|  |
| --- |
| **Bedienungsanleitung** |
|  |

How2MultiWind-Demonstrator



**Einleitung**

**Nachhaltigkeit** ist ein komplexes, mehrdimensionales Konstrukt. Um Entscheidungsträger beim Aufbau nachhaltiger Produktionsmethoden zu helfen, sind verständliche Instrumente zur Nachhaltigkeitsbewertung erforderlich. Aktuelle Ansätze basierend auf Methoden wie Lebenszyklusanalyse (LCA) oder Multi Criteria Decision Analysis (MCDA) haben Schwächen in Bezug auf Vollständigkeit, Verarbeitung von Unsicherheit und Visualisierung der Bewertungsergebnisse (Bitter et al. 2016). Grundsätzlich lassen sich die Ergebnisse, die die Auswirkungen verschiedener Methoden charakterisieren, in drei Nachhaltigkeitsdimensionen zuordnen: *Ökologie*, *Ökonomie* und *Soziales*.

Diese drei Dimensionen sind zu jeder Zeit miteinander gekoppelt und überschneiden sich auch teilweise. Da die Dimensionen jedoch aus mehreren quantitativen und qualitativen Indikatoren bestehen, ist die Anwendung eines Fuzzy Logic-Ansatzes für die Erstellung einer Methode zur Nachhaltigkeitsbewertung zu bevorzugen. Dieser Ansatz ermöglicht sowohl eine separate als auch aggregierte Auswertung der einzelnen Dimensionen und lässt zudem über normalisierte Indikatoren eine Vergleichbarkeit zwischen qualitativen und quantitativen Eingangsgrößen zu. Die gesammelten, normalisierten grundlegenden Nachhaltigkeitsindikatoren (BSI) durchlaufen einen schrittweisen Prozess der Fuzzifizierung, Fuzzy-Interferenz und Defuzzifizierung (vgl. Abbildung 1). Diese Methode erlaubt es, die BSIs in Nachhaltigkeitsdimensionsindizes (SDI) und schließlich in einen generellen Nachhaltigkeitsindex (GSI) zu aggregieren.

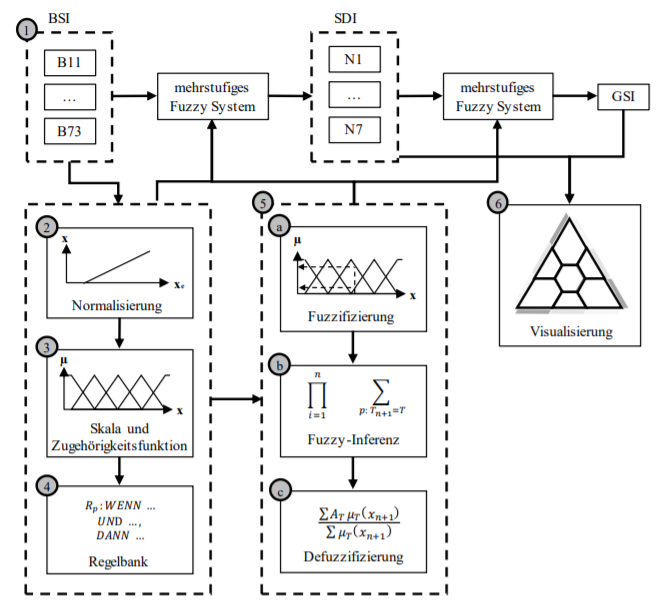


Abbildung 1: Schematische Darstellung des Fuzzy Logic-Ansatzes zur Nachhaltigkeitsbewertung auf Basis des IND

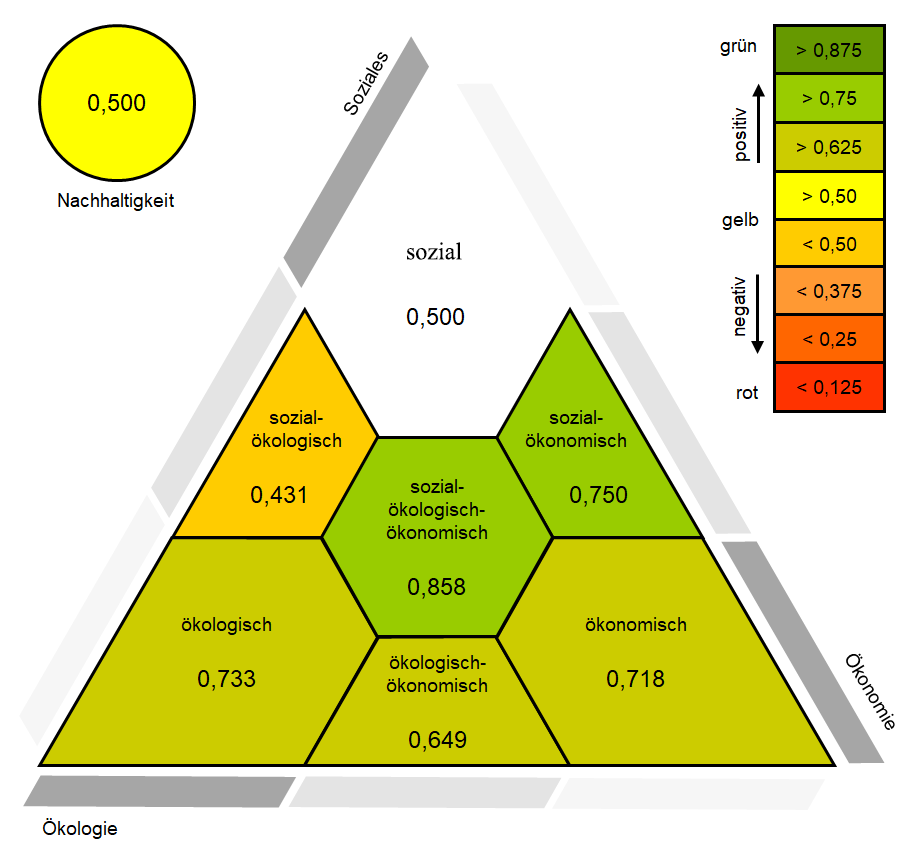
Die Visualisierung erfolgt über das sogenannte „integrierende Nachhaltigkeitsdreieck“ (IND) (vgl. Abbildung 2). Die Bewertungsergebnisse der einzelnen Dimensionen sowie der aggregierte Nachhaltigkeitsindikator GSI wurden somit in ebendiesem dargestellt. In den Ecken des Dreiecks sind die Dimensionen *sozial*, *ökonomisch* und *ökologisch* aufgelistet, wobei die Dreiecksschenkel die Schnittmengen der Dimensionen darstellen. Demnach befindet sich im Schwerpunkt des Dreiecks die Dimension *sozial-ökonomisch-ökologisch*. Durch eine auf Ampelfarben (rot-gelb-grün) basierende Farbcodierung der Bewertungsergebnisse, sind die Ergebnistendenzen auf einem Blick ersichtlich.

Abbildung 2: Integrierendes Nachhaltigkeitsdreieck

In dem Demonstrator werden die genannten Konzepte angewandt, um einen Vergleich verschiedener Herstellungsverfahren von Faserverbund-Druckbehälter (konkret: Multifilamentwickelung 48/90, Nasswickelung und Flechten) hinsichtlich ihrer Nachhaltigkeit zu ermöglichen und zu visualisieren.

**Start des Programms und dessen Grundfunktionen**

****Mit einem Doppelklick auf das Symbol „ “ starten Sie das Programm und gelangen zur Maschinenauswahl.

An dieser Stelle wählen Sie aus, welcher der **Maschinentypen** Sie näher untersuchen wollen.

Durch die **standard-mäßige Ausführung** gelangen Sie umgehend zur Visualisierung der Nachhaltigkeitsdreiecke, ohne vorab Indikatorver-änderungen durchführen zu können.

Durch den Button **Nächste Seite** gelangen Sie zum Eingabefeld des ersten Dimensions-indikators.



Die Felder **(1-4)** entsprechen den farblichen Vierecken, welche das Nachhaltigkeitsniveau der Dimension visualisieren.

**Niedrige Nachhaltigkeit**: rot

**Mittlere Nachhaltigkeit**: gelb

**Hohe Nachhaltigkeit**: grün

Die Felder **(a-d)** entsprechen den Variablen, die von Ihnen verändert werden können, sofern die Maschine im Vorfeld ausgewählt wurde.

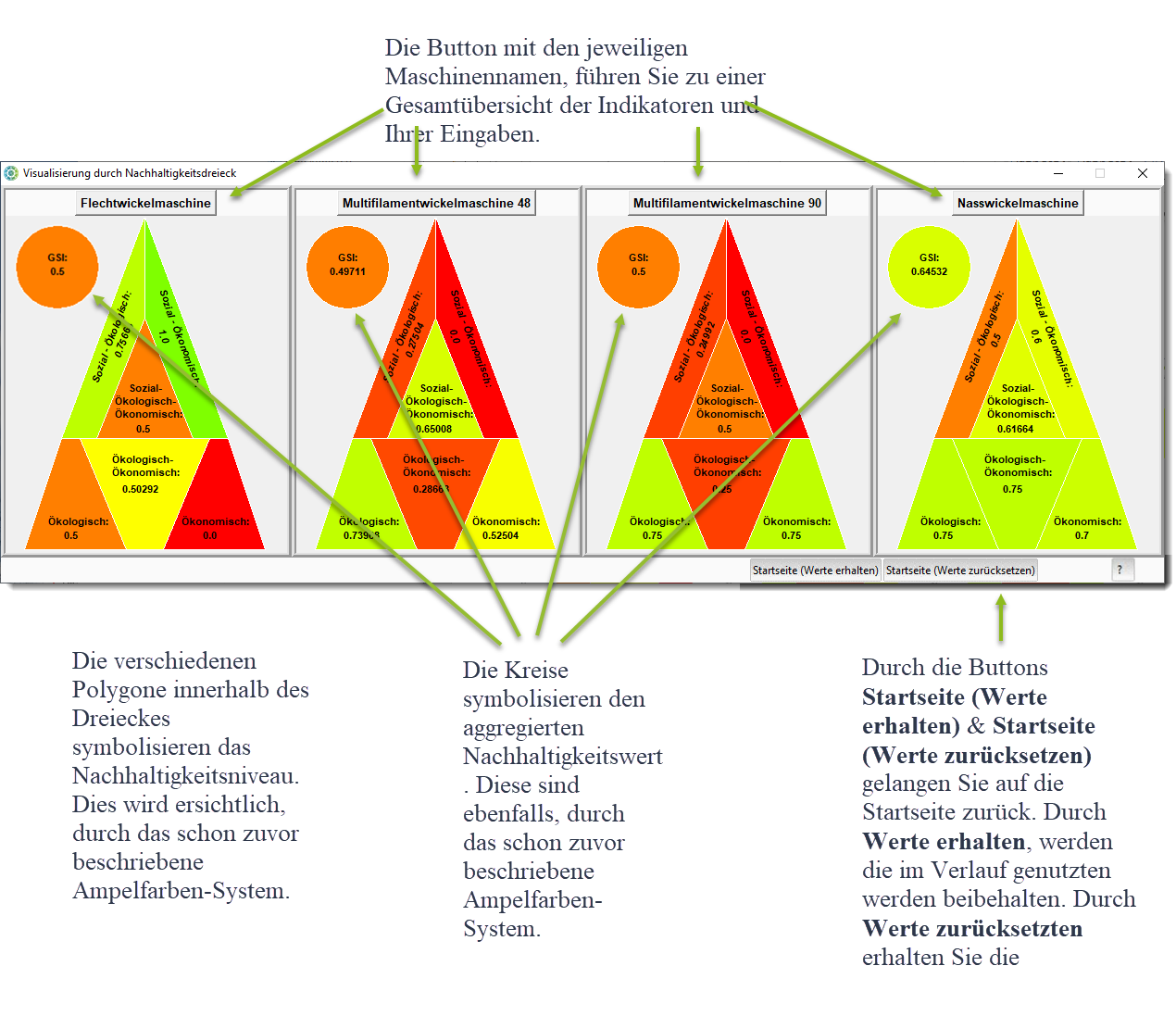
Der Button **Abbrechen** führt zu einem Beenden des Eingabevorgangs und leitet Sie zur Startseite zurück.

Über **Auswerten** werden Sie umgehend zur Visualisierung geleitet. Die eingegebene Werte werden hierbei.

Per Button **Akzeptieren**, werden die Änderungen übernommen.

Der Button **Nächste Seite** lässt Sie zur Eingabe der nächsten Dimensions-indikatoren gelangen.

Per Klick auf die **Maschinentypen** gelangen Sie zu einer Gesamtübersicht der Indikatoren und Ihrer Eingaben



Über die Buttons **Startseite (Werte erhalten)** und **Startseite (Werte zurücksetzen)** gelangen Sie auf die Startseite zurück. Je nach Wahl, werden die Werte erhalten oder zurückgesetzt.

Der **GSI** wird durch die Kreise visualisiert. Über die Farben lässt sich Rückschlüsse auf das Nachhaltigkeitsniveau schließen.

Die farbigen Polygone innerhalb des Dreiecks stellen die **Dimension** und Ihr Nachhaltigkeits-niveau dar

Im Fenster der Visualisierung haben Sie die Möglichkeit eine Gesamtübersicht der Indikatoren zu erhalten. Hierzu betätigen Sie den Button eines Maschinentyps und Ihnen werden die Werte und die Ausprägung angezeigt.



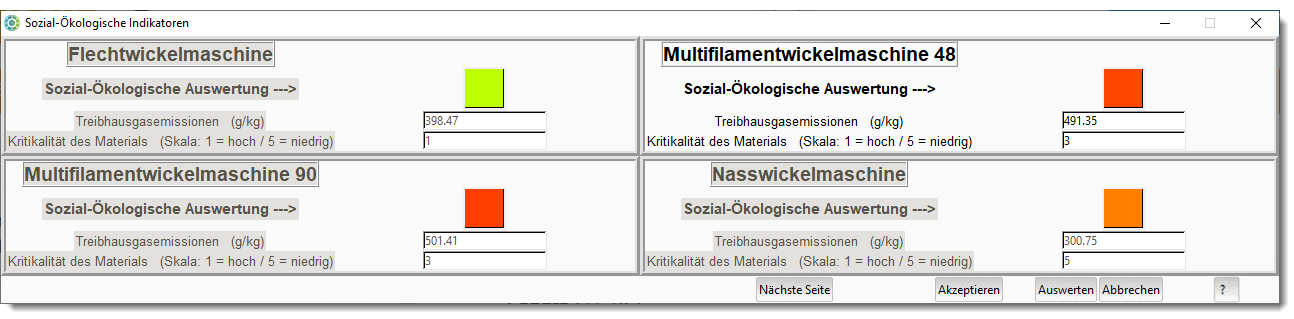
**Use Case**

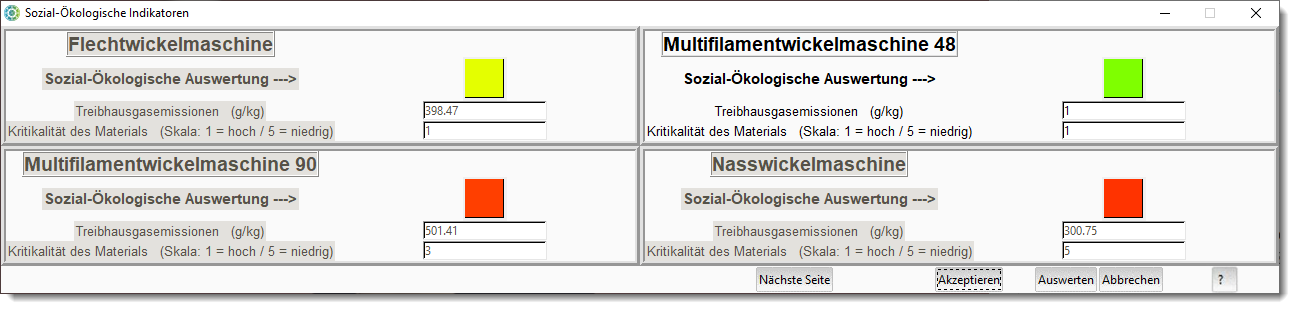
In diesem Abschnitt finden Sie ein Beispiel darüber, wie das Programm genutzt werden kann. Hierfür wird eine fiktive Nutzung des H2MW-Programmes veranschaulicht.

Im ersten Schritt wählen Sie die Multifilamentwickelmaschine 48 aus.



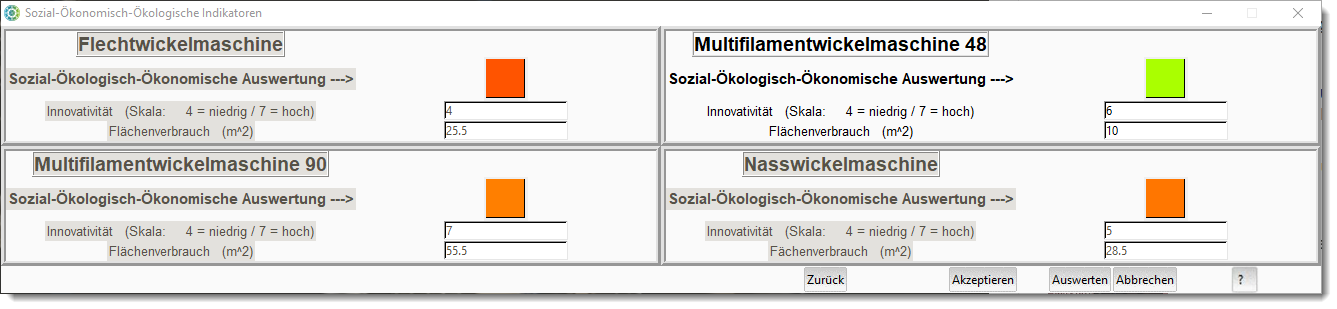
Nun klicken Sie auf den Button „**Nächste Seite**“. Dieser führt Sie zur ersten Nachhaltigkeitsindikator, welcher sich oben rechts in der Ecke befindet. Alle Maschinen, die nicht ausgewählt wurden, sind in einem Grauton hervorgehoben und verbleiben in der standardmäßigen Ausführung.

Für die ausgewählten Maschinen können Sie nun in den jeweiligen Feldern Werte eingeben.

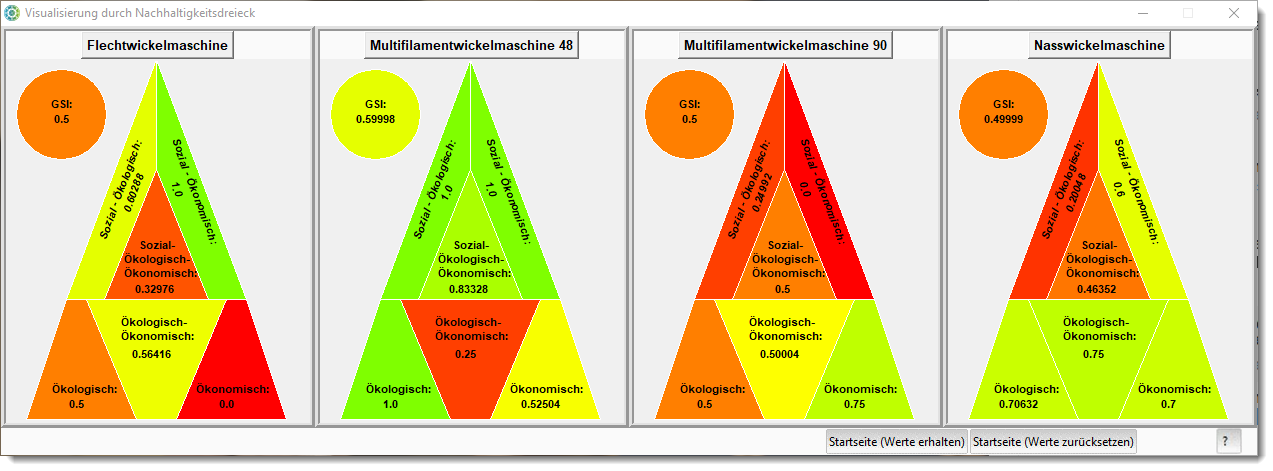
In den Feldern, bei welchen der Indikator eine Skala oder ein Prozentwert wiedergibt, können nur Werte innerhalb des angegebenen Intervalls eingegeben werden (z.B. 0-100%). Haben Sie Ihre Werte eingegeben, bestätigen Sie dies mit einem Klick auf den Button „**Akzeptieren“**. Erst dann werden die Werte übernommen.

Durch die Veränderung der Werte haben die Vierecke (oben rechts) ihre farbliche Ausprägung verändert, da die Auswertung des Indikators neu berechnet wurde. Um den nächsten Dimensionsindikator zu erreichen, wird der Button „**Nächste Seite**“ geklickt.

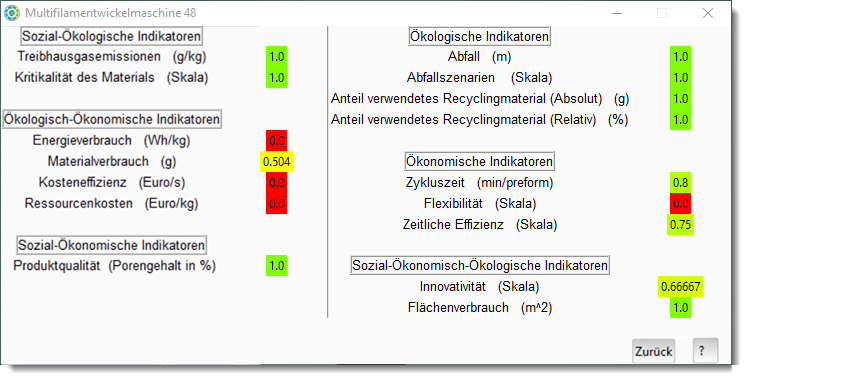
Die Eingabe für die folgenden Indikatoren wird nach dem gleichen Schema durchgeführt. Abschließend gelangen Sie zum letzten Dimensionsindikator „**Sozial-Ökonomisch-Ökologisch**“. Nach der Eingabe und Akzeptierung aller gewünschten Werte folgt die Auswertung durch Klicken des Buttons „**Auswertung**“.



Anschließend können Sie das Nachhaltigkeitsniveau des jeweiligen Herstellungsverfahrens anhand des GSI-Wertes erkennen und die Werte miteinander vergleichen.



Durch Auswahl der jeweiligen Maschine gelangen Sie zu einer Gesamtübersicht, welche Ihnen alle Indikatorausprägungen der Maschine darstellt.



**Literatur**

Bitter, J.; Prinz, S.; Lahl, K.; Vossen, R.; Jeschke, S. (2016): Fuzzy Logic Approach for Sustainability Assessment based on the Integrative Sustainability Triangle. IEEE: World Congress on Sustainable Technologies 2016. S. 64 – 69.