstum (NFW in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Koppelproduktion (Kop in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Primärmaterialeinsatz (PE in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Minenkapazität (MK in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Unternehmenskonzentration (Konz_U in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Konzentration der Reserven (Konz_R in $\frac{1}{kg}$) | 1,43E+07 |
| Konzentration der Produktion (Konz_P in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Handelshemmnisse (HH in $\frac{1}{kg}$) | 1,12E+08 |
| Realsierbarkeit von Explorationsvorhaben (REX in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Preisschwankungen (PRS in $\frac{1}{kg}$) | 4,81E+08 |
| Gesellschaftliche Akzeptanz | |
| Sozial (-) | 6,75 |
| Umwelt (-) | 70,58 |

Uran**Aspekte****Charakterisierungsfaktoren**

Physische Verfügbarkeit

$$\text{AADP} \left(\frac{\text{kg Sb} - \ddot{\text{A}}\text{qv.}}{\text{kg}} \right)$$

n/a

$$\text{ADP} \left(\frac{\text{kg Sb} - \ddot{\text{A}}\text{qv.}}{\text{kg}} \right)$$

1,39E-04

Sozio-ökonomische Verfügbarkeit

$$\text{Politische Stabilität (PS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,70E+13

$$\text{Nachfragewachstum (NFW in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

3,00E+12

$$\text{Koppelproduktion (Kop in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Primärmaterialeinsatz (PE in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,70E+13

$$\text{Minenkapazität (MK in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

4,26E+11

$$\text{Unternehmenskonzentration (Konz_U in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Konzentration der Reserven (Konz_R in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Konzentration der Produktion (Konz_P in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

4,27E+12

$$\text{Handelshemmnisse (HH in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,70E+13

$$\text{Realsierbarkeit von Explorationsvorhaben (REX in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,70E+13

$$\text{Preisschwankungen (PRS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

Gesellschaftliche Akzeptanz

Sozial (-)

29,38

Umwelt (-)

54,11

Vanadium

| Aspekte | Charakterisierungsfaktoren |
|---|-----------------------------------|
| Physische Verfügbarkeit | |
| AADP ($\frac{kg\ Sb - \ddot{A}qv.}{kg}$) | 8,73E-03 |
| ADP ($\frac{kg\ Sb - \ddot{A}qv.}{kg}$) | 7,70E-07 |
| Sozio-ökonomische Verfügbarkeit | |
| Politische Stabilität (PS in $\frac{1}{kg}$) | 2,30E+10 |
| Nachfragewachstum (NFW in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Koppelproduktion (Kop in $\frac{1}{kg}$) | 1,21E+10 |
| Primärmaterialeinsatz (PE in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Minenkapazität (MK in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Unternehmenskonzentration (Konz_U in $\frac{1}{kg}$) | 3,02E+09 |
| Konzentration der Reserven (Konz_R in $\frac{1}{kg}$) | 4,75E+09 |
| Konzentration der Produktion (Konz_P in $\frac{1}{kg}$) | 1,68E+10 |
| Handelshemmnisse (HH in $\frac{1}{kg}$) | 1,51E+10 |
| Realsierbarkeit von Explorationsvorhaben (REX in $\frac{1}{kg}$) | 2,33E+10 |
| Preisschwankungen (PRS in $\frac{1}{kg}$) | 3,75E+10 |
| Gesellschaftliche Akzeptanz | |
| Sozial (-) | 49,11 |
| Umwelt (-) | 66,26 |

Wolfram**Aspekte****Charakterisierungsfaktoren**

Physische Verfügbarkeit

$$\text{AADP} \left(\frac{\text{kg Sb} - \ddot{\text{A}}\text{qv.}}{\text{kg}} \right)$$

n/a

$$\text{ADP} \left(\frac{\text{kg Sb} - \ddot{\text{A}}\text{qv.}}{\text{kg}} \right)$$

4,52E-03

Sozio-ökonomische Verfügbarkeit

$$\text{Politische Stabilität (PS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

2,02E+10

$$\text{Nachfragewachstum (NFW in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Koppelproduktion (Kop in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Primärmaterialeinsatz (PE in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Minenkapazität (MK in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

7,44E+07

$$\text{Unternehmenskonzentration (Konz_U in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

4,33E+09

$$\text{Konzentration der Reserven (Konz_R in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

6,37E+09

$$\text{Konzentration der Produktion (Konz_P in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

3,21E+10

$$\text{Handelshemmnisse (HH in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,22E+10

$$\text{Realsierbarkeit von Explorationsvorhaben (REX in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,62E+10

$$\text{Preisschwankungen (PRS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

Gesellschaftliche Akzeptanz

Sozial (-)

74,46

Umwelt (-)

82,89

Zink**Aspekte****Charakterisierungsfaktoren**

Physische Verfügbarkeit

$$\text{AADP} \left(\frac{\text{kg Sb} - \text{Äqv.}}{\text{kg}} \right)$$

1,47E-03

$$\text{ADP} \left(\frac{\text{kg Sb} - \text{Äqv.}}{\text{kg}} \right)$$

5,38E-04

Sozio-ökonomische Verfügbarkeit

$$\text{Politische Stabilität (PS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

7,82E+07

$$\text{Nachfragewachstum (NFW in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Koppelproduktion (Kop in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

6,72E+06

$$\text{Primärmaterialeinsatz (PE in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

5,00E+07

$$\text{Minenkapazität (MK in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

2,68E+06

$$\text{Unternehmenskonzentration (Konz_U in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Konzentration der Reserven (Konz_R in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

7,93E+06

$$\text{Konzentration der Produktion (Konz_P in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,55E+07

$$\text{Handelshemmnisse (HH in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

6,63E+07

$$\text{Realsierbarkeit von Explorationsvorhaben (REX in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Preisschwankungen (PRS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,14E+08

Gesellschaftliche Akzeptanz

Sozial (-)

18,62

Umwelt (-)

85,83

Zinn**Aspekte****Charakterisierungsfaktoren**

Physische Verfügbarkeit

$$\text{AADP} \left(\frac{\text{kg Sb} - \ddot{\text{A}}\text{qv.}}{\text{kg}} \right)$$

n/a

$$\text{ADP} \left(\frac{\text{kg Sb} - \ddot{\text{A}}\text{qv.}}{\text{kg}} \right)$$

1,62E-02

Sozio-ökonomische Verfügbarkeit

$$\text{Politische Stabilität (PS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

4,63E+09

$$\text{Nachfragewachstum (NFW in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Koppelproduktion (Kop in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Primärmaterialeinsatz (PE in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,99E+09

$$\text{Minenkapazität (MK in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,56E+08

$$\text{Unternehmenskonzentration (Konz_U in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Konzentration der Reserven (Konz_R in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

3,18E+08

$$\text{Konzentration der Produktion (Konz_P in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,47E+09

$$\text{Handelshemmnisse (HH in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

2,88E+09

$$\text{Realsierbarkeit von Explorationsvorhaben (REX in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

5,09E+09

$$\text{Preisschwankungen (PRS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

5,43E+09

Gesellschaftliche Akzeptanz

Sozial (-)

29,48

Umwelt (-)

82,03

Zirconium

| Aspekte | Charakterisierungsfaktoren |
|---|----------------------------|
| Physische Verfügbarkeit | |
| AADP ($\frac{kg\ Sb - \ddot{A}qv.}{kg}$) | n/a |
| ADP ($\frac{kg\ Sb - \ddot{A}qv.}{kg}$) | 5,44E-06 |
| Sozio-ökonomische Verfügbarkeit | |
| Politische Stabilität (PS in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Nachfragewachstum (NFW in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Koppelproduktion (Kop in $\frac{1}{kg}$) | 6,66E+08 |
| Primärmaterialeinsatz (PE in $\frac{1}{kg}$) | 8,97E+08 |
| Minenkapazität (MK in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Unternehmenskonzentration (Konz_U in $\frac{1}{kg}$) | 5,85E+08 |
| Konzentration der Reserven (Konz_R in $\frac{1}{kg}$) | 6,64E+08 |
| Konzentration der Produktion (Konz_P in $\frac{1}{kg}$) | 4,86E+08 |
| Handelshemmnisse (HH in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Realsierbarkeit von Explorationsvorhaben (REX in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Preisschwankungen (PRS in $\frac{1}{kg}$) | 2,69E+09 |
| Gesellschaftliche Akzeptanz | |
| Sozial (-) | 7,03 |
| Umwelt (-) | 87,76 |

9.1.2 Fossile Rohstoffe

Braunkohle

Aspekte

Charakterisierungsfaktoren

Physische Verfügbarkeit

$$\text{ADP} \left(\frac{\text{kg Sb} - \text{Äqv.}}{\text{kg}} \right)$$

11,9

Sozio-ökonomische Verfügbarkeit

$$\text{Politische Stabilität (PS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Nachfragewachstum (NFW in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Koppelproduktion (Kop in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Primärmaterialeinsatz (PE in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

1,06E+07

$$\text{Minenkapazität (MK in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Unternehmenskonzentration (Konz_U in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

3,56E+05

$$\text{Konzentration der Reserven (Konz_R in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

9,67E+05

$$\text{Konzentration der Produktion (Konz_P in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Handelshemmnisse (HH in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Realsierbarkeit von Explorationsvorhaben (REX in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Preisschwankungen (PRS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

2,31E+07

Gesellschaftliche Akzeptanz

Sozial (-)

23,93

Umwelt (-)

45,74

Erdgas

| Aspekte | Charakterisierungsfaktoren |
|---|-----------------------------------|
| Physische Verfügbarkeit | |
| ADP ($\frac{kg\ Sb - \ddot{A}qv.}{kg}$) | 44,1 |
| Sozio-ökonomische Verfügbarkeit | |
| Politische Stabilität (PS in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Nachfragewachstum (NFW in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Koppelproduktion (Kop in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Primärmaterialeinsatz (PE in $\frac{1}{kg}$) | 4,55E+05 |
| Minenkapazität (MK in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Unternehmenskonzentration (Konz_U in $\frac{1}{kg}$) | 1,52E+04 |
| Konzentration der Reserven (Konz_R in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Konzentration der Produktion (Konz_P in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Handelshemmnisse (HH in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Realsierbarkeit von Explorationsvorhaben (REX in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Preisschwankungen (PRS in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Gesellschaftliche Akzeptanz | |
| Sozial (-) | 24,20 |
| Umwelt (-) | 44,03 |

Erdöl**Aspekte****Charakterisierungsfaktoren**

Physische Verfügbarkeit

$$\text{ADP} \left(\frac{\text{kg Sb} - \text{Äqv.}}{\text{kg}} \right)$$

42,3

Sozio-ökonomische Verfügbarkeit

$$\text{Politische Stabilität (PS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

2,23E+05

$$\text{Nachfragewachstum (NFW in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Koppelproduktion (Kop in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Primärmaterialeinsatz (PE in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

2,67E+05

$$\text{Minenkapazität (MK in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Unternehmenskonzentration (Konz_U in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

8,96E+03

$$\text{Konzentration der Reserven (Konz_R in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Konzentration der Produktion (Konz_P in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Handelshemmnisse (HH in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

0

$$\text{Realsierbarkeit von Explorationsvorhaben (REX in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

3,09E+05

$$\text{Preisschwankungen (PRS in } \frac{1}{\text{kg}} \text{)}$$

3,30E+05

Gesellschaftliche Akzeptanz

Sozial (-)

30,20

Umwelt (-)

42,73

Steinkohle

| Aspekte | Charakterisierungsfaktoren |
|---|-----------------------------------|
| Physische Verfügbarkeit | |
| ADP ($\frac{kg\ Sb - \ddot{A}qv.}{kg}$) | 26,3 |
| Sozio-ökonomische Verfügbarkeit | |
| Politische Stabilität (PS in $\frac{1}{kg}$) | 1,78E+05 |
| Nachfragewachstum (NFW in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Koppelproduktion (Kop in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Primärmaterialeinsatz (PE in $\frac{1}{kg}$) | 1,63E+05 |
| Minenkapazität (MK in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Unternehmenskonzentration (Konz_U in $\frac{1}{kg}$) | 5,45E+03 |
| Konzentration der Reserven (Konz_R in $\frac{1}{kg}$) | 1,63E+04 |
| Konzentration der Produktion (Konz_P in $\frac{1}{kg}$) | 8,14E+04 |
| Handelshemmnisse (HH in $\frac{1}{kg}$) | 1,29E+05 |
| Realsierbarkeit von Explorationsvorhaben (REX in $\frac{1}{kg}$) | 0 |
| Preisschwankungen (PRS in $\frac{1}{kg}$) | 3,53E+05 |
| Gesellschaftliche Akzeptanz | |
| Sozial (-) | 48,45 |
| Umwelt (-) | 78,46 |

9.2 Anhang 2: Wirkungsindikatorbeträge

Der Wirkungsindikatorbetrag ist der spezifische Wert eines Metalls oder fossilen Rohstoffs in der entsprechenden Kategorie, der über die Berechnung des Wirkungsindikators ermittelt wurde. Die Wirkungsindikatorbeträge werden in weiteren Schritten dem kategoriespezifischem Grenzwert gegenübergestellt, normalisiert und skaliert. Sie entsprechen nicht den Charakterisierungsfaktoren (Abschn. 9.1) und können nicht zur Bewertung verwendet werden.

| | NFW in % | Kop | PE in % | MK | Konz_U | PRS in % | Konz_R | Konz_P | HH | REX | PS |
|---------------|-------------|------|------------|--------|--------|-------------|--------|--------|------|-------|------|
| Aluminium | 3,62 | 0,00 | 65 | 594 | 0,04 | 18 | 0,15 | 0,24 | 3,25 | 55,15 | 2,09 |
| Antimon | 5,79 | 0,33 | 85 | 12 | 0,71 | 22 | 0,35 | 0,61 | 3,36 | 73,32 | 2,52 |
| Beryllium | 8,27 | 0,33 | 83 | 2 | 0,82 | 24 | 0,66 | 0,82 | 2,70 | 43,09 | 1,48 |
| Bismut | 8,17 | 1,00 | 100 | 110 | 0,73 | 25 | 0,59 | 0,36 | 3,15 | 66,58 | 2,17 |
| Blei | 8,12 | 0,33 | 48 | 16 | 0,01 | 25 | 0,25 | 0,31 | 3,25 | 62,21 | 2,20 |
| Braunkohle | 0,69 | 0,00 | 100 | 2680 | 0,17 | 29 | 0,16 | 0,08 | 3,08 | 51,32 | 1,67 |
| Chrom | 4,82 | 0,00 | 81 | 17 | 0,06 | 11 | 0,24 | 0,28 | 3,55 | 38,02 | 2,15 |
| Eisen | 7,38 | 0,00 | 60 | 28 | 0,05 | 30 | 0,15 | 0,26 | 3,30 | 48,94 | 2,06 |
| Erdöl | 1,11 | 0,00 | 100 | 52 | 0,17 | 22 | 0,09 | 0,08 | 3,06 | 63,11 | 1,97 |
| Erdgas | 1,87 | 0,00 | 100 | 131 | 0,17 | 8 | 0,12 | 0,12 | 2,72 | 30,34 | 1,64 |
| Gallium | 41,61 | 1,00 | 63 | 594 | 0,50 | 23 | 0,15 | 0,00 | 0,31 | 55,15 | 0,20 |
| Germanium | 4,05 | 1,00 | 55 | 17 | 0,71 | 21 | 0,17 | 0,41 | 2,43 | 43,25 | 1,75 |
| Gold | 3,99 | 0,00 | 70 | 20 | 0,02 | 4 | 0,07 | 0,06 | 3,40 | 44,04 | 2,11 |
| Indium | 7,27 | 1,00 | 63 | 312891 | 0,56 | 26 | 0,31 | 0,30 | 2,77 | 54,15 | 1,78 |
| Kobalt | 10,73 | 0,67 | 68 | 58 | 0,03 | 30 | 0,27 | 0,39 | 4,01 | 58,31 | 2,99 |
| Kupfer | 3,04 | 0,33 | 71 | 39 | 0,04 | 20 | 0,15 | 0,13 | 3,08 | 39,82 | 1,72 |
| Lithium | 8,92 | 0,00 | 100 | 397 | 0,05 | 14 | 0,39 | 0,27 | 2,81 | 46,60 | 1,21 |
| Magnesium | 18,32 | 0,33 | 67 | 51 | 0,20 | 13 | 0,20 | 0,63 | 3,33 | 66,66 | 2,52 |
| Mangan | 6,95 | 0,00 | 63 | 28 | 0,03 | 20 | 0,18 | 0,15 | 3,47 | 56,03 | 1,97 |
| Molybdän | 4,29 | 0,00 | 67 | 41 | 0,05 | 31 | 0,24 | 0,25 | 3,06 | 56,15 | 2,00 |
| Nickel | 11,41 | 0,33 | 65 | 32 | 0,07 | 29 | 0,12 | 0,16 | 3,39 | 48,56 | 2,04 |
| Niob | 0,32 | 0,33 | 78 | 72 | 0,77 | 26 | 0,91 | 0,81 | 3,63 | 68,24 | 1,96 |
| Palladium | 0,05 | 0,67 | 50 | 325 | 0,22 | 22 | 0,91 | 0,32 | 3,52 | 58,04 | 2,12 |
| Platin | 0,55 | 0,33 | 50 | 361 | 0,17 | 17 | 0,91 | 0,58 | 3,53 | 58,04 | 2,02 |
| Rhenium | 2,39 | 1,00 | 83 | 51 | 0,80 | 15 | 0,32 | 0,32 | 2,93 | 38,83 | 1,49 |
| Selen | 3,40 | 1,00 | 95 | 53 | 0,34 | 29 | 0,17 | 0,14 | 2,91 | 47,57 | 1,25 |
| Seltene Erden | 2,04 | 0,67 | 100 | 1182 | 0,78 | 52 | 0,31 | 0,75 | 3,27 | 49,52 | 2,54 |
| Silber | 4,05 | 0,67 | 73 | 20 | 0,02 | 28 | 0,13 | 0,11 | 3,34 | 44,81 | 2,09 |
| Silicium | 5,18 | 0,00 | 60 | 0 | 0,40 | 16 | 0,00 | 0,45 | 3,18 | 71,96 | 2,28 |
| Steinkohle | 3,68 | 0,00 | 100 | 100 | 0,17 | 29 | 0,17 | 0,29 | 3,28 | 53,11 | 2,26 |
| Strontium | 3,75 | 0,00 | 65 | 20420 | 0,68 | 30 | 0,39 | 0,39 | 3,08 | 71,96 | 1,93 |
| Tantal | 6,77 | 0,33 | 81 | 85 | 0,05 | 24 | 0,58 | 0,31 | 3,79 | 47,39 | 2,60 |
| Tellur | 4,08 | 1,00 | 60 | 145 | 0,31 | 31 | 0,49 | 0,24 | 2,87 | 13,24 | 1,31 |
| Titan | 3,21 | 0,00 | 48 | 104 | 0,08 | 34 | 0,17 | 0,12 | 3,16 | 54,00 | 1,65 |
| Uran | 6,42 | 0,00 | 95 | 20 | 0,13 | 10 | 0,14 | 0,20 | 3,49 | 55,86 | 2,05 |
| Vanadium | 3,90 | 1,00 | 60 | 217 | 0,40 | 29 | 0,30 | 0,42 | 3,54 | 70,21 | 2,57 |
| Wolfram | 4,10 | 0,00 | 54 | 43 | 0,50 | 19 | 0,36 | 0,62 | 3,37 | 61,93 | 2,55 |
| Zink | 2,47 | 0,33 | 78 | 17 | 0,02 | 23 | 0,17 | 0,18 | 3,28 | 43,25 | 2,09 |
| Zinn | 1,90 | 0,00 | 78 | 14 | 0,05 | 25 | 0,17 | 0,28 | 3,44 | 73,23 | 2,57 |
| Zirconium | 0,20 | 1,00 | 100 | 62 | 0,75 | 34 | 0,47 | 0,30 | 3,04 | 36,28 | 1,28 |

9.3 Anhang 3: Distance-to-Target-Werte

Der Distance-to-Target-Wert wird ermittelt, indem die Wirkungsindikatorbeträge dem Grenzwert gegenübergestellt werden. Anschließend wird der Quotient quadriert. Die Distance-to-Target-Werte werden in weiteren Schritten normalisiert und skaliert. Sie entsprechen nicht den Charakterisierungsfaktoren (Abschn. 9.1) und können nicht zur Bewertung verwendet werden.

| | NFW | Kop | PE | MK | Konz_U | PRS | Konz_R | Konz_P | HH | REX | PS |
|---------------|-------|-------|------|---------|--------|------|--------|--------|------|------|------|
| Aluminium | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,07 | 2,52 | 1,06 | 1,01 | 1,21 |
| Antimon | 1,34 | 1,74 | 1,28 | 18,78 | 22,51 | 1,23 | 5,57 | 16,47 | 1,14 | 1,78 | 1,76 |
| Beryllium | 2,73 | 1,74 | 1,21 | 1056,25 | 30,19 | 1,49 | 19,47 | 30,13 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Bismut | 0,00 | 16,00 | 1,78 | 0,00 | 23,39 | 1,61 | 15,42 | 5,64 | 1,00 | 1,47 | 1,30 |
| Blei | 2,64 | 1,74 | 0,00 | 10,36 | 0,00 | 1,61 | 2,76 | 4,36 | 1,06 | 1,28 | 1,34 |
| Braunkohle | 0,00 | 0,00 | 1,78 | 0,00 | 1,28 | 2,03 | 1,21 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Chrom | 0,00 | 0,00 | 1,17 | 9,00 | 0,00 | 0,00 | 2,65 | 3,40 | 1,27 | 0,00 | 1,29 |
| Eisen | 2,18 | 0,00 | 0,00 | 3,29 | 0,00 | 2,21 | 1,07 | 3,10 | 1,10 | 0,00 | 1,18 |
| Erdgas | 0,00 | 0,00 | 1,78 | 0,00 | 1,28 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Erdöl | 0,00 | 0,00 | 1,78 | 0,00 | 1,28 | 1,16 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,32 | 1,08 |
| Gallium | 69,25 | 16,00 | 0,00 | 0,00 | 11,11 | 1,37 | 1,07 | 0,00 | 0,00 | 1,01 | 0,00 |
| Germanium | 0,00 | 16,00 | 0,00 | 8,61 | 22,40 | 1,11 | 1,27 | 7,57 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Gold | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 6,43 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,17 | 0,00 | 1,24 |
| Indium | 2,11 | 16,00 | 0,00 | 0,00 | 13,94 | 1,63 | 4,29 | 3,87 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Kobalt | 4,61 | 7,18 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,24 | 3,20 | 6,83 | 1,62 | 1,12 | 2,48 |
| Kupfer | 0,00 | 1,74 | 0,00 | 1,67 | 0,00 | 1,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Lithium | 3,19 | 0,00 | 1,77 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 6,84 | 3,33 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Magnesium | 13,42 | 1,74 | 0,00 | 0,00 | 1,78 | 0,00 | 1,75 | 17,59 | 1,12 | 1,47 | 1,76 |
| Mangan | 1,93 | 0,00 | 0,00 | 3,09 | 0,00 | 0,00 | 1,50 | 1,04 | 1,21 | 1,04 | 1,08 |
| Molybdän | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,51 | 0,00 | 2,40 | 2,64 | 2,70 | 0,00 | 1,04 | 1,11 |
| Nickel | 5,21 | 1,74 | 0,00 | 2,47 | 0,00 | 2,03 | 0,00 | 1,20 | 1,16 | 0,00 | 1,15 |
| Niob | 0,00 | 1,74 | 1,08 | 0,00 | 26,44 | 1,66 | 36,91 | 28,96 | 1,33 | 1,54 | 1,06 |
| Palladium | 0,00 | 7,18 | 0,00 | 0,00 | 2,07 | 1,19 | 36,94 | 4,62 | 1,25 | 1,11 | 1,25 |
| Platin | 0,00 | 1,74 | 0,00 | 0,00 | 1,31 | 0,00 | 36,94 | 15,17 | 1,26 | 1,11 | 1,14 |
| Rhenium | 0,00 | 16,00 | 1,21 | 0,00 | 28,44 | 0,00 | 4,53 | 4,63 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Selen | 0,00 | 16,00 | 1,60 | 0,00 | 5,14 | 2,12 | 1,29 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Seltene Erden | 0,00 | 7,18 | 1,77 | 0,00 | 27,04 | 6,86 | 4,23 | 25,00 | 1,08 | 0,00 | 1,78 |
| Silber | 0,00 | 7,18 | 0,00 | 6,07 | 0,00 | 2,00 | 0,00 | 0,00 | 1,12 | 0,00 | 1,21 |
| Silicium | 1,07 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 7,25 | 0,00 | 0,00 | 9,09 | 1,02 | 1,71 | 1,44 |
| Steinkohle | 0,00 | 0,00 | 1,78 | 0,00 | 1,28 | 2,03 | 1,34 | 3,82 | 1,08 | 0,00 | 1,42 |
| Strontium | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 20,55 | 2,25 | 6,76 | 6,76 | 0,00 | 1,71 | 1,04 |
| Tantal | 1,83 | 1,74 | 1,17 | 0,00 | 0,00 | 1,42 | 14,87 | 4,40 | 1,45 | 0,00 | 1,87 |
| Tellur | 0,00 | 16,00 | 0,00 | 0,00 | 4,27 | 2,34 | 10,64 | 2,67 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Titan | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,96 | 1,25 | 0,00 | 1,01 | 0,00 | 0,00 |
| Uran | 1,65 | 0,00 | 1,61 | 6,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,73 | 1,23 | 1,03 | 1,17 |
| Vanadium | 0,00 | 16,00 | 0,00 | 0,00 | 7,11 | 2,15 | 3,88 | 7,88 | 1,26 | 1,63 | 1,83 |
| Wolfram | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,37 | 11,11 | 0,00 | 5,82 | 16,84 | 1,14 | 1,27 | 1,79 |
| Zink | 0,00 | 1,74 | 1,07 | 8,61 | 0,00 | 1,28 | 1,27 | 1,42 | 1,08 | 0,00 | 1,21 |
| Zinn | 0,00 | 0,00 | 1,08 | 12,77 | 0,00 | 1,55 | 1,29 | 3,42 | 1,20 | 1,77 | 1,82 |
| Zirconium | 0,00 | 16,00 | 1,78 | 0,00 | 25,00 | 2,81 | 9,84 | 4,13 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

9.4 Anhang 4: Globale Produktionsdaten

| Globale Produktionsdaten für 2013 in kg | | Globale Produktionsdaten für 2013 in kg | |
|---|----------|---|----------|
| Aluminium | 4,71E+10 | Nickel | 2,55E+09 |
| Antimon | 1,56E+08 | Niob | 5,94E+07 |
| Beryllium | 2,60E+05 | Palladium | 2,03E+05 |
| Bismut | 2,90E+06 | Platin | 1,83E+05 |
| Blei | 5,60E+09 | Rhenium | 4,89E+04 |
| Braunkohle | 1,06E+11 | Selen | 2,25E+06 |
| Chrom | 2,88E+10 | Seltene Erden | 1,10E+08 |
| Eisen | 3,16E+12 | Silber | 2,61E+07 |
| Erdgas | 2,47E+12 | Silicium | 7,88E+09 |
| Erdöl | 4,20E+12 | Steinkohle | 6,91E+12 |
| Gallium | 4,40E+05 | Strontium | 3,33E+08 |
| Germanium | 1,58E+05 | Tantal | 1,17E+06 |
| Gold | 2,79E+06 | Tellur | 1,65E+05 |
| Indium | 7,99E+05 | Titan | 7,40E+09 |
| Kobalt | 1,25E+08 | Uran | 5,96E+04 |
| Kupfer | 1,81E+10 | Vanadium | 6,90E+07 |
| Lithium | 3,40E+07 | Wolfram | 7,72E+07 |
| Magnesium | 4,69E+10 | Zink | 1,35E+10 |
| Mangan | 2,00E+10 | Zinn | 3,43E+08 |
| Molybdän | 2,70E+08 | Zirconium | 1,25E+09 |

9.5 Anhang 5: Maximale normalisierte Distance-to-Target-Werte

Die maximalen normalisierten Distance-to-Target-Werten sind die normalisierten Distance-to-Target-Werte (Abschn. 9.6), die den größten Wert aufweisen. Sie werden identifiziert, da sie für die Skalierung notwendig sind (siehe Gl. 4.5).

| Kategorie | $\left[\frac{1}{kg} \right]$ |
|-----------|-------------------------------|
| NFW | 1,57E-04 |
| Kop | 3,27E-04 |
| PE | 2,70E-05 |
| MK | 4,06E-03 |
| Konz_U | 5,82E-04 |
| PRS | 1,42E-05 |
| Konz_R | 2,02E-04 |
| Konz_P | 1,16E-04 |
| HH | 2,06E-05 |
| REX | 1,73E-05 |
| PS | 1,96E-05 |

9.6 Anhang 6: Normalisierte Distance-to-Target-Werte

Normalisierte Distance-to-Target-Werte werden ermittelt, indem der Distance-to-Target-Wert mit dem metallspezifischen Produktionsdaten (Abschn. 9.4) normalisiert wird (siehe Gl. 4.5). Anschließend werden die ermittelten Werte skaliert. Sie entsprechen nicht den Charakterisierungsfaktoren (Abschn. 9.1) und können nicht zur Bewertung verwendet werden.

| | PS $\left[\frac{1}{kg}\right]$ | NFW $\left[\frac{1}{kg}\right]$ | Kop $\left[\frac{1}{kg}\right]$ | PE $\left[\frac{1}{kg}\right]$ | MK $\left[\frac{1}{kg}\right]$ |
|---------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Aluminium | 2,57E-11 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 |
| Antimon | 1,13E-08 | 8,60E-09 | 1,12E-08 | 8,23E-09 | 1,20E-07 |
| Beryllium | 0,00E+00 | 1,05E-05 | 6,70E-06 | 4,65E-06 | 4,06E-03 |
| Bismut | 4,48E-07 | 0,00E+00 | 5,52E-06 | 6,13E-07 | 0,00E+00 |
| Blei | 2,39E-10 | 4,71E-10 | 3,11E-10 | 0,00E+00 | 1,85E-09 |
| Braunkohle | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 1,68E-11 | 0,00E+00 |
| Chrom | 4,47E-11 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 4,05E-11 | 3,13E-10 |
| Eisen | 3,73E-13 | 6,90E-13 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 1,04E-12 |
| Erdgas | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 7,20E-13 | 0,00E+00 |
| Erdöl | 2,56E-13 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 4,23E-13 | 0,00E+00 |
| Gallium | 0,00E+00 | 1,57E-04 | 3,64E-05 | 0,00E+00 | 0,00E+00 |
| Germanium | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 1,01E-04 | 0,00E+00 | 5,45E-05 |
| Gold | 4,43E-07 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 2,31E-06 |
| Indium | 0,00E+00 | 2,64E-06 | 2,00E-05 | 0,00E+00 | 0,00E+00 |
| Kobalt | 1,99E-08 | 3,69E-08 | 5,75E-08 | 0,00E+00 | 0,00E+00 |
| Kupfer | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 9,63E-11 | 0,00E+00 | 9,23E-11 |
| Lithium | 0,00E+00 | 9,37E-08 | 0,00E+00 | 5,22E-08 | 0,00E+00 |
| Magnesium | 3,75E-11 | 2,86E-10 | 3,72E-11 | 0,00E+00 | 0,00E+00 |
| Mangan | 5,39E-11 | 9,64E-11 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 1,54E-10 |
| Molybdän | 4,10E-09 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 5,58E-09 |
| Nickel | 4,52E-10 | 2,05E-09 | 6,84E-10 | 0,00E+00 | 9,71E-10 |
| Niob | 1,79E-08 | 0,00E+00 | 2,93E-08 | 1,82E-08 | 0,00E+00 |
| Palladium | 6,14E-06 | 0,00E+00 | 3,54E-05 | 0,00E+00 | 0,00E+00 |
| Platin | 6,21E-06 | 0,00E+00 | 9,52E-06 | 0,00E+00 | 0,00E+00 |
| Rhenium | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 3,27E-04 | 2,47E-05 | 0,00E+00 |
| Selen | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 7,10E-06 | 7,12E-07 | 0,00E+00 |
| Seltene Erden | 1,62E-08 | 0,00E+00 | 6,53E-08 | 1,61E-08 | 0,00E+00 |
| Silber | 4,63E-08 | 0,00E+00 | 2,75E-07 | 0,00E+00 | 2,32E-07 |
| Silicium | 1,83E-10 | 1,36E-10 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 |
| Steinkohle | 2,05E-13 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 2,57E-13 | 0,00E+00 |
| Strontium | 3,11E-09 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 |
| Tantal | 1,60E-06 | 1,57E-06 | 1,49E-06 | 9,97E-07 | 0,00E+00 |
| Tellur | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 9,70E-05 | 0,00E+00 | 0,00E+00 |
| Titan | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 |
| Uran | 1,96E-05 | 2,77E-05 | 0,00E+00 | 2,70E-05 | 1,01E-04 |
| Vanadium | 2,65E-08 | 0,00E+00 | 2,32E-07 | 0,00E+00 | 0,00E+00 |
| Wolfram | 2,32E-08 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 1,77E-08 |
| Zink | 8,98E-11 | 0,00E+00 | 1,29E-10 | 7,91E-11 | 6,38E-10 |
| Zinn | 5,31E-09 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 3,15E-09 | 3,72E-08 |
| Zirconium | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 1,28E-08 | 1,42E-09 | 0,00E+00 |

| Konz_U $\left[\frac{1}{kg} \right]$ | Konz_R $\left[\frac{1}{kg} \right]$ | Konz_P $\left[\frac{1}{kg} \right]$ | HH $\left[\frac{1}{kg} \right]$ | REX $\left[\frac{1}{kg} \right]$ | PRS $\left[\frac{1}{kg} \right]$ |
|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 0,00E+00 | 2,27E-11 | 5,34E-11 | 2,26E-11 | 2,13E-11 | 0,00E+00 |
| 1,44E-07 | 3,57E-08 | 1,06E-07 | 7,29E-09 | 1,14E-08 | 7,90E-09 |
| 1,16E-04 | 7,49E-05 | 1,16E-04 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 5,72E-06 |
| 8,07E-06 | 5,32E-06 | 1,94E-06 | 3,45E-07 | 5,05E-07 | 5,56E-07 |
| 0,00E+00 | 4,94E-10 | 7,79E-10 | 1,90E-10 | 2,28E-10 | 2,88E-10 |
| 1,22E-11 | 1,14E-11 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 1,92E-11 |
| 0,00E+00 | 9,19E-11 | 1,18E-10 | 4,41E-11 | 0,00E+00 | 0,00E+00 |
| 0,00E+00 | 3,38E-13 | 9,83E-13 | 3,48E-13 | 0,00E+00 | 6,99E-13 |
| 5,20E-13 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 |
| 3,06E-13 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 3,13E-13 | 2,75E-13 |
| 2,53E-05 | 2,43E-06 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 2,29E-06 | 3,11E-06 |
| 1,42E-04 | 8,02E-06 | 4,79E-05 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 7,04E-06 |
| 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 4,18E-07 | 0,00E+00 | 0,00E+00 |
| 1,74E-05 | 5,37E-06 | 4,85E-06 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 2,03E-06 |
| 0,00E+00 | 2,56E-08 | 5,46E-08 | 1,30E-08 | 8,99E-09 | 1,79E-08 |
| 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 5,69E-11 |
| 0,00E+00 | 2,01E-07 | 9,80E-08 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 |
| 3,79E-11 | 3,73E-11 | 3,75E-10 | 2,38E-11 | 3,13E-11 | 0,00E+00 |
| 0,00E+00 | 7,49E-11 | 5,19E-11 | 6,04E-11 | 5,18E-11 | 0,00E+00 |
| 0,00E+00 | 9,78E-09 | 1,00E-08 | 0,00E+00 | 3,86E-09 | 8,90E-09 |
| 0,00E+00 | 0,00E+00 | 4,72E-10 | 4,55E-10 | 0,00E+00 | 7,97E-10 |
| 4,45E-07 | 6,21E-07 | 4,88E-07 | 2,23E-08 | 2,59E-08 | 2,80E-08 |
| 1,02E-05 | 1,82E-04 | 2,28E-05 | 6,15E-06 | 5,49E-06 | 5,85E-06 |
| 7,15E-06 | 2,02E-04 | 8,29E-05 | 6,88E-06 | 6,09E-06 | 0,00E+00 |
| 5,82E-04 | 9,26E-05 | 9,47E-05 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 |
| 2,28E-06 | 5,74E-07 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 9,39E-07 |
| 2,46E-07 | 3,84E-08 | 2,27E-07 | 9,82E-09 | 0,00E+00 | 6,24E-08 |
| 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 4,31E-08 | 0,00E+00 | 7,67E-08 |
| 9,20E-10 | 0,00E+00 | 1,15E-09 | 1,29E-10 | 2,17E-10 | 0,00E+00 |
| 1,86E-13 | 1,93E-13 | 5,53E-13 | 1,57E-13 | 0,00E+00 | 2,94E-13 |
| 6,17E-08 | 2,03E-08 | 2,03E-08 | 0,00E+00 | 5,14E-09 | 6,76E-09 |
| 0,00E+00 | 1,27E-05 | 3,76E-06 | 1,24E-06 | 0,00E+00 | 1,21E-06 |
| 2,59E-05 | 6,45E-05 | 1,62E-05 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 1,42E-05 |
| 0,00E+00 | 1,69E-10 | 0,00E+00 | 1,36E-10 | 0,00E+00 | 4,01E-10 |
| 0,00E+00 | 0,00E+00 | 2,90E-05 | 2,06E-05 | 1,73E-05 | 0,00E+00 |
| 1,03E-07 | 5,63E-08 | 1,14E-07 | 1,83E-08 | 2,36E-08 | 3,12E-08 |
| 1,44E-07 | 7,54E-08 | 2,18E-07 | 1,48E-08 | 1,64E-08 | 0,00E+00 |
| 0,00E+00 | 9,38E-11 | 1,05E-10 | 8,02E-11 | 0,00E+00 | 9,46E-11 |
| 0,00E+00 | 3,77E-09 | 9,97E-09 | 3,49E-09 | 5,17E-09 | 4,52E-09 |
| 2,00E-08 | 7,86E-09 | 3,30E-09 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 2,24E-09 |

9.7 Anhang 7: Auswertung der Stakeholderbefragung

An der onlinebasierten Stakeholderbefragung beteiligten sich 206 Teilnehmer, die sich in folgende Gruppen aufteilen:

- Unternehmen: 46%,
- Forschungseinrichtungen: 34%,
- Beratung: 8%,
- Industrieverbände: 3%,
- Nichtregierungsorganisationen: 2%,
- Sonstige: 7%.

Ziel der Umfrage war es, geeignete Grenzwerte für die Kategorien der Teildimension „Sozio-ökonomische Verfügbarkeit“ zu finden. Da Grenzwerte wissenschaftlich nicht bestimmbar sind, sondern eine subjektive Meinung abbilden, ist im ESSENZ-Projekt angestrebt worden, Grenzwerte zu finden, die von vielen verschiedenen Stakeholdergruppen unterstützt werden. Daher wurde eine Stakeholderumfrage gestartet mit dem Ziel, für alle Kategorien entsprechende Grenzwerte zu ermitteln. Aus der Stakeholderbefragung konnten allerdings nur für die Kategorien Minenkapazität, Nachfragewachstum und Primärmitteleinsatz geeignete Grenzwerte bestimmt werden. Für die restlichen Kategorien war dies aufgrund sehr inhomogener Antworten nicht möglich. Im Folgenden werden die Befragungsergebnisse dieser drei Kategorien detaillierter dargestellt.

9.7.1 *Minenkapazität*

Folgende Frage bezüglich der Minenkapazität wurde an die Stakeholder gerichtet:

Über welchen Zeitraum sollte Ihrer Meinung nach ein Rohstoff verfügbar sein (Reservenreichweite), um als unkritisch¹ zu gelten?

Antwortmöglichkeiten: 20 Jahre, 50 Jahre, 100 Jahre, über 100 Jahre, weiß ich nicht, Sonstiges.

In Abb. 9.1 ist das Ergebnis der Befragung dargestellt. Zu sehen ist, dass ab einer Reichweite von mehr als 100 Jahren die Mehrheit der Befragten einen Rohstoff als unkritisch erachtet. Ab einer Reichweite unter 50 Jahren erachtet die Mehrheit der Befragten zudem einen Rohstoff als kritisch. Eine Reichweite von 20 Jahren sowie von über 100 Jahren sahen wenige Teilnehmer als unkritisch an. Obwohl viele der Befragten angaben, dass ein Rohstoff mehr als 100 Jahre verfügbar sein sollte, bevor er als unkritisch eingeschätzt werden kann, sehen auch viele der Befragten bereits eine Reichweite kleiner 50 Jahre als kritisch an. Daher wurde beschlossen, 50 Jahre als Grenzwert für die Berechnung der Charakterisierungsfaktoren zu verwenden.

¹ Als unkritisch bzw. kritisch ist in diesem Zusammenhang ein potenzielles Risiko der eingeschränkten Verfügbarkeit zu verstehen.

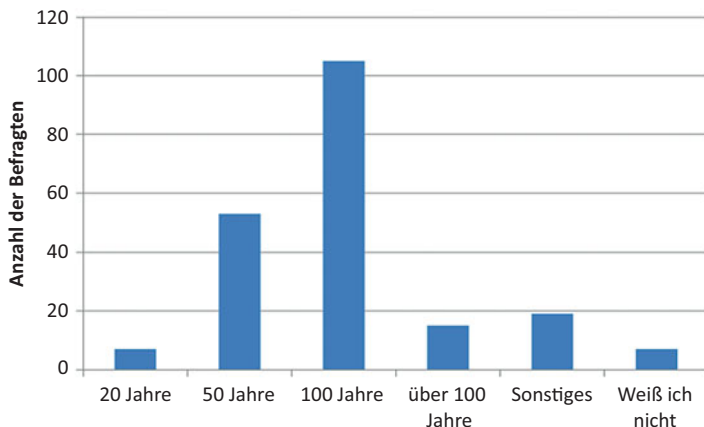


Abb. 9.1 Antworten der Stakeholderbefragung zur Frage: Über welchen Zeitraum sollte Ihrer Meinung nach ein Rohstoff verfügbar sein, um als unkritisch zu gelten?

Die ESSENZ-Methode stellt es jedem Anwender frei, die Grenzwerte individuell festzulegen. Demzufolge besteht durchaus die Möglichkeit, mit einem Grenzwert von 100 Jahren zu rechnen, sollte der Grenzwert von 50 Jahren als zu konservativ angesehen werden. Dies bedingt, dass die Charakterisierungsfaktoren neu berechnet werden müssen.

9.7.2 Nachfragewachstum

Folgende Frage bezüglich des Nachfragewachstums wurde an die Stakeholder gerichtet:

Die jährliche Nachfrage nach Metallen steigt stetig an. Für Kupfer beträgt dieser Anstieg in den letzten Jahren 5 bis 10% pro Jahr. Wie viel Prozent jährliches Wachstum halten Sie für unkritisch, damit die globale Versorgungssicherheit von Metallen nicht gefährdet wird?

Antwortmöglichkeiten: 2%, 5%, 10%, 20%, 100%, weiß ich nicht.

In Abb. 9.2 ist das Ergebnis der Befragung dargestellt. Zu sehen ist, dass die Mehrheit der Befragten ein jährliches Nachfragewachstum von mehr als 2 und 5% als kritisch einstufen. Abb. 9.2 ist ebenfalls zu entnehmen, dass eine große Anzahl an Befragten (21%) sich nicht zutrauten, eine Bewertung abzugeben, und daher mit „weiß ich nicht“ antworteten. Unter „Sonstiges“ sind Kommentare der Befragten zusammengefasst, die auf keine Zahl zurückzuführen sind, sondern sich mit der Thematik allgemein beschäftigen. Wenn aus der Antwort ein Zahlenwert (wie bei 0%) abgelesen werden kann, wird dieser in Abb. 9.2 entsprechend angezeigt.

Da die Mehrheit der Befragten 5% jährliches Wachstum als kritisch einschätzt, wurde dieser Wert als Standardgrenzwert für die Berechnung der Charakterisierungsfaktoren verwendet. In der ESSENZ-Methode können die Grenzwerte von

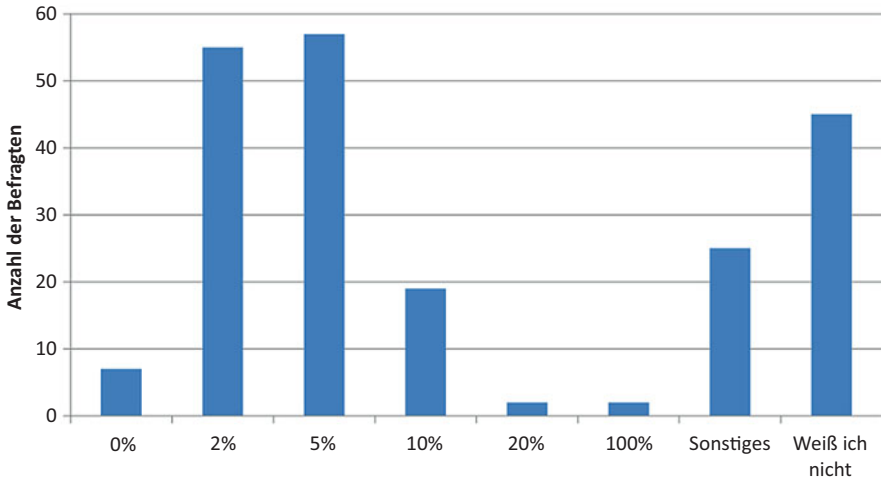


Abb. 9.2 Antworten der Stakeholderbefragung zur Frage: Wie viel Prozent jährliches Wachstum halten Sie für unkritisch, damit die globale Versorgungssicherheit von Metallen nicht gefährdet wird?

jedem Anwender individuell angepasst werden, somit kann auch mit einem Grenzwert von 2% gerechnet werden, falls der Grenzwert von 5% als zu hoch angesehen wird.

9.7.3 Primärmaterialanteil

Folgende Frage bezüglich des Primärmaterialanteils wurde an die Stakeholder gerichtet:

Wie groß sollte der Sekundärmaterialanteil auf Materialebene (z. B. Anteil des recycelten Metalls in einem Metallbogen) Ihrer Meinung nach für eine langfristige Sicherung der Materialversorgung sein?

Antwortmöglichkeiten: 10%, 25%, 50%, 75%, Ich bin mir nicht sicher, Sonstiges.

In Abb. 9.3 ist das Ergebnis der Befragung dargestellt. Zu sehen ist, dass die Mehrheit der Befragten (insgesamt 68%) einen Sekundärmaterialanteil von 50% und 75% als notwendig erachtet, um die Materialversorgung langfristig zu sichern. Unter „Sonstiges“ sind Kommentare der Befragten zusammengefasst. Wenn aus der Antwort ein Zahlenwert (wie bei 100%) abgelesen werden kann, wird dieser in Abb. 9.2 entsprechend angezeigt.

Da die Mehrheit der Befragten 75% Primärmaterial als kritisch einschätzen, wurde dieser Wert als Standardgrenzwert für die Berechnung der Charakterisierungsfaktoren verwendet. In der ESSENZ-Methode können die Grenzwerte von jedem Anwender individuell angepasst werden, somit kann auch mit einem Grenzwert von 50% gerechnet werden, falls der Grenzwert von 75% als zu hoch angesehen wird.

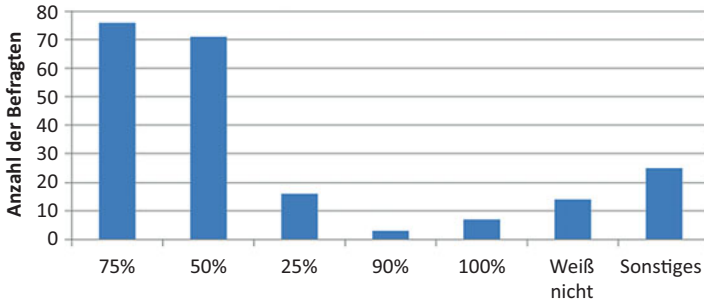


Abb. 9.3 Antworten der Stakeholderbefragung zur Frage: Wie groß sollte der Sekundärmaterialanteil auf Materialebene Ihrer Meinung nach für eine langfristige Sicherung der Materialversorgung sein?

9.8 Anhang 8: Darstellung der Berechnung der Charakterisierungsfaktoren am Beispiel Silber

Im Folgenden wird die Bestimmung der Charakterisierungsfaktoren für die verschiedenen Kategorien der Teildimensionen „Physische Verfügbarkeit“ und „Sozio-ökonomische Verfügbarkeit“ am Beispiel Silber erläutert.

9.8.1 Bewertung der Teildimension „Physische Verfügbarkeit“

Die Teildimension „Physischen Verfügbarkeit“ mit der Kategorie abiotischer Ressourcenverbrauch wird mit dem Wirkungsindikator Abiotic Depletion Potential (ADP) [14] quantifiziert (siehe Gl. 4.1). Die Charakterisierungsfaktoren für ADP stehen für viele Metalle und fossile Rohstoffe zur Verfügung, können aber auch selbst wie folgt berechnet werden (siehe Gl. 9.1):

$$\begin{aligned}
 ADP_{\text{elementar, Ag}} &= \frac{\text{Extraktionsrate}_{\text{Ag}}}{(\text{ultimative Reserven}_{\text{Ag}})^2} \times \frac{(\text{ultimative Reserven}_{\text{Sb}})^2}{\text{Extraktionsrate}_{\text{Sb}}} \\
 &= \frac{2,60^4 \text{ t}}{(1,62^{12} \text{ t})^2} \times \frac{(4,63^{12} \text{ t})^2}{1,54^5 \text{ t}} = 1,84 \frac{\text{kg Sb-Äquivalente}}{\text{kg}}.
 \end{aligned}
 \tag{Gl. 9.1}$$

Daten für die Extraktionsrate finden sich in den Datenbanken von USGS [22] und BGS [23]. Daten für die ultimativen Reserven sind aus der Veröffentlichung von Guinee (1995) [88] zu entnehmen.

Um neben der geologischen auch die anthropogene Verfügbarkeit zu bewerten, wird der Wirkungsindikator Anthropogenic Stock Extended Abiotic Depletion Potential (AADP) [15], [16] verwendet (siehe Gl. 4.3). Die Charakterisierungsfaktoren

für AADP stehen für ausgewählte Metalle und fossile Rohstoffe zur Verfügung, können aber auch selbst wie folgt berechnet werden (siehe Gl. 9.2):

$$\begin{aligned}
 AADP_{i, \text{Ressourcen}} &= \frac{\text{Extraktionsrate}_i}{(\text{Ressourcen}_i + \text{anthropogene Vorkommen}_i)^2} \\
 &\quad \times \frac{(\text{Ressourcen}_{Sb} + \text{anthropogene Vorkommen}_{Sb})^2}{\text{Extraktionsrate}_{Sb}} \\
 &= \frac{2,60 \times 10^4 t}{(8,75 \times 10^5 + 1,75 \times 10^6)^2} \times \frac{(6,61 \times 10^6 + 6,41 \times 10^6)^2}{1,54 \times 10^5 t} \\
 &= 0,228 \frac{\text{kg Sb} - \ddot{A}qv.}{\text{kg}}.
 \end{aligned}
 \tag{Gl. 9.2}$$

Sowohl die Daten für die Extraktionsrate als auch für die Ressourcen und anthropogenen Vorkommen finden sich in den Datenbanken von USGS [22] und BGS [23].

9.8.2 Bewertung der Teildimension „Sozio-ökonomische Verfügbarkeit“

Für die Bewertung der Teildimension „Sozio-ökonomische Verfügbarkeit“ werden insgesamt 11 Kategorien betrachtet, deren Berechnung im Folgenden für Silber erläutert wird. Dazu wird wie in Abschn. 4.1.2.1 beschrieben vorgegangen. Zuerst erfolgt die Ermittlung der Wirkungsindikatorbeträge für jede Kategorie. Die einzelnen Kategorien sind in Abschn. 4.1.2.2 umfassend erläutert.

1) Berechnung der Wirkungsindikatorbeträge

Konzentration

Es werden drei verschiedene Konzentrationen bestimmt: Die Konzentration der Reserven, die Konzentration der Produktion und die Unternehmenskonzentration. Als Wirkungsindikator dient der Herfindahl-Hirschman-Index (HHI) [31], der die Summe der quadrierten Anteile darstellt (siehe Gl. 4.7, Gl. 4.8, Gl. 4.9).

Die Berechnung des Wirkungsindikatorbetrages für die Kategorie Konzentration der Reserven anhand des Beispiels Silber erfolgt nach Gl. 9.3 mit den in Tab. 9.1 dargestellten Werten:

$$\text{HHI}_{R_{Ag}} = \sum (\text{Anteil eines Landes}_x \text{ in \% an den globalen Reserven}_{Ag})^2
 \tag{Gl. 9.3}$$

Zur Berechnungen werden die Daten für die globalen Reserven aus der USGS-Datenbank und entsprechend die prozentualen Anteile der Länder ermittelt. Daraufhin wer-

Tab. 9.1 Darstellung der globalen Reservendaten, Marktanteilen und quadrierten Marktanteilen für die Berechnung der Konzentration der Reserven für Silber

| Land | Reserven in t 2013 (basierend auf USGS) | Prozentualer Anteil eines Landes an den globalen Reserven (Marktanteile) | Quadrierte Marktanteile |
|---------------|--|--|----------------------------|
| USA | 25.000 | 0,0472 | 2,23E-03 |
| Australien | 85.000 | 0,1604 | 2,57E-02 |
| Bolivien | 22.000 | 0,0415 | 1,72E-03 |
| Kanada | 7000 | 0,0132 | 1,74E-04 |
| Chile | 77.000 | 0,1453 | 2,11E-02 |
| China | 43.000 | 0,0811 | 6,58E-03 |
| Mexiko | 37.000 | 0,0698 | 4,87E-03 |
| Peru | 98.900 | 0,1866 | 3,48E-02 |
| Polen | 85.000 | 0,1604 | 2,57E-02 |
| Andere Länder | 50.000 | 0,0943 | 8,89E-03 |
| Russland | keine Daten | | |
| | | | <i>Summe= 0,13</i> |

den die jeweiligen Marktanteile für jedes Land quadriert, und anschließend wird die Summe über die quadrierten Marktanteile gebildet. Länder, für die keine Daten zur Verfügung stehen, können nicht mit in die Berechnung einbezogen werden. Andere Länder (mehrerer Länder sind zusammengefasst) sollten als ein Land mit in die Berechnung einfließen. Für Silber ergibt sich eine Konzentration der Reserven von 0,13.

Als Nächstes wird die Konzentration der Produktion nach Gl. 9.4 und Tab. 9.2 ermittelt:

$$\text{HHI}_{P_{Ag}} = \sum (\text{Anteil eines Landes}_x \text{ in \% an der globalen Produktion}_{Ag})^2. \quad \text{Gl. 9.4}$$

Zur Berechnungen werden zuerst die Daten für die globale Produktion aus der BGS-Datenbank und die darauf basierenden prozentualen Anteile der Länder bestimmt. Daraufhin werden diese Marktanteile für jedes Land quadriert, und anschließend wird die Summe über die quadrierten Marktanteile gebildet. Für Silber ergibt sich eine Konzentration der Reserven von 0,11.

Die Berechnung des Wirkungsindikatorbetrages für die Kategorie Unternehmenskonzentration anhand des Beispiels Silber erfolgt nach Gl. 9.5 nach dem in Tab. 9.2 dargestellten Prinzip:

$$\text{HHI}_{P_{Ag}} = \sum (\text{Anteil eines Unternehmens}_x \text{ in \% an globalen Produktion}_{Ag})^2. \quad \text{Gl. 9.5}$$

Tab. 9.2 Darstellung der globalen Produktionsdaten, Marktanteile und quadrierten Marktanteile für die Berechnung der Konzentration der Produktion für Silber

| Land | Produktion in t 2013 (basierend auf BGS) | Prozentualer Anteil eines Landes an der globalen Produktion (Marktanteile) | Quadrierte Marktanteile |
|-------------------------|---|---|----------------------------|
| Argentinien | 6,81E-04 | 6,81E-04 | 6,81E-04 |
| Armenien | 2,50E-07 | 2,50E-07 | 2,50E-07 |
| Australien | 4,97E-03 | 4,97E-03 | 4,97E-03 |
| Azerbaidshan | 1,00E-08 | 1,00E-08 | 1,00E-08 |
| Bolivien | 2,43E-03 | 2,43E-03 | 2,43E-03 |
| Botswana | 8,10E-07 | 8,10E-07 | 8,10E-07 |
| Brasilien | 6,40E-07 | 6,40E-07 | 6,40E-07 |
| Bulgarien | 4,41E-06 | 4,41E-06 | 4,41E-06 |
| Kanada | 6,10E-04 | 6,10E-04 | 6,10E-04 |
| Chile | 2,02E-03 | 2,02E-03 | 2,02E-03 |
| China | 1,98E-02 | 1,98E-02 | 1,98E-02 |
| Kolumbien | 2,50E-07 | 2,50E-07 | 2,50E-07 |
| Kongo | 5,29E-06 | 5,29E-06 | 5,29E-06 |
| Dominikanische Republik | 9,00E-06 | 9,00E-06 | 9,00E-06 |
| Ecuador | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 |
| Eritrea | 3,60E-07 | 3,60E-07 | 3,60E-07 |
| Äthiopien | 1,00E-08 | 1,00E-08 | 1,00E-08 |
| Finnland | 1,52E-05 | 1,52E-05 | 1,52E-05 |
| Ghana | 1,00E-08 | 1,00E-08 | 1,00E-08 |
| Griechenland | 2,25E-06 | 2,25E-06 | 2,25E-06 |
| Guatemala | 1,04E-04 | 1,04E-04 | 1,04E-04 |
| Honduras | 3,61E-06 | 3,61E-06 | 3,61E-06 |
| Indien | 1,80E-04 | 1,80E-04 | 1,80E-04 |
| Indonesien | 5,93E-05 | 5,93E-05 | 5,93E-05 |
| Iran | 2,25E-06 | 2,25E-06 | 2,25E-06 |
| Irland | 9,00E-08 | 9,00E-08 | 9,00E-08 |
| Japan | 1,00E-08 | 1,00E-08 | 1,00E-08 |
| Kasachstan | 1,36E-03 | 1,36E-03 | 1,36E-03 |
| Südkorea | 3,61E-06 | 3,61E-06 | 3,61E-06 |

Tab. 9.2 (Fortsetzung)

| Land | Produktion in t 2013 (basierend auf BGS) | Prozentualer Anteil eines Landes an der globalen Produktion (Marktanteile) | Quadierte Marktanteile |
|---------------|---|---|---------------------------|
| Nordkorea | 1,00E-08 | 1,00E-08 | 1,00E-08 |
| Laos | 1,44E-06 | 1,44E-06 | 1,44E-06 |
| Makedonien | 1,44E-06 | 1,44E-06 | 1,44E-06 |
| Mexiko | 4,97E-02 | 4,97E-02 | 4,97E-02 |
| Mongolei | 1,21E-06 | 1,21E-06 | 1,21E-06 |
| Marokko | 9,60E-05 | 9,60E-05 | 9,60E-05 |
| Namibia | 1,00E-08 | 1,00E-08 | 1,00E-08 |
| Neuseeland | 1,60E-07 | 1,60E-07 | 1,60E-07 |
| Nicaragua | 2,50E-07 | 2,50E-07 | 2,50E-07 |
| Peru | 1,98E-02 | 1,98E-02 | 1,98E-02 |
| Philippinen | 2,25E-06 | 2,25E-06 | 2,25E-06 |
| Polen | 1,77E-03 | 1,77E-03 | 1,77E-03 |
| Portugal | 2,56E-06 | 2,56E-06 | 2,56E-06 |
| Rumänien | 4,90E-07 | 4,90E-07 | 4,90E-07 |
| Russland | 2,93E-03 | 2,93E-03 | 2,93E-03 |
| Saudi-Arabien | 4,00E-08 | 4,00E-08 | 4,00E-08 |
| Serbien | 9,00E-08 | 9,00E-08 | 9,00E-08 |
| Slowakei | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 |
| Solomonen | 1,16E-05 | 1,16E-05 | 1,16E-05 |
| Südafrika | 6,76E-06 | 6,76E-06 | 6,76E-06 |
| Spanien | 1,44E-06 | 1,44E-06 | 1,44E-06 |
| Sudan | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 |
| Schweden | 1,72E-04 | 1,72E-04 | 1,72E-04 |
| Tadschikistan | 1,00E-08 | 1,00E-08 | 1,00E-08 |
| Tansania | 1,60E-07 | 1,60E-07 | 1,60E-07 |
| Thailand | 1,44E-06 | 1,44E-06 | 1,44E-06 |
| Türkei | 5,04E-05 | 5,04E-05 | 5,04E-05 |
| USA | 1,75E-03 | 1,75E-03 | 1,75E-03 |
| Usbekistan | 5,29E-06 | 5,29E-06 | 5,29E-06 |
| | | | <i>Summe= 0,11</i> |

Die in der ESSENZ-Methode verwendeten Daten für die Unternehmen sind aus der kommerziellen SNL-Datenbank [32] entnommen und können daher hier nicht wiedergegeben werden. Die Berechnung der Unternehmenskonzentration erfolgt nach demselben Prinzip wie die Berechnung der Konzentration der Reserven und der Konzentration der Produktion. Für Silber ergibt sich eine Unternehmenskonzentration von 0,02.

Minenkapazität Zur Quantifizierung wird der Wirkungsindikator statische Reichweite verwendet (siehe Gl. 4.10). Um die statische Reichweite (SR) für das Beispiel Silber zu ermitteln, werden die Reserven (Daten aus USGS [22]) durch die entsprechende jährliche Produktion dividiert (Daten aus BGS [23]) (siehe Gleichung Gl. 9.6):

$$SR_i = \frac{\text{Reserven}_{Ag}}{\text{jährliche Produktion}_{Ag}} = \frac{53.0000}{26.107} = 20,3 \text{ Jahre.} \quad \text{Gl. 9.6}$$

Für Silber ergibt sich somit eine statische Reichweite von 20,3 Jahre. Der Berechnung des Kehrwerts ergibt sich nach Gl. 9.7:

$$\text{Statische Reichweite}^* = \frac{1}{\text{Statische Reichweite}} = \frac{1}{20,3 \text{ Jahre}} = 4,93 \times 10^{-2}. \quad \text{Gl. 9.7}$$

Es ergibt sich somit für Silber ein Wert von $4,93 \times 10^{-2}$.

Realisierbarkeit von Explorationsvorhaben

Als Wirkungsindikator zur Messung der Realisierbarkeit von Explorationsvorhaben wird der Policy Potential Index (PPI_x) [33] verwendet (siehe Gl. 4.11). Für Silber wird er nach Gl. 9.8 mit den in Tab. 9.3 aufgeführten Daten bestimmt:

$$PPI_{Ag} = \sum(\text{Anteil eines Landes}_x \text{ in \% an den Reserven}_{Ag} \times PPI_x). \quad \text{Gl. 9.8}$$

Zur Berechnung werden die Daten für die globalen Reserven aus der USGS-Datenbank und entsprechend die prozentualen Anteile der Länder ermittelt. Zudem müssen für jedes Land die dazugehörigen PPI_x -Werte identifiziert werden. Diese werden mit dem prozentualen Anteil des Landes an den globalen Reserven multipliziert, und anschließend wird die Summe gebildet. Länder, für die keine Daten zur Verfügung stehen, können nicht mit in die Berechnung einbezogen werden. Für Silber ergibt sich ein PPI_{Ag} von 53,19.

Handelshemmnisse Für die Quantifizierung von Handelshemmnissen wird der Enabeling Trade Index (ETI_x) [35] verwendet (siehe Gl. 4.12). Die Berechnung des Wirkungsindikatorbetrags für Silber erfolgt nach Gl. 9.9 und Tab. 9.4:

$$ETI_{Ag} = \sum(\text{Anteil eines Landes}_x \text{ in \% an der globalen Produktion}_{Ag} \times ETI_x). \quad \text{Gl. 9.9}$$

Tab. 9.3 Darstellung der globalen Reservendaten, Marktanteile und PPI-Werte für die Berechnung für Silber

| Land | Reserven in t 2013 (basierend auf USGS) | Prozentualer Anteil eines Landes an den globalen Reserven | PPI-Werte der Länder | PPI x Anteile |
|---------------|--|---|----------------------|---------------------|
| USA | 25.000 | 0,0472 | 32,92 | 1,55 |
| Australien | 85.000 | 0,1604 | 83,26 | 13,35 |
| Bolivien | 22.000 | 0,0415 | 24,41 | 1,01 |
| Kanada | 7000 | 0,0132 | 31,16 | 0,41 |
| Chile | 77.000 | 0,1453 | 82,66 | 12,01 |
| China | 43.000 | 0,0811 | 51,37 | 4,17 |
| Mexiko | 37.000 | 0,0698 | 49,51 | 3,46 |
| Peru | 98.900 | 0,1866 | 62,83 | 11,72 |
| Polen | 85.000 | 0,1604 | 34,31 | 5,50 |
| Andere Länder | 50.000 | 0,0943 | | |
| Russland | Keine Daten | | | |
| | | | | <i>Summe= 53,19</i> |

Zur Berechnungen werden die Daten für die globale Produktion aus der BGS-Datenbank und entsprechend die prozentualen Anteile der Länder bestimmt. Zudem müssen für jedes Land die dazugehörigen ETI_x -Werte identifiziert werden. Diese werden mit den Marktanteilen multipliziert, und anschließend wird die Summe gebildet. Für Silber ergibt sich ein Wert von 3,34.

Koppelproduktion Für die Quantifizierung der Kategorie Koppelproduktion (Kop) wird der Wirkungsindikator „Anteil des durch Koppelproduktion gewonnen Materials“ ermittelt. Die IZT-Studie *Kritische Rohstoffe für Deutschland* [36] stellt hierzu Angaben zu Haupt- und Nebenprodukten bereit. Dabei werden die Metalle in die Kategorien „nur Hauptproduktion“, „überwiegend Hauptproduktion“, „überwiegend Nebenprodukt“ und „nur Nebenprodukt“ eingeteilt und in der ESSENZ-Methode quantifiziert (Tab. 4.1).

Für Silber, welches überwiegend als Nebenprodukt abgebaut wird, ergibt sich ein Wert von 0,67.

Politische Stabilität Die Quantifizierung der Kategorie erfolgt mithilfe der von der Weltbank erhobenen und entwickelten sechs Worldwide Governance Indicators [37], die, wie in Abschn. 4.2 beschrieben, zu einem Index zusammengerechnet werden ($WGII_x$). Für Silber wird er nach dem in Gl. 9.10 und Tab. 9.5 dargestellten Vorgehen bestimmt:

$$WGII_{Ag} = \sum (\text{Anteil eines Landes}_x \text{ in \% an der globalen Produktion}_{Ag} \times WGII_x).$$

Gl. 9.10

Tab. 9.4 Darstellung der globalen Produktionsdaten, Marktanteile und ETI-Werte für die Berechnung für Silber

| Land | Produktion in t 2013 (basierend auf BGS) | Prozentualer Anteil eines Landes an der globalen Produktion (Marktanteile) | ETI-Werte | ETI-Werte x Marktanteile |
|-------------------------|---|---|-----------|-----------------------------|
| Argentinien | 682,60 | 0,0261 | 3,9 | 1,02E-01 |
| Armenien | 14,08 | 0,0005 | 3,3 | 1,65E-03 |
| Australien | 1840,00 | 0,0705 | 2,7 | 1,90E-01 |
| Azerbaidshan | 1,90 | 0,0001 | 3,7 | 3,70E-04 |
| Bolivien | 1288,00 | 0,0493 | 3,9 | 1,92E-01 |
| Botswana | 22,60 | 0,0009 | 3,9 | 3,51E-03 |
| Brasilien | 20,00 | 0,0008 | 3,8 | 3,04E-03 |
| Bulgarien | 55,00 | 0,0021 | 3,6 | 7,56E-03 |
| Kanada | 645,98 | 0,0247 | 2,6 | 6,42E-02 |
| Chile | 1172,85 | 0,0449 | 2,5 | 1,12E-01 |
| China | 3670,21 | 0,1406 | 3,3 | 4,64E-01 |
| Kolumbien | 13,97 | 0,0005 | 3,6 | 1,80E-03 |
| Kongo | 60,43 | 0,0023 | 4,4 | 1,01E-02 |
| Dominikanische Republik | 78,23 | 0,003 | 3,7 | 1,11E-02 |
| Ecuador | 1,20 | 0 | 3,5 | 0,00E+00 |
| Eritrea | 15,80 | 0,0006 | 6,6 | 3,96E-03 |
| Äthiopien | 1,40 | 0,0001 | 4,4 | 4,40E-04 |
| Finnland | 100,89 | 0,0039 | 2,4 | 9,36E-03 |
| Ghana | 3,90 | 0,0001 | 4 | 4,00E-04 |
| Griechenland | 39,76 | 0,0015 | 3,6 | 5,40E-03 |
| Guatemala | 265,94 | 0,0102 | 3,5 | 3,57E-02 |
| Honduras | 50,90 | 0,0019 | 3,8 | 7,22E-03 |
| Indien | 349,77 | 0,0134 | 4 | 5,36E-02 |
| Indonesien | 200,00 | 0,0077 | 3,4 | 2,62E-02 |
| Iran | 40,00 | 0,0015 | 4,6 | 6,90E-03 |
| Irland | 7,82 | 0,0003 | 2,8 | 8,40E-04 |
| Japan | 3,64 | 0,0001 | 2,5 | 2,50E-04 |
| Kasachstan | 963,58 | 0,0369 | 3,9 | 1,44E-01 |
| Südkorea | 50,00 | 0,0019 | 3,7 | 7,03E-03 |

Tab. 9.4 (Fortsetzung)

| Land | Produktion in t 2013 (basierend auf BGS) | Prozentualer Anteil eines Landes an der globalen Produktion (Marktanteile) | ETI-Werte | ETI-Werte x Marktanteile |
|---------------|---|---|-----------|-----------------------------|
| Nordkorea | 3,90 | 0,0001 | 2,9 | 2,90E-04 |
| Laos | 32,26 | 0,0012 | 3,5 | 4,20E-03 |
| Makedonien | 32,00 | 0,0012 | 3,5 | 4,20E-03 |
| Mexiko | 5821,00 | 0,223 | 3,5 | 7,81E-01 |
| Mongolei | 29,33 | 0,0011 | 4,6 | 5,06E-03 |
| Marokko | 255,00 | 0,0098 | 3,2 | 3,14E-02 |
| Namibia | 2,01 | 0,0001 | 3,7 | 3,70E-04 |
| Neuseeland | 11,22 | 0,0004 | 2,4 | 9,60E-04 |
| Nicaragua | 13,75 | 0,0005 | 3,6 | 1,80E-03 |
| Peru | 3674,28 | 0,1407 | 3,3 | 4,64E-01 |
| Philippinen | 40,04 | 0,0015 | 3,5 | 5,25E-03 |
| Polen | 1100,00 | 0,0421 | 3,3 | 1,39E-01 |
| Portugal | 40,62 | 0,0016 | 3,1 | 4,96E-03 |
| Rumänien | 18,00 | 0,0007 | 3,7 | 2,59E-03 |
| Russland | 1412,00 | 0,0541 | 4,1 | 2,22E-01 |
| Saudi-Arabien | 4,16 | 0,0002 | 3,3 | 6,60E-04 |
| Serbien | 8,40 | 0,0003 | 3,9 | 1,17E-03 |
| Slowakei | 0,51 | 0 | 3,3 | 0,00E+00 |
| Solomonen | 89,67 | 0,0034 | 4 | 1,36E-02 |
| Südafrika | 68,78 | 0,0026 | 3,4 | 8,84E-03 |
| Spanien | 31,00 | 0,0012 | 2,8 | 3,36E-03 |
| Sudan | 0,70 | 0 | 3,8 | 0,00E+00 |
| Schweden | 341,35 | 0,0131 | 2,5 | 3,28E-02 |
| Tadschikistan | 1,80 | 0,0001 | 3,6 | 3,60E-04 |
| Tansania | 11,01 | 0,0004 | 4,1 | 1,64E-03 |
| Thailand | 32,38 | 0,0012 | 3,4 | 4,08E-03 |
| Türkei | 186,62 | 0,0071 | 3,3 | 2,34E-02 |
| USA | 1090,00 | 0,0418 | 2,6 | 1,09E-01 |
| Usbekistan | 60,00 | 0,0023 | 3,7 | 8,51E-03 |
| | | | | <i>Summe= 3,34</i> |

Tab. 9.5 Darstellung der globalen Produktionsdaten, Marktanteile und WGII-Werte für die Berechnung für Silber

| Land | Produktion in t 2013 (basierend auf BGS) | Prozentualer Anteil eines Landes an der globalen Produktion (Marktanteile) | WGII-Werte | WGII-Werte x Marktanteile |
|-------------------------|---|---|------------|------------------------------|
| Argentinien | 682,60 | 0,0261 | 2,48 | 6,47E-02 |
| Armenien | 14,08 | 0,0005 | 2,28 | 1,14E-03 |
| Australien | 1840,00 | 0,0705 | 0,55 | 3,89E-02 |
| Azerbaidshan | 1,90 | 0,0001 | 2,82 | 2,82E-04 |
| Bolivien | 1288,00 | 0,0493 | 2,66 | 1,31E-01 |
| Botswana | 22,60 | 0,0009 | 1,45 | 1,31E-03 |
| Brasilien | 20,00 | 0,0008 | 2,14 | 1,71E-03 |
| Bulgarien | 55,00 | 0,0021 | 1,99 | 4,18E-03 |
| Kanada | 645,98 | 0,0247 | 0,52 | 1,28E-02 |
| Chile | 1172,85 | 0,0449 | 0,94 | 4,22E-02 |
| China | 3670,21 | 0,1406 | 2,66 | 3,74E-01 |
| Kolumbien | 13,97 | 0,0005 | 2,42 | 1,21E-03 |
| Kongo | 60,43 | 0,0023 | 3,68 | 8,47E-03 |
| Dominikanische Republik | 78,23 | 0,003 | 2,40 | 7,20E-03 |
| Ecuador | 1,20 | 0 | 2,69 | 0,00E+00 |
| Eritrea | 15,80 | 0,0006 | 3,60 | 2,16E-03 |
| Äthiopien | 1,40 | 0,0001 | 3,03 | 3,03E-04 |
| Finnland | 100,89 | 0,0039 | 0,27 | 1,05E-03 |
| Ghana | 3,90 | 0,0001 | 2,04 | 2,04E-04 |
| Griechenland | 39,76 | 0,0015 | 1,81 | 2,71E-03 |
| Guatemala | 265,94 | 0,0102 | 2,73 | 2,79E-02 |
| Honduras | 50,90 | 0,0019 | 2,80 | 5,32E-03 |
| Indien | 349,77 | 0,0134 | 2,46 | 3,30E-02 |
| Indonesien | 200,00 | 0,0077 | 2,47 | 1,90E-02 |
| Iran | 40,00 | 0,0015 | 3,24 | 4,85E-03 |
| Irland | 7,82 | 0,0003 | 0,70 | 2,10E-04 |
| Japan | 3,64 | 0,0001 | 0,81 | 8,09E-05 |
| Kasachstan | 963,58 | 0,0369 | 2,80 | 1,03E-01 |
| Südkorea | 50,00 | 0,0019 | 3,75 | 7,13E-03 |

Tab. 9.5 (Fortsetzung)

| Land | Produktion in t 2013 (basierend auf BGS) | Prozentualer Anteil eines Landes an der globalen Produktion (Marktanteile) | WGII-Werte | WGII-Werte x Marktanteile |
|---------------|---|---|------------|------------------------------|
| Nordkorea | 3,90 | 0,0001 | 1,36 | 1,36E-04 |
| Laos | 32,26 | 0,0012 | 2,17 | 2,60E-03 |
| Makedonien | 32,00 | 0,0012 | 2,17 | 2,60E-03 |
| Mexiko | 5821,00 | 0,223 | 2,27 | 5,07E-01 |
| Mongolei | 29,33 | 0,0011 | 2,30 | 2,53E-03 |
| Marokko | 255,00 | 0,0098 | 2,46 | 2,41E-02 |
| Namibia | 2,01 | 0,0001 | 1,76 | 1,76E-04 |
| Neuseeland | 11,22 | 0,0004 | 0,31 | 1,23E-04 |
| Nicaragua | 13,75 | 0,0005 | 2,65 | 1,32E-03 |
| Peru | 3674,28 | 0,1407 | 2,36 | 3,32E-01 |
| Philippinen | 40,04 | 0,0015 | 2,43 | 3,65E-03 |
| Polen | 1100,00 | 0,0421 | 1,28 | 5,39E-02 |
| Portugal | 40,62 | 0,0016 | 1,16 | 1,85E-03 |
| Rumänien | 18,00 | 0,0007 | 1,97 | 1,38E-03 |
| Russland | 1412,00 | 0,0541 | 2,83 | 1,53E-01 |
| Saudi-Arabien | 4,16 | 0,0002 | 2,42 | 4,84E-04 |
| Serbien | 8,40 | 0,0003 | 2,22 | 6,65E-04 |
| Slowakei | 0,51 | 0 | 1,41 | 0,00E+00 |
| Solomonen | 89,67 | 0,0034 | 2,56 | 8,72E-03 |
| Südafrika | 68,78 | 0,0026 | 1,89 | 4,90E-03 |
| Spanien | 31,00 | 0,0012 | 1,30 | 1,56E-03 |
| Sudan | 0,70 | 0 | 3,73 | 0,00E+00 |
| Schweden | 341,35 | 0,0131 | 0,31 | 4,08E-03 |
| Tadschikistan | 1,80 | 0,0001 | 1,15 | 1,15E-04 |
| Tansania | 11,01 | 0,0004 | 2,57 | 1,03E-03 |
| Thailand | 32,38 | 0,0012 | 2,41 | 2,90E-03 |
| Türkei | 186,62 | 0,0071 | 2,19 | 1,56E-02 |
| USA | 1090,00 | 0,0418 | 1,34 | 5,61E-02 |
| Usbekistan | 60,00 | 0,0023 | 3,36 | 7,74E-03 |
| | | | | <i>Summe= 2,09</i> |

Zur Berechnungen werden die Daten für die globale Produktion aus der BGS-Datenbank und entsprechend die prozentualen Anteile der Länder bestimmt. Zudem müssen für jedes Land die dazugehörigen $WGII_x$ -Werte identifiziert werden. Diese werden mit den Marktanteilen multipliziert, und anschließend wird die Summe gebildet. Für Silber ergibt sich ein Wert von 2,09.

Preisschwankungen In der ESSENZ-Methode wird die Kategorie Preisschwankungen (PRS) über den Wirkungsindikator Volatilität quantifiziert. Werte für die Volatilität vieler Metalle und fossile Rohstoffe werden von der BGR [40] über den Zeitraum der letzten 5 Jahre bereitgestellt.

Für Silber ergibt sich eine Volatilität von 28,3%.

Nachfragewachstum Die Kategorie Nachfragewachstum (NFW) wird in der ESSENZ-Methode über die Bestimmung der Nachfrage quantifiziert, indem das Wachstum der Produktion über die letzten 5 Jahre mit BGS-Daten [23] betrachtet wird (siehe Gl. 4.15). Für Silber wird der Wirkungsindikatorbetrag nach Gl. 9.11 und Tab. 9.6 bestimmt:

$$\begin{aligned} NFW_{Ag} &= \frac{\sum_1^5 \left\{ \left(\frac{\text{globale Produktion im Jahr } (n+1)_{Ag}}{\text{globale Produktion im Jahr } n_{Ag}} - 1 \right) \right\}}{5} \\ &= \frac{\left(\frac{22379}{21524} - 1 \right) + \left(\frac{23436}{22379} - 1 \right) + \left(\frac{23476}{23436} - 1 \right) + \left(\frac{36449}{23476} - 1 \right) + \left(\frac{26107}{26449} - 1 \right)}{5} \\ &= \frac{-1\% + 13\% + 0,2\% + 5\% + 5\%}{5} = 4\%. \end{aligned} \quad \text{Gl. 9.11}$$

Zur Berechnungen werden zuerst die Daten für die globale Produktion aus der BGS-Datenbank für die letzten 6 Jahre ermittelt. Für das Jahr 2009 wird die jährliche Veränderung im Vergleich zu 2008 folgendermaßen ermittelt: Die globale Produktion aus dem Jahr 2009 wird durch die globale Produktion von 2008 dividiert, und anschließend wird der Wert 1 subtrahiert. Dieses Vorgehen wird ebenso für die anderen Jahre angewendet. Abschließend wird über die 5 ermittelten jährlichen Veränderungen der Mittelwert gebildet. Für Silber ergibt sich ein Nachfragewachstum von 4%.

Primärmaterialeinsatz Zur Quantifizierung der Kategorie Primärmaterialeinsatz (PE) wird der Wirkungsindikator Primärmaterialanteil (PMA) ermittelt. Daten zum Sekundärmaterialanteil werden aus dem UNEP Bericht *Recycling Rates of Metals* [43] herangezogen. Für Silber wird er nach dem in Gl. 9.12 dargestellten Vorgehen bestimmt:

$$PMA_i = 100 - \text{Sekundärmaterialanteil}_{Ag} = 100\% - 27\% = 73\%. \quad \text{Gl. 9.12}$$

Für Silber ergibt sich ein Primärmaterialanteil von 73%.

Tab. 9.6 Darstellung der globalen Produktionsdaten und jährliche Veränderungen für die Berechnung des Nachfragewachstums für Silber

| Jahr | Globale Produktion | Jährliche Veränderung |
|------|--------------------|-----------------------|
| 2013 | 26.107 | -1 % |
| 2012 | 26.449 | 13 % |
| 2011 | 23.476 | 0,2 % |
| 2010 | 23.436 | 5 % |
| 2009 | 22.379 | 4 % |
| 2008 | 21.524 | |
| | | Mittelwert= 4 % |

Berechnung der Charakterisierungsfaktoren

Nachdem für alle 11 Kategorien die Wirkungsindikatorbeträge für Silber bestimmt wurden, erfolgt die Berechnung der Charakterisierungsfaktoren nach Gl. 9.13. Dabei wird jedem Wirkungsindikatorbetrag ein spezifischer Grenzwert gegenübergestellt und das Ergebnis anschließend quadriert (Distance-to-Target-Wert – DtT-Wert). Anschließend wird über die globale Produktion normiert (Tab. 9.7):

$$nDtT - Wert_{K,i} = \frac{1}{globale\ Produktion_i} \times \left(\frac{Wirkungsindikatorbetrag_{i,j}}{Grenzwert_j} \right)^2.$$

Gl. 9.13

In der ESSENZ-Methode sind zur Berechnung Standardgrenzwerte festgelegt (Abschn. 4.1.2), die aber vom Anwender individuell angepasst werden können. Zur Berechnung der DtT-Werte wird der Wirkungsindikatorbetrag durch den Grenzwert dividiert (Ausnahme: Minenkapazität – Abschn. 4.1.2). DtT-Werte, die Werte <1 aufweisen, werden vor der Normierung auf 0 gesetzt. Für die Normierung wird die globale Produktionsmenge von Silber (26.107.000 kg) aus dem Jahr 2013 verwendet (Abschn. 9.4).

Die nDtT-Werte werden anschließend noch entsprechend Gl. 9.14 skaliert. Um die Skalierung für die nDtT-Werte durchzuführen, werden die maximalen Wirkungsindikatorbeträge für jede Kategorie herangezogen (Abschn. 9.5). Die Skalierung erfolgt linear, daher wird der maximale nDtT-Wert (nDtT_{max}) auf 1,7*10¹³ gesetzt, und die anderen nDtT-Werte werden über eine lineare Funktion entsprechend ermittelt. Der Quotient aus 1,7*10¹³ und dem maximalen nDtT-Wert (nDtT_{K,max}) der Kategorie wird mit dem nDtT-Wert (nDtT_{K,i}) multipliziert.

Da für Silber nur für die Kategorien MK, HH, Kop und PRS Ergebnisse größer 0 ermittelt wurden, müssen auch nur für diese Kategorien die skalierten Ergebnisse bestimmt werden. Wenn der nDtT-Werte 0 ergibt, ist auch der skalierte Werte 0. Die

Tab. 9.7 Ergebnisse der nDtT-Werte aller Kategorien für Silber

| Kategorie | Wirkungs- indikatorbetrag | Grenzwert | DfT-Wert | DfT-Wert* | nDtT-Werte |
|-----------|------------------------------|-----------|----------|-----------|----------------------|
| Konz_R | 0,13 | 0,15 | 0,75 | 0 | 0 |
| Konz_P | 0,11 | 0,15 | 0,54 | 0 | 0 |
| Konz_U | 0,02 | 0,15 | 0,02 | 0 | 0 |
| MK | $4,93 \cdot 10^{-2}$ | 0,025 | 3,89 | 3,89 | $1,49 \cdot 10^{-7}$ |
| REX | 53,19 | 55 | 0,94 | 0 | 0 |
| HH | 3,34 | 3,5 | 0,91 | 0 | 0 |
| Kop | 0,7 | 0,25 | 7,84 | 7,84 | $3 \cdot 10^{-7}$ |
| PS | 2,09 | 3,8 | 0,4 | 0 | 0 |
| PRS | 28,3% | 20% | 2,00 | 2 | $7,66 \cdot 10^{-8}$ |
| NFW | 4% | 5% | 0,64 | 0 | 0 |
| PE | 73% | 75% | 0,95 | 0 | 0 |

* DfT-Werte < 1 werden auf 0 gesetzt

Anwendung von Gl. 9.14 ist beispielhaft für die Kategorie „Handelshemmnisse“ dargestellt:

$$CF_{HH,Ag} = \begin{cases} 2,06 \cdot 10^{-5} \cdot HH_{max} \gg 1,7 \cdot 10^{13} \\ nDtT_{HH,Ag} \gg \frac{1,7 \cdot 10^{13}}{2,06 \cdot 10^{-5} \cdot max,K} \times 4,31 \cdot 10^{-5} \cdot HH_{Ag} = 3,56 \cdot 10^{10} \end{cases}$$

Gl. 9.14

Im Folgenden werden für Silber alle ermittelten Charakterisierungsfaktoren aufgelistet (Tab. 9.8).

Bewertung der Teildimension „Gesellschaftliche Akzeptanz“

In der ESSENZ-Methode wird ein Screeningindikator zur Bewertung der Kategorie Einhaltung sozialer Standards (GAs) angewendet. Für die drei betrachteten Gesichtspunkte „Kinderarbeit“ (KA), „Zwangsarbeit“ (ZA) und „Konfliktgebiete“ (KG) können aus der Social Hotspot Database (SHDB) [49] die entsprechenden Risikowerte für den Abbau von Metallen und fossilen Rohstoffen entnommen werden. Der Wirkungsindikator ($WI_{gesellschaftliche\ Akzeptanz,s,i}$) für ein Metall oder fossilen Rohstoff wird ermittelt, indem der prozentuale Anteil an der Produktion mit den länderspezifischen Risikofaktoren aus der SHDB multipliziert wird. Diese werden zu einem Gesamtergebnis aufsummiert. Da es sich bei der SHDB um eine kommerzielle Datenbank handelt, können die entsprechenden Risikowerte hier nicht wiedergegeben werden. Die Berechnung erfolgt nach dem gleichen Prinzip wie im vor-

Tab. 9.8 Charakterisierungsfaktoren für Silber

| Kategorie | Charakterisierungsfaktor $\left[\frac{1}{kg} \right]$ |
|---|--|
| Nachfragewachstum | 0 |
| Koppelproduktion | 1,4335E+10 |
| Primärmaterialeinsatz | 0 |
| Minenkapazität | 975066512 |
| Unternehmenskonzentration | 0 |
| Preisentwicklung | 9,2159E+10 |
| Konzentration der Reserven | 0 |
| Konzentration der Produktion | 0 |
| Handelshemmnisse | 3,5604E+10 |
| Realisierbarkeit von Explorationsvorhaben | 0 |
| Politische Stabilität | 4,0253E+10 |

herigen Abschnitt für die Berechnung der Wirkungsindikatorbeträge der Kategorien Realisierbarkeit des Rohstoffabbaus, politische Stabilität und Handelshemmnisse dargestellt.

Zur Quantifizierung der Kategorie Einhaltung von Umweltstandards wird der Wirkungsindikator ($WI_{GAz,um,i}$) nach Gl. 4.18 ermittelt. Dazu wird der prozentuale Anteil der globalen Produktion in einem Land x ($pAgP_x$) mit dem entsprechenden Environmental Performance Index (EPI) [55] – genauer den Subindikatoren für den Bereich Schutz der Natur – Critical Habitat Protection, CHP (Schutz kritischer Habitats), Marine Protected Areas, MPA (Schutz mariner Gebiete) und Terrestrial Protected Areas, TPA (Schutz terrestrischer Gebiete) – multipliziert. Die Berechnung erfolgt nach dem gleichen Prinzip wie im vorherigen Abschnitt für die Berechnung der Wirkungsindikatorbeträge der Kategorien Realisierbarkeit des Rohstoffabbaus, politische Stabilität und Handelshemmnisse dargestellt.

Bewertung der Umweltauswirkungen

Umweltauswirkungen werden über den gesamten Lebensweg basierend auf der Ökobilanzmodellierung, wie in Kap. 3 erläutert, bewertet. Insgesamt werden die fünf Umweltauswirkungen Klimaänderung, Versauerung, Eutrophierung, Abbau der Ozonschicht und Bildung photochemischer Substanzen (Smog) betrachtet. Ökobilanzsoftware wie GaBi oder SimaPro können dabei helfen, die Bewertung der Umweltauswirkungen von Produktsystemen zu erleichtern.

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung-Nicht kommerziell 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche für nicht kommerzielle Zwecke die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, ein Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Etwaige Abbildungen oder sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende oder der Quellreferenz nichts anderes ergibt. Sofern solches Drittmaterial nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht, ist eine Vervielfältigung, Bearbeitung oder öffentliche Wiedergabe nur mit vorheriger Zustimmung des betreffenden Rechteinhabers oder auf der Grundlage einschlägiger gesetzlicher Erlaubnisvorschriften zulässig.