

# Kapitel 7

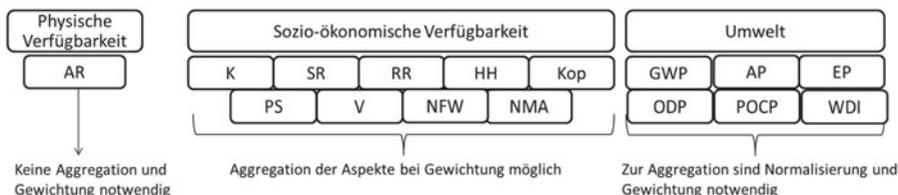
## Aggregation zum Vergleich von Produktalternativen

Die im Folgenden beschriebene Aggregation zum Vergleich zweier Produktalternativen ist optional. Sie kann, muss aber nicht bei vergleichenden Analysen angewendet werden.

Da bei einer Aggregation die transparente Darstellung von bestehenden Zielkonflikten sowohl zwischen den als auch innerhalb der Dimensionen verloren geht, darf die Auswertung, wie in Kap. 6 dargestellt, keinesfalls vernachlässigt werden. Die hier erläuterte Aggregation ist eine Erweiterung der zuvor durchgeführten detaillierten Analyse und unterstützt die Interpretation der Ergebnisse.

Zuerst wird kurz erläutert, warum eine Aggregation aller Dimensionen innerhalb der ESSENZ-Methode nicht möglich ist und daher auf einen prozentualen Vergleich zurückgegriffen werden muss.

In Abb. 7.1 wird schematisch dargestellt, welche methodischen Schritte bei einer Aggregation und/oder Gewichtung in der ESSENZ-Methode notwendig wären. Die Teildimension „Physische Verfügbarkeit“ besteht aus nur einer Kategorie, die mit drei verschiedenen Indikatoren messbar gemacht werden kann. Die drei Indikatoren können nicht zu einem Wert aggregiert werden, sodass die Kategorie ggf. drei nicht aggregierbare Ergebnisse hat, die einzeln dargestellt werden müssen. Die Kategorien der Teildimension „Sozio-ökonomische Verfügbarkeit“ haben aufgrund der verwendeten Skalierung alle die gleiche Größenordnung. Da ihre Berechnung eine Normalisierung beinhalten, können die Kategorie nur miteinander verglichen werden, wenn



**Abb. 7.1** Schematische Darstellung notwendiger Schritte zur Aggregation der einzelnen Dimensionen

eine Gewichtung verwendet wird. Ohne eine Gewichtung kann keine Aussage über die Bedeutung der Kategorien untereinander getroffen werden. Als Standard wird in der ESSENZ-Methode eine Gleichgewichtung verwendet, sodass allen Kategorien die gleiche Bedeutung zukommt. Jedem Anwender steht es allerdings frei, diese Gleichgewichtung seinen individuellen Bedürfnissen anzupassen.

Bei Festlegung von spezifischen Gewichtungsfaktoren ( $GF_K$ ) ist es möglich, die Kategorien zu einem Gesamtergebnis für die Teildimension ( $GD_{\text{Sozio-ökonomische Verfügbarkeit}}$ ) zu aggregieren (siehe Gl. 7.1):

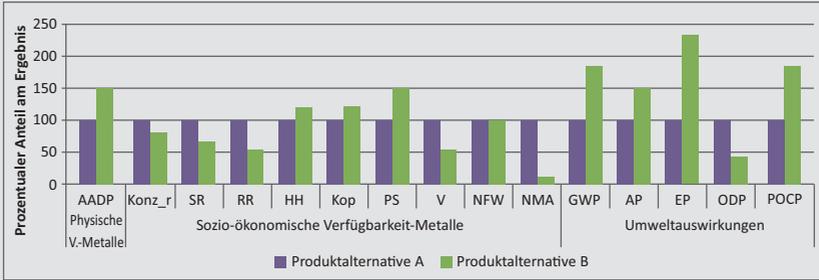
$$GD_{\text{Sozio-ökonomische Verfügbarkeit}} = \sum(GF_K \times GE_K) \quad \text{Gl. 7.1}$$

Die ökologische Dimension besteht aus fünf Kategorien mit unterschiedlichen Einheiten, die normalisiert und gewichtet werden müssten, um sie zu aggregieren. Da mit einer in der Ökobilanz einhergehender Normalisierung [79], [80] auf globale Referenzwerte große Herausforderungen in der Interpretation einhergehen [59], [81], wird in der ESSENZ-Methode keine solche Normalisierung verwendet oder empfohlen. Den Unsicherheiten einer solchen Vorgehensweise würde der Mehrwert einer Aggregation entgegenstehen.

Der Vergleich der Ressourceneffizienz zweier Produktalternativen kann daher nach dem im Folgenden beschriebenen Vorgehen durchgeführt werden. Es gilt, dass aggregierte Ergebnisse nicht für die Verwendung in zur Veröffentlichung vorgesehenen vergleichenden Aussagen herangezogen werden können. Da bei aggregierten Ergebnissen die Transparenz und Aussagekraft abnimmt, ist die Interpretation der Einzelergebnisse, wie in Kap. 6 beschrieben, nicht durch die hier vorgestellte Vorgehensweise ersetzbar. Der Vergleich zweier Produktalternativen basiert auf den in Kap. 5 ermittelten Ergebnissen.

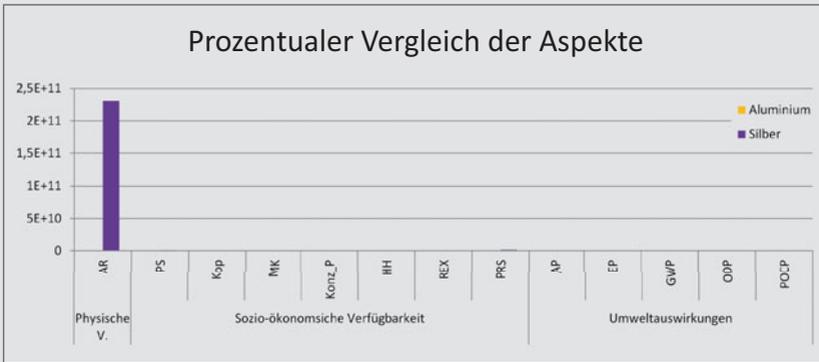
Bevor eine Aggregation durchgeführt werden kann, müssen für die ermittelten Ergebnisse einer jeden Kategorie die prozentualen Anteile ausgerechnet werden. Dabei wird eine Produktalternative auf 100 % gesetzt und bestimmt, wie die andere Produktalternative prozentual im Vergleich abschneidet. Die Gegenüberstellung der beiden Alternativen zeigt, für welche Kategorie in welcher Dimension ein Produkt besser oder schlechter abschneidet.

In Abb. 7.2 ist ein fiktives Beispiel dargestellt, in dem die Produktalternative A auf 100% gesetzt wird. In dem Beispiel schneidet z. B. die Produktalternative B für die Kategorien Volatilität (V) und Abbau der Ozonschicht (ODP) besser ab als Produktalternative A.



**Abb. 7.2** Prozentualer Vergleich der Kategorien zweier Produktalternativen

Das Ergebnis für das Fallbeispiel des Silber- und Aluminiumkabel zeigt, dass aufgrund der hohen Differenz der Ergebnisse für die Wirkungskategorie abiotischer Ressourcenverbrauch für Silber und Aluminium kein sinnvoller Vergleich möglich ist (Abb. 7.3). Der große Unterschied der Ergebnisse von  $10^{11}$  kommt zustande, da der  $ADP_{\text{elementar}}$ -Wert für Aluminium im Gegensatz zu Silber sehr gering ist. Zudem braucht ein Aluminiumkabel auch weniger Material als ein Silberkabel, um die gleiche Funktion zu erfüllen.

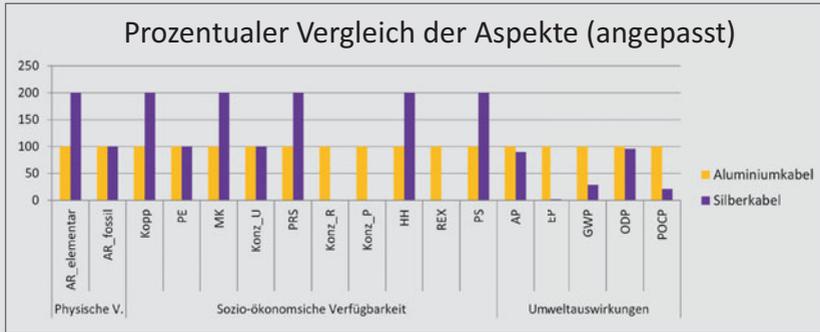


**Abb. 7.3** Ergebnis für Silber- und Aluminiumkabel: prozentualer Vergleich für alle Kategorien der Dimensionen

Um der Überdimensionierung einzelner Kategorien entgegenzuwirken, wird die maximale Differenz auf 100 % festgelegt. Ist die Abweichung zweier Produktsysteme mehr als 100 %, kann von einem eindeutigen Ergebnis ausgegangen werden. Es gelten die Annahmen in Gl. 7.2:

$$\Delta = \text{Ergebnis A} - \text{Ergebnis B} = \begin{cases} < 0 \cdot \dots \cdot 100\%, \Delta = < 0 \cdot \dots \cdot 100\% \\ \geq 100\%, \Delta = 100\% \end{cases} \quad \text{Gl. 7.2}$$

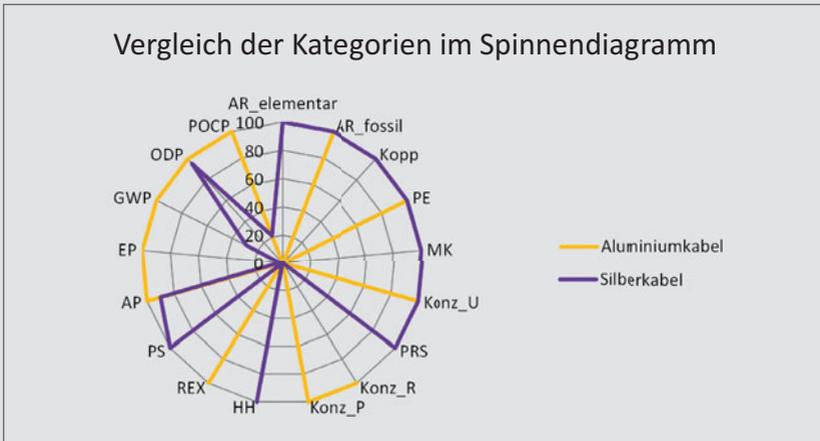
Nach Anwendung der Gl. 7.2 würde das Ergebnis für die Fallstudie dann wie in Abb. 7.4 dargestellt aussehen. Die Unterschiede zwischen den Kategorien sind weiterhin deutlich erkennbar. Allerdings können jetzt alle Kategorie zusammen betrachtet werden, da keiner mehr überdimensioniert dargestellt wird.



**Abb. 7.4** Ergebnis für Silber- und Aluminiumkabel: prozentualer angepasster Vergleich für alle Kategorie der Dimensionen

Eine andere Darstellungsform bietet das Spinnendiagramm. In dieser Darstellungsweise wird jeweils die Option, die den größten Beitrag aufweist, auf 100 % gesetzt. Die prozentualen Anteile der anderen Optionen werden entsprechend berechnet. Vorteil dieser Darstellungsweise ist, dass die in Gl. 7.2 beschriebene Umrechnung nicht notwendig ist. Für beide Darstellungsformen sollte bei der Interpretation bedacht werden, dass die Teildimensionen „Physische Verfügbarkeit“ und „Umweltauswirkungen“ nicht automatisch weniger bedeutsam sind, nur weil weniger Kategorien betrachtet werden als in der Teildimension „Sozio-ökonomische Verfügbarkeit“.

In Abb. 7.5 ist das Spinnendiagramm für das Beispiel des Silber- und Aluminiumkabel dargestellt.



**Abb. 7.5** Silber- und Aluminiumkabel: prozentualer Vergleich der Kategorie im Spinnendiagramm

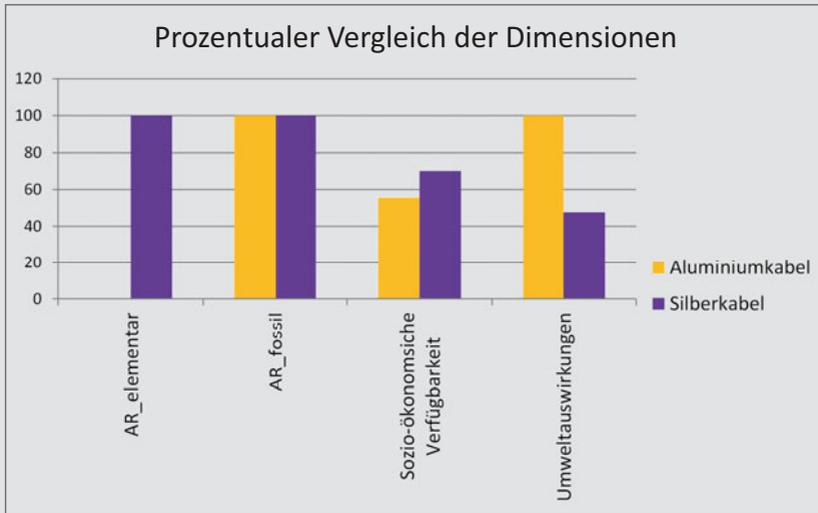
Basierend auf solch einem prozentualen Vergleich können die Teildimensionen „Sozio-ökonomische Verfügbarkeit“ und „Umweltauswirkungen“ aggregiert werden. Es wird davon abgeraten die Dimension „Gesellschaftliche Akzeptanz“ ebenfalls in diese Darstellung einzubeziehen und zu aggregieren, da sie nur über einen Screeningindikator bewertet wird und nicht auf die funktionelle Einheit bezogen ist.

*Es wird an dieser Stelle draufhingewiesen, dass es kein global akzeptiertes Gewichtungssset für die Dimension „Umweltauswirkungen“ oder die Teildimension „Sozio-ökonomische Verfügbarkeit“ gibt.* Auch wenn das Thema der Gewichtung von Umweltauswirkungen vielfach diskutiert wird, konnte bisher kein von allen Stakeholdern akzeptierter Konsens erreicht werden. Demnach ist die Festlegung von Gewichtungsfaktoren rein subjektiv und sollte nur der Unterstützung der Interpretation dienen, keinesfalls sollte die Interpretation basierend auf den gewichteten Ergebnissen vorgenommen werden.

Die Aggregation ( $GD_{\text{prozentual,D}}$ ) erfolgt auf prozentualer Ebene durch die Bildung von Mittelwerte mit einem vom Anwender festgelegten Gewichtungsfaktor (GF) (siehe Gl. 7.3). Dabei werden die prozentualen Ergebnisse der einzelnen Kategorien ( $K_{\text{prozentual,D}}$ ) innerhalb einer Dimension zuerst gewichtet und dann durch die Anzahl der betrachteten Kategorie geteilt:

$$GD_{\text{prozentual,D}} = \frac{\sum_1^n (K_{\text{prozentual,D}} \times GF)}{n_K} \tag{Gl. 7.3}$$

In Abb. 7.6 ist das Ergebnis der Aggregation für das Beispiel des Silber- und Aluminiumkabels dargestellt. Wie zu erkennen ist, schneidet das Aluminiumkabel für die Kategorien abiotischer Ressourcenverbrauch ( $AR_{\text{elementar}}$ ) und für die Dimension „Sozio-ökonomische Verfügbarkeit“ besser ab, wohingegen der Beitrag des Silberkabels in der Dimension „Umweltauswirkungen“ geringer ist.



**Abb. 7.6** Ergebnis für Silber- und Aluminiumkabel: prozentualer Vergleich der Dimensionen

Wenn eine Option in allen Dimensionen besser abschneidet, fällt eine Produktentscheidung leicht. Es können jedoch Ergebnisse vorliegen, bei denen eine Produktalternative nur in einer oder zwei Dimensionen besser abschneidet, aber nicht in allen drei Dimensionen. In diesem Fall ist es nicht einfach, eine Entscheidung zu treffen. Generell gilt, dass alle in Kap. 6 betrachteten Dimensionen und Kategorien zusammen betrachtet werden müssen.

Von einer Aggregation der drei Dimensionen wird innerhalb der ESSENZ-Methode abgeraten, da dies zu einer zu hohen Aggregationsebene und somit zu intransparenten Ergebnissen führen kann.

**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 Drittmateriale unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende oder der Quellreferenz nichts anderes ergibt. Sofern solches Drittmateriale 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.