

# Kapitel 6

## Interpretation der Ergebnisse

### Inhaltsverzeichnis

6.1	Unsicherheiten in der Bewertung	61
6.2	Interpretation der Verfügbarkeit	64
6.2.1	Interpretation der physischen Verfügbarkeit	64
6.2.2	Interpretation der sozio-ökonomischen Verfügbarkeit	65
6.3	Interpretation der gesellschaftlichen Akzeptanz	69
6.4	Interpretation der Umweltbewertung	70
6.5	Interpretation der ermittelten Ressourceneffizienz	72
6.6	Interpretation des Gesamtergebnisses	73

Im Folgenden wird auf die Interpretation der in Kap. 5 berechneten Ergebnisse eingegangen. Dazu werden in einem ersten Schritt sowohl die Unsicherheiten der Gesamtmethode als auch der einzelnen Methodenbestandteile vorgestellt. Anschließend gibt es Hinweise für die Interpretation der betrachteten Kategorien und Dimensionen. Die Interpretation aller Kategorien für die Bewertung der Ressourceneffizienz des untersuchten Produktsystems ist wichtig, um Zielkonflikte innerhalb sowie zwischen den Dimensionen transparent aufzuzeigen und in die Handlungsempfehlung einfließen zu lassen.

### 6.1 Unsicherheiten in der Bewertung

Im Folgenden wird auf die Unsicherheiten der ESSENZ-Methode eingegangen. Dieser Punkt ist für eine adäquate Interpretation der Ergebnisse von großer Bedeutung.

*Da die ESSENZ-Methode auf der Ökobilanzmethodik [10] aufbaut, gelten die mit der Ökobilanzmethode einhergehenden Unsicherheiten auch für die ESSENZ-Methode [59]. Dazu zählen die Unsicherheiten der Inventardaten und der Modellierung von komplexen Produktsystemen im Allgemeinen.*

*Daher sollte immer – wie in der Ökobilanz üblich – eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt werden. Eine Sensitivitätsanalyse ist ein Verfahren, mit dem eingeschätzt werden kann, wie empfindlich das Ergebnis einer Analyse auf die Änderung einzelner Parameter reagiert. Für die ESSENZ-Methode kann eine Sensitivitätsanalyse angewendet, um*

- Datenunsicherheiten bei der Modellierung des Produktsystems zu analysieren und darauf basierend über die Vernachlässigung oder Aufnahme von Lebenswegabschnitten oder Prozessmodulen zu entscheiden,*
- die Auswahl von Allokationsverfahren zu überprüfen,*
- die Berechnung der Wirkungsindikatorbeträge zu analysieren, vor allem den Einfluss des Grenzwertes,*
- oder den Einfluss der Gewichtung zu bestimmen.*

*Anschließend wird beurteilt, ob die sich aus der Sensitivitätsanalyse ergebenden Ergebnisse Einfluss auf die Entscheidungsfindung (z. B. die ermittelten Hotspots) haben.*

*Für die Bewertung der Verfügbarkeit werden nur die Materialien des Mengengerüsts betrachtet und nicht die Metalle und fossilen Rohstoffe des gesamten Lebenswegs. Der Hintergrund für dieses Vorgehen liegt in der Tatsache, dass bestehende Ökobilanzdatenbanken die Massen der über den Lebenszyklus verwendeten Metalle und fossilen Rohstoffe nicht korrekt wiedergeben können. Dies führt dazu, dass eine Lebenswegbetrachtung in den Teildimensionen „Physische Verfügbarkeit“, „Sozio-ökonomische Verfügbarkeit“ und der Dimension „Gesellschaftliche Akzeptanz“ nicht durchgeführt werden kann. Daher ist es vor allem für vergleichenden Produktalternativen wichtig zu untersuchen, ob es über den Lebensweg zu einem unterschiedlichen Materialeinsatz z. B. durch Hilfsstoffe in der Produktion kommt und wenn ja, diesen bei der Bewertung sowie Interpretation zu berücksichtigen.*

*Es werden potenzielle Auswirkungen bewertet, die nicht als tatsächliche Auswirkungen zu verstehen sind. Obwohl die Indikatoren zur Messung von Umweltauswirkungen und physischen Verfügbarkeit ( $ADP_{\text{elementar}}$  und  $ADP_{\text{fossil}}$ ) seit Jahren in der Ökobilanz angewendet werden, sind die zugrunde gelegten Modelle der Indikatoren mit Unsicherheiten behaftet [11], [56], [57], [58], [75], [76]. Der AADP-Indikator wurde bisher in wenigen Fällen in Ökobilanzen verwendet, da nur für eine geringe Anzahl von Metallen Charakterisierungsfaktoren zur Verfügung stehen. Wichtige Umweltauswirkungen wie Landnutzung und Verlust von Biodiversität können nicht in die Bewertung miteinbezogen werden, weil keine aussagekräftigen Bewertungsmethoden zur Verfügung stehen [59].*

*Für die Teildimension „Sozio-ökonomische Verfügbarkeit“ werden für 11 Kategorien in der ESSENZ-Methode Charakterisierungsfaktoren hinterlegt. Dies liegt vor allem am Mangel von Daten z. B. für Unternehmen, die Zwischenprodukte vertreiben. Zudem sind die verwendeten Daten zur Berechnung der Wirkungsindikatorbeträge wie die*

geförderten Rohstoffmengen nach USGS [22] und BGS [23] ebenfalls mit Unsicherheiten behaftet. Die Einschätzung des potenziellen Risikos der eingeschränkten Verfügbarkeit eines Metalls oder Produktsystems wird zudem vom Grenzwert beeinflusst. Die verwendeten Grenzwerte sind subjektiv und somit wissenschaftlich schwer zu belegen. Subjektive Werte können die Interpretation der Ergebnisse erschweren, insbesondere dann, wenn der Auswertende eine differenzierte Meinung vertritt. Die verwendeten Indikatoren beschreiben vergangene Zustände und setzen stabile Zustände voraus. Prognosen für die Zukunft werden nicht miteinbezogen. Es gilt daher bei der Interpretation zu berücksichtigen, dass unvorhergesehene Ereignisse nicht abgebildet werden können. Zudem können die Kategorien nur miteinander verglichen werden, wenn eine Gewichtung verwendet wird. Als Standard wird in der ESSENZ-Methode eine Gleichgewichtung vorgeschlagen, bei der allen Kategorien die gleiche Bedeutung zukommt. Die ESSENZ-Methode stellt es jedoch jedem Anwender frei, diese Gleichgewichtung den individuellen Bedürfnissen anpassen. Die Sensitivität der Gewichtung sollte ebenfalls bei der Interpretation analysiert werden.

Die Bewertung der Teildimension „Sozio-ökonomische Verfügbarkeit“ erfolgt derzeit nur für Primärrohstoffe. Verwendete Sekundärrohstoffe werden mit den gleichen Charakterisierungsfaktoren bewertet, die für Primärrohstoffe gelten. Dies verhindert, dass potenzielle Risiken einer eingeschränkten Verfügbarkeit nicht betrachtet werden. Es kann jedoch auch dazu führen, dass die potenziellen Risiken über- oder unterschätzt werden. Daher ist es bei der Erarbeitung von Handlungsempfehlungen für das betrachtete Produktsystems wichtig, eine genauere Unterscheidung von Primär- und Sekundärrohstoffen vorzunehmen.

Die Indikatoren der Dimension „Gesellschaftliche Akzeptanz“ sind Screeningindikatoren und sollten bei der Interpretation auch als solche betrachtet werden. Die zugrunde liegenden Daten sind ebenfalls mit Unsicherheiten behaftet.

Die Quantifizierung des Nutzens wird in der ESSENZ-Methode über die funktionelle Einheit realisiert. Diese stellt die Quantifizierung des Nutzens eines Produktsystems dar [77]. Dennoch kann auch jedes betrachtete Produktsystem wichtige Eigenschaften ausweisen, die nicht über die funktionelle Einheit abgebildet sind. Dies muss bei der Interpretation berücksichtigt werden.

Für vergleichende Produktsysteme wird eine Möglichkeit zur Aggregation bereitgestellt. Die Aggregation kann allerdings nur über eine Gewichtung realisiert werden. Da Gewichtungen rein subjektiv sind, müssen diese bei der Interpretation der Ergebnisse ausreichend reflektiert werden.

## 6.2 Interpretation der Verfügbarkeit

Im Folgenden wird die Interpretation der Teildimensionen „Physische Verfügbarkeit“ und „Sozio-ökonomische Verfügbarkeit“ erläutert.

### 6.2.1 Interpretation der physischen Verfügbarkeit

Die Teildimension „Physische Verfügbarkeit“ wird mit dem AADP- bzw. mit den ADP-Indikatoren bewertet. Die Bedeutung der einzelnen Metalle und fossilen Rohstoffe für die Kategorie abiotischer Ressourcenverbrauch sind zu ermitteln. Dabei gilt, je höher der ermittelte Wert, desto höher ist das Risiko, dass die Verfügbarkeit aufgrund von fehlenden Ressourcenvorkommen eingeschränkt sein könnte. Es ist wichtig zu beachten, dass die  $ADP_{\text{elementar}}$ -,  $ADP_{\text{fossil}}$ - und AADP-Ergebnisse nicht direkt miteinander vergleichbar sind. Weitere Hinweise zur Interpretation finden sich auch in den entsprechenden Veröffentlichungen [11], [14], [15], [16].

In Abb. 6.1 ist der Vergleich von Silber und Aluminium der beiden Kabel dargestellt. Es ist zu erkennen, dass die  $ADP_{\text{elementar}}$ -Werte des Silbers im Silberkabel deutlich höher sind als die des Aluminiums im Aluminiumkabel. Demnach sind die Silberbestände geringer, und es besteht ein höheres potenzielles Risiko bei der Versorgungssicherheit. Der  $ADP_{\text{fossil}}$ -Wert des Erdöls ist nicht abgebildet, da die Ergebnisse der Metalle ( $ADP_{\text{elementar}}$ ) und fossilen Rohstoffe ( $ADP_{\text{fossil}}$ ) nicht direkt miteinander vergleichbar sind. Da die Mengen des eingesetzten Erdöls bei beiden Kabeln gleich ist, kann sie bei einem Vergleich der Kabel vernachlässigt werden.

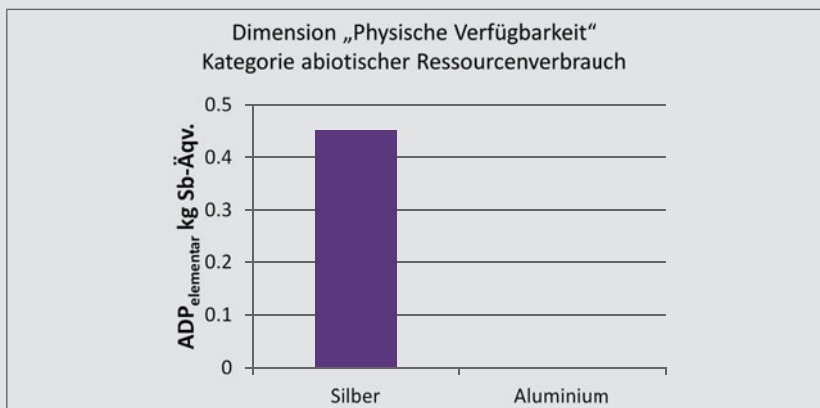


Abb. 6.1 Ergebnis für Silber- und Aluminiumkabel: physische Teildimension

### 6.2.2 Interpretation der sozio-ökonomischen Verfügbarkeit

Die Teildimension „Sozio-ökonomische Verfügbarkeit“ wird über elf Kategorien bewertet. Für die Interpretation der Ergebnisse gilt erneut das Prinzip „je höher, desto risikobehafteter“. Weitere Hinweise zur Interpretation finden sich auch in den entsprechenden Veröffentlichungen [9], [19], [27], [36], [78].

In Tab. 6.1 sind die Ergebnisse der Kategorien der Dimension „Sozio-ökonomischen Verfügbarkeit“ für das Beispiel Silber- und Aluminiumkabel dargestellt. Ergebnisse mit dem Wert 0 bedeuten, dass hier kein potenzielles Risiko einer eingeschränkten Verfügbarkeit vorliegt. Erkennbar ist auch, dass die Werte für Erdöl im Vergleich zu Silber und Aluminium sehr gering sind. Für das betrachtete Produktsystem hat Erdöl demnach eine geringe Relevanz.

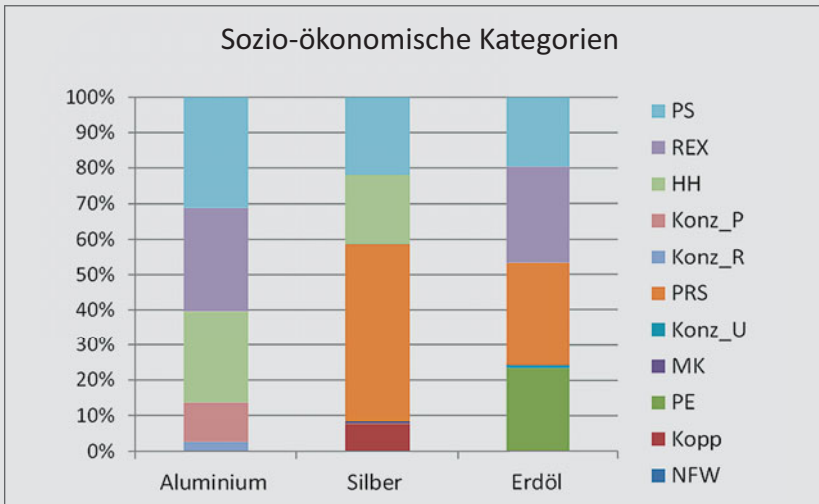
**Tab. 6.1** Ergebnis für Silber- und Aluminiumkabel: Ergebnisse der Kategorien der Teildimension „Sozio-ökonomische Verfügbarkeit“

Kategorien	Metalle und fossile Rohstoffe		
	Aluminium	Silber	Erdöl
NFW	0	0	0
Kop	0	5482962950	0
PE	0	0	16711
MK	0	372962941	0
Konz_U	0	0	560
PRS	0	35250948657	20655
Konz_R	344597	0	0
Konz_P	1415031	0	0
HH	3363567	13618576645	0
REX	3785117	0	19292
PS	4029561	15396791478	13938

Die ermittelten Ergebnisse für die Teildimension „Sozio-ökonomische Verfügbarkeit“ sollten für eine bessere Interpretation visualisiert werden. Im Folgenden werden drei Visualisierungsmöglichkeiten vorgestellt.

Zuerst wird der prozentuale Anteil der Kategorie hinsichtlich der eingesetzten Metalle und fossilen Rohstoffe dargestellt. Dazu werden die Ergebnisse aller 11 Kategorien für jedes betrachtete Metall oder den fossilen Rohstoff aufsummiert und ihr Gesamtwert auf 100 % gesetzt. So wird der prozentuale Anteil einer jeden Kategorie am Gesamtergebnis für das Metalls und fossilen Rohstoffs verdeutlicht.

Abb. 6.2 ist zu entnehmen, dass die Verfügbarkeit des Aluminiums im Aluminiumkabel besonders von den Kategorien Realisierbarkeit von Explorationsvorhaben (REX), politische Stabilität (PS), Handelshemmnisse (HH) und Konzentration der Produktion (Konz\_P) beeinflusst wird. Die Verfügbarkeit des Silbers im Silberkabel wird von den Kategorien Preisschwankungen (PRS), Handelshemmnisse (HH), politische Stabilität (PS) und Koppelproduktion (Kopp) bestimmt. Für Erdöl sind die Kategorien Realisierbarkeit von Explorationsvorhaben (REX), Preisschwankungen (PRS), Primärmaterialereinsatz (PE) und politische Stabilität (PS) bedeutend. Beim Ergebnis des Primärmaterialereinsatzes für Erdöl sollte bedacht werden, dass der Wert einen Worst Case darstellt, da die Annahme getroffen wurde, dass fossile Rohstoffe nicht recycelt werden. Für den Fall der Kabelummantelung muss diese Annahme nicht zutreffen, da womöglich der Kunststoff der Ummantelung teilweise aus Sekundärmaterial hergestellt ist. Dabei sollten die entsprechenden Unsicherheiten der Wirkungsindikatoren bedacht werden. Der ETI als Indikator der Kategorie Handelshemmnisse beispielsweise betrachtet nicht nur Restriktionen auf Metalle und fossile Rohstoffe, sondern bewertet die generelle Situation eines Landes hinsichtlich Handelseinschränkungen von Ländern.



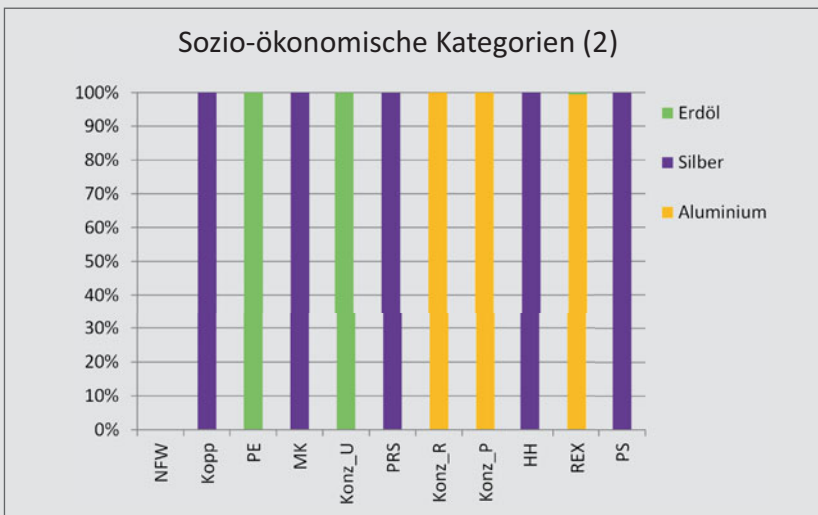
**Abb. 6.2** Ergebnis für Silber- und Aluminiumkabel: prozentualer Anteil der sozio-ökonomischen Kategorien an den Metallflüssen

Da die ermittelten Charakterisierungsfaktoren eine Normalisierung beinhalten, enthält ein Vergleich der Kategorien zueinander auch automatisch immer einer Gewichtung (in der ESSENZ-Methode gilt die Gleichgewichtung als Standard). Ohne eine Gewichtung kann keine Aussage über die Bedeutung der Kategorien zueinander

getroffen werden. Diese Gewichtung muss bei der Interpretation der Ergebnisse Berücksichtigung finden.

Jeder Anwender kann diese Gleichgewichtung seinen individuellen Bedürfnissen anpassen. Dazu muss der Anwender für jede Kategorie Gewichtungsfaktoren bereitstellen. Mit der angepassten Gewichtung ändert sich die Relevanz der einzelnen Kategorien für die Metalle und fossilen Rohstoffe. Um in Erfahrung zu bringen, welches Metall welche Wirkungskategorie dominiert, wird das Gesamtergebnis einer jeden Kategorie auf 100% gesetzt. Anschließend erfolgt die Ermittlung des prozentualen Anteils der betrachteten Metalle und fossilen Rohstoffe an der Kategorie.

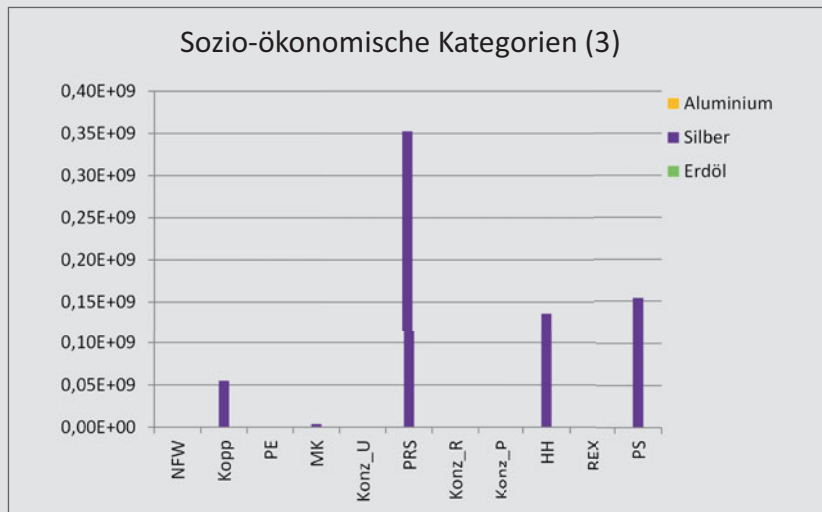
In Abb. 6.3 wird dargestellt, welche Wirkungskategorie von Erdöl, Silber und Aluminium dominiert wird. Es ist zu erkennen, dass Aluminium die Kategorien Konzentration der Produktion (Konz\_P), Konzentration der Reserven (Konz\_R) und Realisierbarkeit von Explorationsvorhaben (REX) dominiert. Silber hingegen beherrscht die Kategorien politische Stabilität (PS), Koppelproduktion (Kopp), Handelshemmnisse (HH), Minenkapazität (MK) und Preisschwankung (PRS). Die Kategorien Primärmaterialanteil (PE) und Unternehmenskonzentration (Konz\_U) sind für Erdöl bedeutsam. Für das betrachtete Produktsystem ist die Kategorie Nachfragewachstum (NFW) unbedeutend. Sowohl für Erdöl als auch Aluminium und Silber besteht kein potenzielles Risiko einer eingeschränkten Verfügbarkeit für diese Kategorie.



**Abb. 6.3** Ergebnis für Silber- und Aluminiumkabel: prozentualer Anteil der Metallflüsse an den sozio-ökonomischen Kategorien

Eine Betrachtung der Gesamtergebnisse der Kategorien im Vergleich ist ebenfalls durchzuführen. Dazu werden die ermittelten Gesamtergebnisse der Kategorien in einem Diagramm aufgetragen.

Wie in Abb. 6.4 zu sehen ist, hat die Kategorie Preisschwankung (PRS) die größte Bedeutung. Dominant sind auch die Kategorien politische Stabilität (PS) und Koppelproduktion (Kopp). Silber bildet für alle dominanten Kategorien den Hotspot.



**Abb. 6.4** Ergebnis für Silber- und Aluminiumkabel: Vergleich der sozio-ökonomischen Kategorien

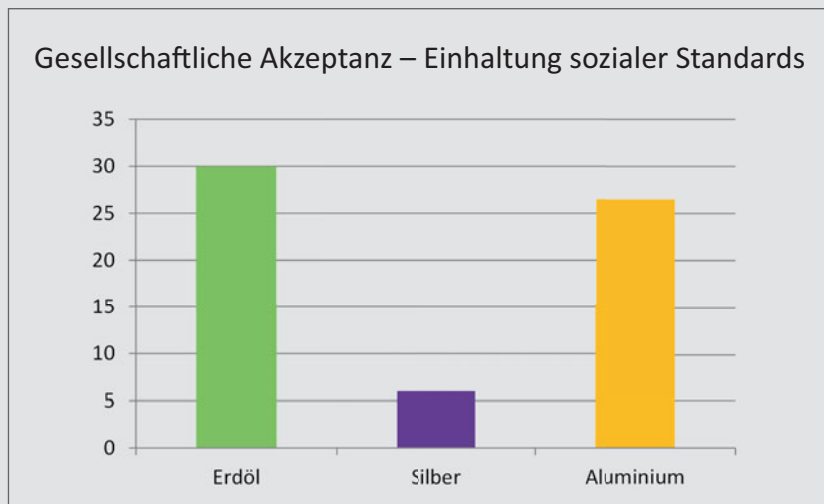
Insgesamt werden drei verschiedenen Visualisierungsmöglichkeiten vorgeschlagen, um alle Gesichtspunkte der Ergebnisse beleuchten zu können. Zuerst erfolgt eine prozentuale Betrachtung der eingesetzten Metalle und fossilen Rohstoffe, um in Erfahrung zu bringen, welche Kategorie für welches Metall und welche fossilen Rohstoffe besondere Bedeutung hat (Abb. 6.2). Die zweite Visualisierung ist die prozentuale Darstellung der Kategorien, die darstellt, welche Kategorie von welchem Metall oder fossilen Rohstoff dominiert wird (Abb. 6.3). Abschließend werden die Ergebnisse der betrachteten Kategorien dargestellt (Abb. 6.4), um zu visualisieren, welche Kategorie in dem untersuchten Produktsystem das größte potenzielle Risiko aufweist.



### 6.3 Interpretation der gesellschaftlichen Akzeptanz

Für die Dimension „Gesellschaftliche Akzeptanz“ werden Ergebnisse für die zwei Kategorien Einhaltung von sozialen Standards und Einhaltung von Umweltstandards ermittelt. Für die Interpretation ist die Bedeutung der eingesetzten Metalle und fossile Rohstoffe für die beiden Kategorien zu betrachten. Diese sind allerdings nicht direkt miteinander vergleichbar, da sie auf verschiedenen methodischen Herangehensweisen beruhen.

In Abb. 6.5 ist das Ergebnis für die gesellschaftliche Akzeptanz gegenüber sozialen Standards für das Silber- und Aluminiumkabel dargestellt. Zu sehen ist, dass Erdöl das größte Risiko aufweist, wobei das Risiko für Aluminium nur geringfügig geringer ist. Die Bedeutung des Silbers im betrachteten Produktsystem ist am geringsten. Die Bedeutung des Silbers im betrachteten Produktsystem ist am geringsten. Die beim Abbau der Metalle Aluminium und Silber als auf bei der Gewinnung des fossilen Rohstoffs Erdöl beteiligten Länder, haben demnach alle Schwierigkeiten, soziale Standards einzuhalten – es liegt z. B. Kinder- oder Zwangsarbeit vor. Da Metalle und fossile Rohstoffe zu großen Anteilen in Schwellen- und Entwicklungsländern wie China abgebaut werden, wo soziale Standards bisher weniger Beachtung finden, ist das Ergebnis nicht überraschend.

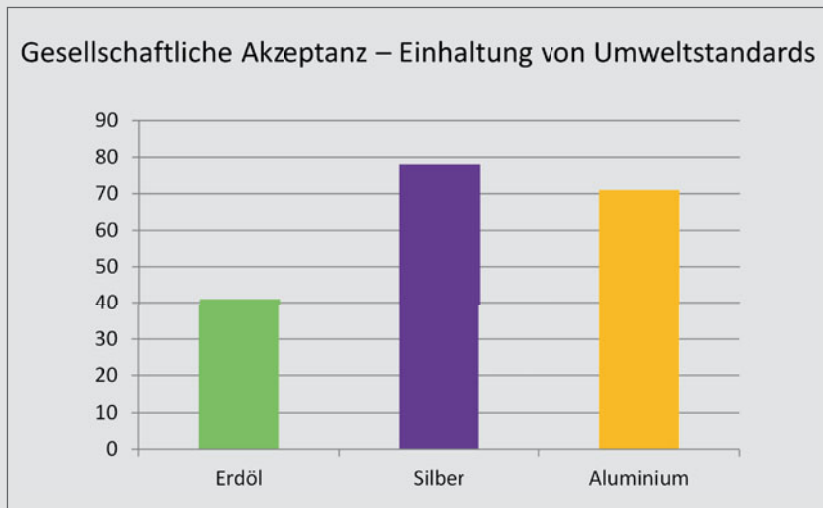


**Abb. 6.5** Ergebnis für Silber- und Aluminiumkabel: Vergleich der gesellschaftlichen Akzeptanz hinsichtlich sozialer Standards

Haben soziale Aspekte beim Kunden einen hohen Stellenwert, könnte die Kaufentscheidung tendenziell eher zugunsten eines Produktes ausfallen, bei dessen Herstellung potenziell weniger soziale Standards verletzt werden.

Neben der Einhaltung der sozialen Standards kann auch das Verletzen von Umweltstandards die Dimension „Gesellschaftliche Akzeptanz“ beeinflussen.

In Abb. 6.6 ist das Ergebnis für die gesellschaftliche Akzeptanz hinsichtlich der Umweltstandards für das Aluminium- und Silberkabel aufgetragen. Silber bildet den Hotspot, gefolgt von Aluminium. Erdöl hat ein geringeres potenzielles Risiko. Die Länder, in denen Silber abgebaut wird (z. B. China, Mexiko, Peru), haben ein größeres potenzielles Risiko, dass Umweltstandards verletzt werden, als das bei den Aluminium abbauenden Ländern (z. B. Australien, Brasilien, Guinea) der Fall ist.



**Abb. 6.6** Ergebnis für Silber- und Aluminiumkabel: Vergleich der gesellschaftlichen Akzeptanz hinsichtlich Umweltstandards

Hier gilt ebenfalls: Sollten Konsumenten der Einhaltung der Umweltstandards einen hohen Stellenwert beimessen, kann dies die Kaufentscheidung beeinflussen. Die Nachfrage nach dem Produkt könnte sinken.

## 6.4 Interpretation der Umweltbewertung

Für die Dimension „Umweltauswirkungen“ werden 5 Kategorien betrachtet. Für die Interpretation gilt: Je größer die Werte für die Kategorien der Dimension „Umweltauswirkungen“ ausfallen, desto schlechter schneidet das betrachtete Produktsystem im Hinblick auf die Umweltauswirkungen ab.

In Abb. 6.7 sind die Umweltauswirkungen des Aluminium- und Kupferkabels dargestellt. Zur Erstellung der Abbildungen werden die Gesamtergebnisse einer Kategorie für die Metalle und fossilen Rohstoffe dargestellt.

Das im Mantel des Kabels genutzte Erdöl hat im Produktsystem in allen betrachteten Wirkungskategorien kaum Auswirkungen. Das Aluminium des Kabels hingegen weist einen Hotspot für die Kategorien Eutrophierung (EP), Klimaänderung (GWP) und Smog (POCP) auf. Das Silber des Kabels wiederum bildet einen Hotspot für die Kategorien Versauerung (AP) und Abbau der Ozonschicht (ODP). Es wäre hier nun notwendig, über den Lebensweg der Kabel zu analysieren, durch welche Prozesse diese Hotspots bestimmt sind.

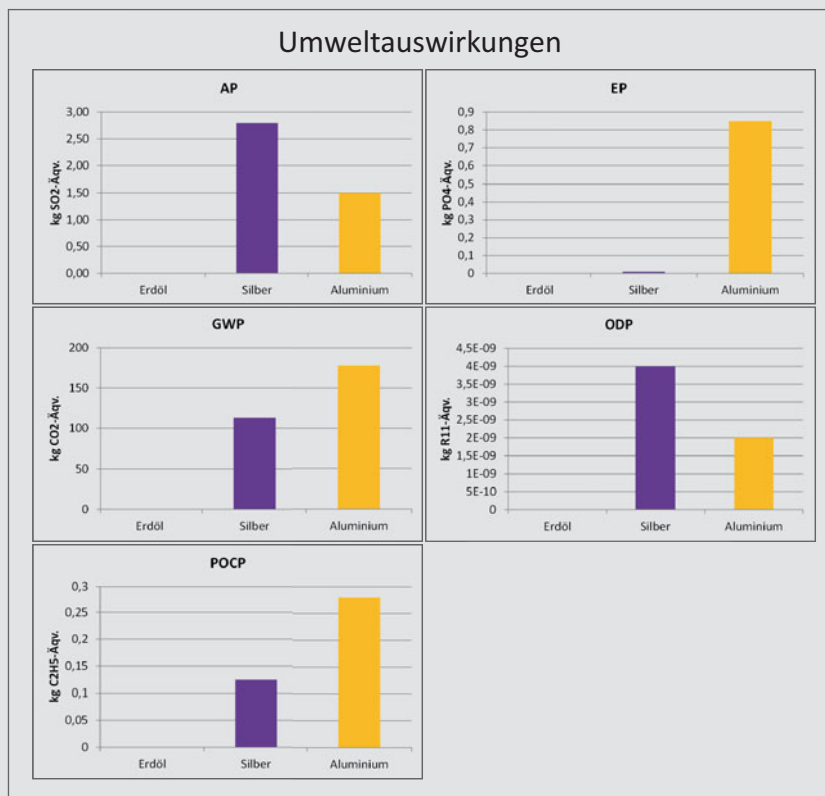


Abb. 6.7 Ergebnis für Silber- und Aluminiumkabel: Umweltauswirkungen

## 6.5 Interpretation der ermittelten Ressourceneffizienz

Der Nutzen wird über die funktionelle Einheit dargestellt. Daher sollte bei der Interpretation der Ergebnisse immer berücksichtigt werden, durch welche Funktion des Produktsystems quantifiziert wird und welche Zusatznutzen es ggf. noch gibt, die nicht berücksichtigt werden, aber in die Analyse miteinfließen könnten.

Aus den Berechnungen der Ressourceneffizienz in Abschn. 5.5 in Gl. 5.9 und Gl. 5.10 ist erkennbar, dass der Wert des Aluminiumkabels deutlich größer ist als der Wert des Silberkabels. Dies lässt den Schluss zu, dass die Ressourceneffizienz des Aluminiumkabels für die Teildimension „Physische Verfügbarkeit“ höher ist als die des Silberkabels. Die Ressourceneffizienz für die Kategorie Politische Stabilität in Gl. 5.11 und Gl. 5.12 ist für das Silberkabel höher als für das Aluminiumkabel. Die Ressourceneffizienz für die Kategorie Klimawandel in den Gl. 5.13 und Gl. 5.14 weist dem Silberkabel einen größeren Wert als den des Aluminiumkabels zu.

Die Verwendung von ökonomischen Kennzahlen ist zusätzlich möglich, wird von den Autoren allerdings kritisch gesehen. Es besteht die Gefahr, dass ein großer ökonomischer Nutzen (z. B. ein teureres Produkt) hohe Umweltauswirkungen ausgleicht und somit als ressourceneffizienter interpretiert wird.

Es werden folgende Annahmen getroffen: Für ein Silberkabel muss der Kunden 5 € und für ein Aluminiumkabel 4,50 € zahlen. Das Unternehmen macht 1,50 € Gewinn am Silberkabel und 2,50 € Gewinn am Aluminiumkabel. Für die Ressourceneffizienz würde sich dies wie folgt darstellen:

$$RE_{KW} = \frac{\text{Nutzen Silberkabel}}{\text{Ressource}} = \frac{5 \text{ Euro}}{117 \text{ kg CO}_2\text{-Äqv.}} = 0,043 \left[ \frac{\text{Euro}}{\text{kg CO}_2\text{-Äqv.}} \right]$$

Gl. 6.1

$$RE_{KW} = \frac{\text{Nutzen Aluminiumkabel}}{\text{Ressource}} = \frac{4,50 \text{ Euro}}{190 \text{ CO}_2\text{-Äqv.}} = 0,024 \left[ \frac{\text{Euro}}{\text{kg CO}_2\text{-Äqv.}} \right].$$

Gl. 6.2

Nach den Berechnungen für das Silber- und Aluminiumkabel in den Gl. 6.1 und Gl. 6.2 wäre die Ressourceneffizienz des Silberkabels höher. Dies ergibt sich aus dem höheren ökonomischen Wert des Silberkabels und seiner kleineren Umweltauswirkung im Vergleich zum Aluminiumkabel.

Nun erfolgt die Berechnung mit dem Gewinn des Unternehmens in Gl. 6.3 und Gl. 6.4:

$$RE_{KW} = \frac{\text{Nutzen Silberkabel}}{\text{Ressource}} = \frac{1,50 \text{ Euro}}{117 \text{ kg CO}_2\text{-Äqv.}} = 0,0128 \left[ \frac{\text{Euro}}{\text{kg CO}_2\text{-Äqv.}} \right]$$

Gl. 6.3

$$RE_{KW} = \frac{\text{Nutzen Aluminiumkabel}}{\text{Ressource}} = \frac{2,50 \text{ Euro}}{190 \text{ CO}_2\text{-Äqv.}} = 0,0132 \left[ \frac{\text{Euro}}{\text{kg CO}_2\text{-Äqv.}} \right]$$

Gl. 6.4

Die Berechnung der Ressourceneffizienz über die Gewinne des Unternehmens zeigt zwei Problematiken mit der Verwendung von monetären Werten auf. Zum einen ist nun das Aluminiumkabel ressourceneffizienter als das Silberkabel. Demnach bestimmt der eingesetzte monetäre Wert stark, welches Kabel ressourceneffizienter ist. Zum anderen wird das Aluminiumkabel zwar als ressourceneffizienter ausgewiesen, es ist jedoch nicht umweltfreundlicher.

Herausforderungen bei der Verwendung monetärer Werte bestehen aus zwei Gründen. Zum einen können verschiedenste monetäre Werte verwendet werden, die zu einem unterschiedlichen Ressourceneffizienzergebnis führen. Des Weiteren kann ein hoher ökonomischer Wert eine hohe Umweltbelastung oder geringe Verfügbarkeit ausgleichen. Daher ist die Aussagekraft bei der Verwendung von monetären Werten gering.

## 6.6 Interpretation des Gesamtergebnisses

Bei der Interpretation des Gesamtsystems werden alle analysierten Dimensionen zusammen betrachtet und Schlussfolgerungen gezogen. Die Betrachtung aller in der ESSENZ-Methode berücksichtigten Kategorien für die Bewertung der Ressourceneffizienz ist wichtig, um Zielkonflikte innerhalb sowie zwischen den Dimensionen transparent aufzuzeigen und in die Handlungsempfehlung einfließen zu lassen.

Für das Beispiel des Silber- und Aluminiumkabels können folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

- Die Bedeutung des eingesetzten Erdöls ist gering.
- Das Ergebnis für die Teildimension „Physische Verfügbarkeit“ zeigt, dass das potenzielle Risiko einer nicht ausreichenden Verfügbarkeit für Silber größer ist.
- Das Aluminiumkabel ist somit im Hinblick auf die Teildimension „Physische Verfügbarkeit“ ressourceneffizienter als das Silberkabel.

- Für die Teildimension „Sozio-ökonomische Verfügbarkeit“ bilden die Kategorien PRS, PS und Kop die Hotspots. Für diese Kategorien hat Silber im Produktsystem ein höheres potenzielles Risiko der eingeschränkten Verfügbarkeit als Aluminium.
- Für die Kategorien PRS, PS, MK und Kop schneidet das Aluminiumkabel ressourceneffizienter ab als das Silberkabel. Im Gegenzug ist das Silberkabel bezogen auf die Kategorien REX, HH und Konz\_P hingegen ressourceneffizienter.
- Im Hinblick auf die Dimension „Gesellschaftliche Akzeptanz“ ist in der Kategorie Einhaltung der sozialen Standards das potenzielle Risiko für Aluminium höher. Für die Kategorie Einhaltung von Umweltstandards bietet sich ein umgekehrtes Bild.
- Bei der Dimension „Umweltauswirkungen“ sind die Kategorien EP, GWP und POCP vom Aluminium und die Kategorien AP und ODP vom Silber dominiert.

Das Beispiel zeigt, wie wichtig die Betrachtung aller Dimensionen für die Bewertung der Ressourceneffizienz ist. Sowohl zwischen den als auch innerhalb der Dimensionen bestehen Zielkonflikte (z. B. schneidet Silber in der Teildimension „Physische Verfügbarkeit“ schlecht ab, dafür aber besser in der Kategorie Einhaltung sozialer Standards), die mit der ESSENZ-Methode transparent aufgezeigt werden können und in die Handlungsempfehlung einzubeziehen sind.

**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.