



## Der PolyTrace-IndEx (PTIx), Teil 2

# Systematische Nachhaltigkeitsbewertung in der Praxis

Der PolyTrace-IndEx liefert ein fundiertes, Excel-basiertes Bewertungsinstrument zur ganzheitlichen Analyse von Kunststoffprodukten entlang ihres gesamten Lebenszyklus. Im folgenden Artikel wird anhand von Praxisbeispielen untersucht, wie valide und robust das 360°-Nachhaltigkeitsbewertungssystem ist.

Die Umsetzung eines Bewertungsmodells in die Industrie erfordert methodische Klarheit und hohe Praxisrelevanz – beides wurde beim PtiX von Beginn an verfolgt. In Zusammenarbeit mit Industriepartnern wurde das System unter realen Bedingungen pilotiert, iterativ weiterentwickelt und auf Anwendbarkeit geprüft.

Ziel war ein Werkzeug, das nicht nur für Audits geeignet ist, sondern aktiv in

Design-, Entwicklungs- und Entscheidungsprozesse eingebunden werden kann. Die folgenden Praxisbeispiele zeigen, wie der PtiX konkret eingesetzt wird – inklusive Erfolgsfaktoren, Herausforderungen und Entwicklungsperspektiven.

### *Von der Theorie zur Praxis*

Teil 1 dieses Artikels (Kunststoffe 09/2025) stellte Bewertungslogik und

Methodik des PtiX vor. Teil 2 zeigt nun die Umsetzung:

- Wie wird ein datenbasiertes Nachhaltigkeitstool in industrielle Prozesse integriert?
- Welche Herausforderungen und Effekte ergeben sich?

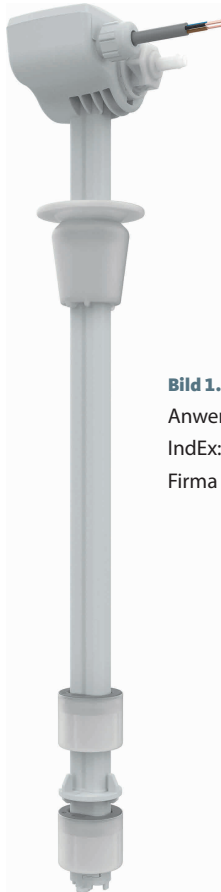
Antworten geben die folgenden realen Anwendungsbeispiele – zum einen die Herstellung einer Sauglanze, zum anderen die Analyse einer Förderkette.

### Nachhaltigkeit auf dem Prüfstand – mit messbarem Erfolg

Die elobau GmbH & Co. KG aus Leutkirch im Allgäu, ein führender Hersteller von Sensorik- und Bedienelementen, verfolgt seit Jahren eine ambitionierte Nachhaltigkeitsstrategie. Um diese Strategie noch zielgerichteter steuern zu können, startete elobau ein Pilotprojekt mit dem PolyTrace-IndEx (PTIx).

Im Fokus: Das Gehäuse einer Sauglanze (**Bild 1**), wie sie in Geschirrspülern oder Dosiersystemen eingesetzt wird. Ziel war es, den ökologischen Status quo systematisch zu analysieren, Schwachstellen sichtbar zu machen und konkrete Verbesserungspotenziale zu identifizieren – über den gesamten Produktlebenszyklus hinweg.

Die Analyse erfolgte in enger Abstimmung mit der Nachhaltigkeitsabteilung und stützte sich auf die integrierte Werkstoffdatenbank des PtiX, eine detaillierte Bewertung der Lieferkette (insbesondere der Transportemissionen) sowie Kriterien



**Bild 1.** Testprodukt für die Anwendung des PolyTrace-IndEx: Die Sauglanze der Firma elobau. © elobau

wie Demontagefreundlichkeit, Recyclingfähigkeit und zirkuläre Nutzung.

„Besonders beeindruckt hat uns die Tiefe und Systematik der Analyse“, sagt Pascal Schwarz, Leiter Nachhaltigkeit bei elobau. „Der PtiX deckt Zusammenhänge auf, die klassische Ökobilanzen schlicht übersehen. Wir haben endlich ein Tool, das präzise zeigt, wo wir stehen – und wohin wir uns entwickeln können.“

Zentrale Erkenntnis der Bewertung: Chlorierte Polymere zeigten sich – trotz ihrer funktionalen Eigenschaften – als kritische Schwachstellen mit Blick auf Toxizität und Recyclingfähigkeit. Die 24 Bewertungssäulen des PtiX machen solche Risiken messbar und vergleichbar – und liefern zugleich die Basis für fundierte Handlungsentscheidungen. Durch die modularen Stage-Prozesse konnten unterschiedliche Optimierungsschritte simuliert, verglichen und bewertet werden – darunter etwa der Einsatz biobasierter Materialien, hochwertiger Rezyklate oder der Aufbau geschlossener Wertstoffkreisläufe in Abstimmung mit

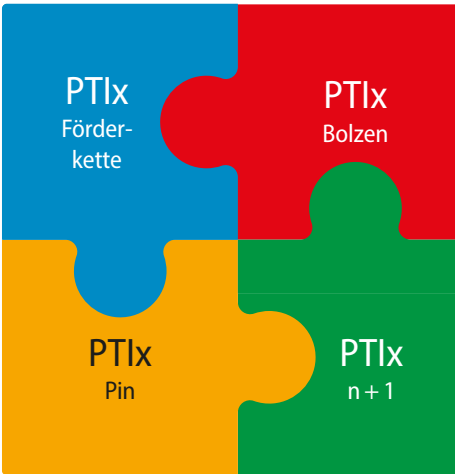
nachgelagerten Kunden.  
Die Multiplikationslogik des PTIx macht dabei klar: Echte Nachhaltigkeitsfortschritte entstehen nicht durch kosmetische Maßnahmen, sondern durch substanzielles Umdenken – technologisch, prozessual und strategisch. „Ein Tool wie den PTIx haben wir seit Langem gesucht – und dringend gebraucht“, so Schwarz weiter. „Er erlaubt eine multifunktionale, stufenweise Analyse unserer Wertschöpfungskette – und liefert konkrete Entscheidungsgrundlagen für nachhaltigere Bauteile. Der PTIx hat uns fachlich, methodisch und in der Anwendbarkeit vollends überzeugt. Eine Integration in unser Nachhaltigkeitscontrolling ist fest vorgesehen.“

Analyse einer Förderkette aus POM

Ein weiteres Anwendungsbeispiel analysiert eine Förderkette aus Polyoxymethylen (POM) (Bild 2), einem weit verbreiteten technischen Kunststoff mit hoher Stabilität und guten Gleiteigenschaften. Im Fokus steht ein kardanisches Gelenk, das die Kurvengängigkeit der Anlage sichert.



Bild 2. Einzelkomponenten (links oben) und montierte Förderkette auf Gleitschienen (links unten) sowie komplette Förderanlage im Technikum Technische Systeme in der Logistik, Hochschule Darmstadt (Mitte). Bildung der Systemgrenzen (rechts). Quelle: Prof. Dr.-Ing. Karsten Faust; Grafik: © Hanser



Für die Analyse wurden reale Daten aus Logistik, Werkstofftechnik, Fertigung sowie Energieverbrauch berücksichtigt. Dank der flexibel definierbaren Systemgrenze des PTIx wurde gezielt nur die Förderkette bewertet – angrenzende Bauteile wie Bolzen und Pins blieben vorerst unberücksichtigt.  
Untersucht wurden neun Szenarien mit sukzessiven Optimierungsmaßnah-

men. Tabelle 1 zeigt die abstrahierten Stufen, Maßnahmen, Effekte und Nachhaltigkeitsverbesserungen im Überblick.

Nachhaltigkeit messbar gemacht: zentrale Ergebnisse der Fallstudie

Die Ergebnisse belegen eindrucksvoll: Durch gezielte Eingriffe entlang der Wertschöpfungskette lassen sich deutliche Nachhaltigkeitsverbesserungen erzielen. Besonders wirksam waren Rücknahme- und Recyclingvereinbarungen (Stage 1), die gleich mehrere Nachhaltigkeitssäulen positiv beeinflussten. Auch logistische Optimierungen wie höhere Beladungsquoten reduzierten Emissionen deutlich.

Reibungsoptimierende Additive verlängerten die Lebensdauer der Kette und verringerten ihren ökologischen Fußabdruck. Im Gegensatz dazu verschlechterte der Einsatz toxischer Stoffe wie PFAS die Bewertung erheblich – trotz technischer Vorteile. Das unterstreicht die Notwendigkeit gezielter Substitutionen.

Zentrale Erkenntnisse der Untersuchung:

- Zirkularität wirkt: Rücknahmesysteme führten zu messbaren Verbesserungen über mehrere Dimensionen hinweg.
- Optimierung ist kumulativ: Maßnahmen verstärken sich im Zusammenspiel – Nachhaltigkeit ist ein integrativer Prozess.
- Warnsystem PTIx: Toxische Substanzen wie PFAS verschlechtern die Bilanz – Risiken werden frühzeitig sichtbar.

| Stage | Maßnahme                              | Nachhaltigkeitswirkung (relativ) | Kommentar                                                                                                                |
|-------|---------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0     | Ausgangszustand                       | Referenzwert                     | Status Quo: Startpunkt der Bewertung – kein Eingriff, aber klare Transparenz                                             |
| 1     | Recyclingvereinbarung                 | ★★★★☆<br>deutliche Verbesserung  | Mehrwert auf mehreren Bewertungsebenen: Materialkreislauf, Entsorgung Rücknahmevereinbarungen, etc.                      |
| 2     | Optimierung der Beladungsquote        | ★★★★☆<br>Verbesserung            | Senkung transportbezogener Emissionen – zeigt hohe Hebelwirkung durch Logistikoptimierung                                |
| 3     | Reibungsoptimierende Additive (PTFE)  | ★★☆☆☆<br>leichte Verbesserung    | Verlängert Produktlebensdauer – Produktumstellung mit gleichem Grundpolymer. Gezielte Maßnahme mit großem Langzeiteffekt |
| 4     | Substitution kritischer Stoffe        | ★★★★★<br>starke Verbesserung     | Toxikologische Entlastung – entscheidend für ESG-Compliance und sichere Produkte                                         |
| 5     | Umstieg auf biobasiertes Material     | ★★★★★+<br>maximale Verbesserung  | Transformation der Materialbasis – strategische Weichenstellung mit Signalwirkung                                        |
| 6     | Reduktion des Energieverbrauchs       | ★★★★☆<br>Verbesserung            | Sichtbarer Einfluss auf Energiekennzahlen – auch wirtschaftlich relevant                                                 |
| 7     | Optimierung der Fertigungsprozesse    | ★★★★☆<br>Verbesserung            | Ressourcenschonung und Abfallvermeidung – wirkt direkt auf Material- und Energieeffizienz                                |
| 8     | Integration digitaler Monitoringtools | ★★★★☆<br>Verbesserung            | Verbesserung der Steuerbarkeit, Transparenz und Nachweisbarkeit – stärkt ESG-Reporting                                   |

Tabelle 1. Szenarien mit Stages und deren Maßnahmen.

Hinweis zur Datengrundlage: Die in der Tabelle dargestellten Bewertungen beruhen auf einer quantitativen Analyse realer Daten, die im Rahmen des PTIx-Simulationsmodells systematisch erhoben wurden. Konkrete Zahlenwerte werden aus Gründen der Vertraulichkeit nicht veröffentlicht. Quelle: Prof. Dr. Ing. Karsten Faust

- Materialwechsel lohnt sich: Der Einsatz biobasierter oder schadstoffarmer Werkstoffe ermöglichte Höchstbewertungen.
- Keine Kompensation von Schwächen: Die Multiplikatorlogik deckt Zielkonflikte auf – Schwächen bleiben sichtbar.

Fazit: Der PTIx ist robust, praxisnah und erkennt sowohl Fortschritte als auch Rückschritte frühzeitig. Nachhaltigkeit wird damit messbar, steuerbar und strategisch nutzbar – gestützt durch ergänzende Kennzahlen wie die Ökoeffizienzzahl ein Schlüsselinstrument für die Transformation der Kunststofftechnik.

### Ökoeffizienzzahl – Nachhaltigkeit trifft Wirtschaftlichkeit

Die Ökoeffizienzkennzahl verbindet ökologische und ökonomische Aspekte zu einer einzigen Steuerungsgröße. Sie setzt den durch den PTIx ermittelten 360°-Nachhaltigkeitsindex in Relation zur

Rentabilität (Output/Input in €). Berechnet wird die Ökoeffizienzzahl wie folgt

$$\text{Ökoeffizienzkennzahl} = \frac{\text{PTIx}}{\frac{\text{Output [€]}}{\text{Input [€]}}} = \frac{\text{PTIx}}{R}$$

Dabei misst PTIx die ökologische Belastung auf Basis von bis zu 24 Indikatoren mit über 250 Unterkategorien. Für den wirtschaftlichen Ertrag pro eingesetztem Euro steht die Rentabilität (R).

Interpretation der Berechnung:

- < 250: hohe Ökoeffizienz (nachhaltig & wirtschaftlich)
- 250–500: mittlere Ökoeffizienz
- >500: niedrige Ökoeffizienz (hohe Belastung, geringe Wirtschaftlichkeit)

Die zugehörige Interpretationsmatrix (**Bild 3**) stellt den PTIx (vertikal) der Wertschöpfung (horizontal) gegenüber. Die Ökoeffizienzgerade zeigt dabei ein konstantes Verhältnis zwischen Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit.

Der Einsatz der Kennzahl bietet in der Praxis zahlreiche Vorteile: Sie ermöglicht den direkten Vergleich von Produkten,

Prozessen und Standorten, deckt bislang ungenutzte Effizienzpotenziale auf und unterstützt die Integration relevanter Erkenntnisse in strategische Entscheidungen. Zudem schafft sie die Grundlage für eine transparente Kommunikation mit Stakeholdern. Insgesamt liefert die Ökoeffizienzzahl damit eine fundierte und quantifizierbare Basis für nachhaltiges sowie wirtschaftlich tragfähiges Handeln.

### Fortschritt messbar machen

Der Leistungsfaktor (LF) quantifiziert Fortschritte im Nachhaltigkeitsmanagement durch das Verhältnis von altem zu aktuellem PTIx-Wert. Er wird wie folgt berechnet:

$$\text{Leistungsfaktor (LF)} = \frac{\text{PTIx}_{\text{Alt}}}{\text{PTIx}_{\text{Neu}}}$$

Ein steigender LF zeigt valide Verbesserungen – je höher der Wert, desto erfolgreicher die Maßnahmen zur Steigerung der Nachhaltigkeit. Gerade bei ursprüng-

## Info

### Text

**Prof. Dr.-Ing. Karsten Faust** lehrt und forscht an der Hochschule Darmstadt im Fachbereich Maschinenbau und Kunststofftechnik. Seine Lehrgebiete umfassen unter anderem Nachhaltigkeitsmanagement, Konstruieren mit Kunststoffen, Kreislaufwirtschaft, Technische Systeme in der Logistik und Materialflusssimulation.

**M.Sc. Yannik Rothe** arbeitet als selbstständiger Sustainability Project Manager. Arbeitsschwerpunkte sind die Entwicklung und Pflege von Automatisierungstools in Excel mittel VBA zur Effizienzsteigerung von Nachhaltigkeitsprozessen.

### Service

PolyTrace-IndEx (PTIx)

Prof. Dr. Karsten Faust

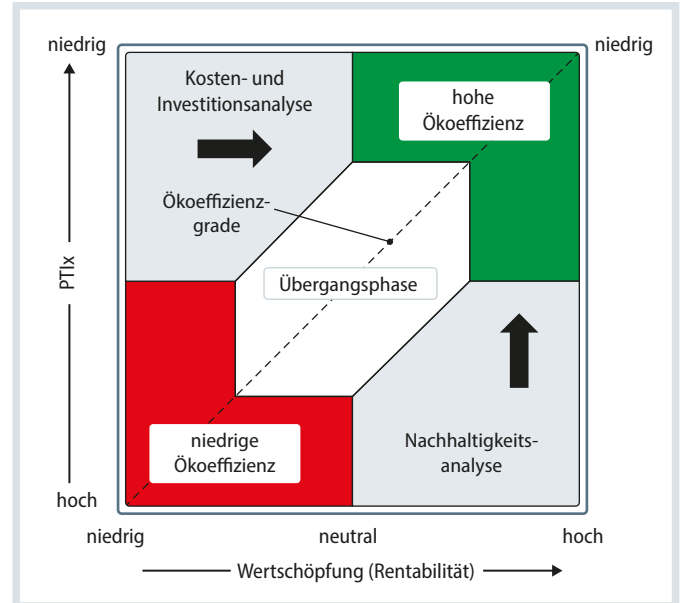
[www.polytrace-index.com](http://www.polytrace-index.com)

E-Mail: [info@polytrace-index.com](mailto:info@polytrace-index.com)

### Theorie und Methodik

Während es in diesem zweiten Teil des Artikels um die Anwendung in der Praxis ging, befasst sich Teil 1 des Artikels mit Bewertungslogik und Methodik des PTIx. Nachzulesen in Kunststoffe September 2025.

**Bild 3.** Interpretationsmatrix der Ökoeffizienzkennzahl Quelle: Prof. Dr.-Ing. Karsten Faust; Grafik: © Hanser



lich hohen PTIx-Werten, die sich (noch) nicht in einer neuen Klassifikation niederschlagen, ermöglicht der LF eine differenzierte Darstellung von Verbesserungen über die Zeit. Er zeigt nicht nur absolute Zustände, sondern auch relative Entwicklungen. Zudem unterstützt der LF die Stage-Analysen im PTIx-System: Er vergleicht gezielt die Wirkung einzelner Maßnahmen oder Investitionen und deckt qualitative wie quantitative Potenziale auf.

Dank der multiplikativen Bewertungslogik des PTIx auf Basis von 24 Säulen macht der LF nicht nur Einzel-

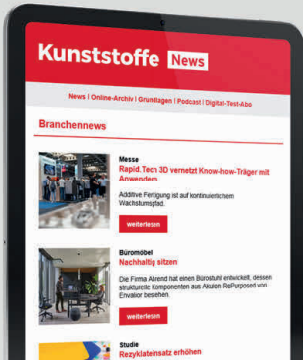
maßnahmen, sondern auch deren systemische Effekte transparent – flexibel anpassbar an strategische Ziele und Betrachtungstiefen.

### Fazit

Teil 2 dieser Fachveröffentlichung zeigt die erfolgreiche Anwendung des PTIx in industriellen Pilotprojekten – unter anderem bei elobau sowie in der Fördertechnik. Die Ergebnisse belegen die hohe Sensitivität, Skalierbarkeit und Praxistauglichkeit des Systems – von der Bewertung spritzgegossener Kunststoffkomponenten bis hin zur Analyse komplexer Wertströme.

Der PTIx erweist sich dabei als methodisch konsistentes, anwendungsfreundliches Instrument zur steuerbaren, vergleichbaren und belastbaren Nachhaltigkeitsbewertung auf Komponenten- und Prozessebene. Durch die Kombination qualitativer und quantitativer Bewertungslogiken lassen sich sowohl Detailanalysen als auch strategische Vergleiche entlang der Lieferkette realisieren.

Zukünftige Erweiterungen – etwa KI-gestützte Auswertungen, automatisiertes Reporting oder digitale Zwillinge – eröffnen zusätzliches Potenzial: von dynamischen Reifegradanalysen bis hin zu lernenden Nachhaltigkeitsmodellen. Vor dem Hintergrund der industriellen Transformation liefert der PTIx damit einen messbaren, strategisch anschlussfähigen Beitrag zur nachhaltigen Produkt- und Prozessgestaltung. ■



## Alle News für die **Kunststoff-Industrie!**

Gleich kostenlos anmelden:  
[www.kunststoffe.de/newsletter](http://www.kunststoffe.de/newsletter)

