

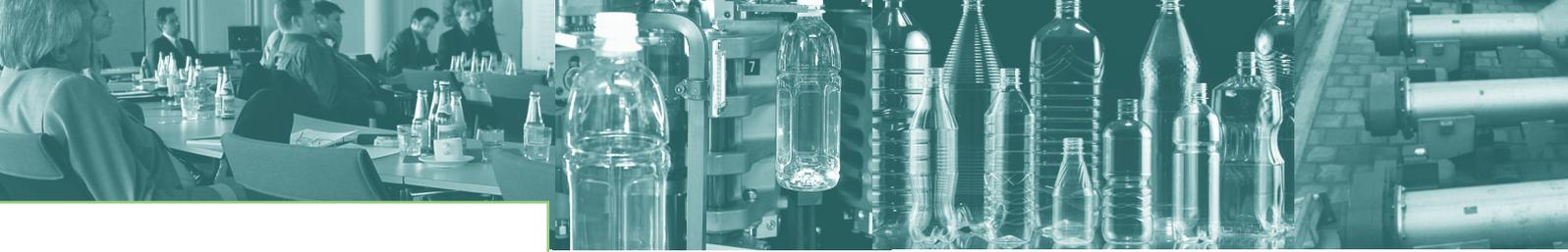


# IPP Integrierte Produktpolitik



Ergebnisse des Pilotprojekts  
IPP in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU)

**Neue Wege für innovative KMU**



# Impressum

Herausgeber und  
Projektförderung:

Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (StMLU),  
Rosenkavalierplatz 2, 81925 München

Projektbearbeitung  
und Redaktion:

Lehrstuhl für Produktentwicklung, Technische Universität München (Projektleitung)  
KNORR-BREMSE Systeme für Schienenfahrzeuge GmbH, München  
Hans Huber AG, Berching  
Krones AG, Neutraubling

Gestaltung:

KÖNIG KOMMUNIKATION GMBH (GPRA), Nürnberg

Druck:

DRUCK+SATZ Grafex, Feucht

©

StMLU, alle Rechte vorbehalten  
1. Auflage 2003

Allgemeine Informationen  
zum Thema IPP:

[www.ipp-bayern.de](http://www.ipp-bayern.de)



## Grußwort



### Staatsminister Dr. Werner Schnappauf

IPP: Aufbruch zu neuen Produktkonzepten und -welten

Umweltschutz wird gemeinhin als Kostentreiber wahrgenommen. Das liegt sicher auch daran, dass entsprechende add-on Lösungen für Produktionsverfahren bzw. Produkte sich in der Kalkulation in der Regel in Form zusätzlicher Kostenblöcke niederschlagen.

Integrierte Produktpolitik (IPP) verfolgt hier einen weit aus effizienteren Ansatz. IPP macht Umweltaspekte zur Triebfeder für Produktinnovationen und grundlegend alternative Systemlösungen. Sie setzt und zielt auf durchgängig umweltgerechte Produktwelten, angefangen bei deren Konzeption über die Entwicklung, Herstellung(sverfahren), den Handel und Vertrieb bis hin zu Nutzung und Entsorgung des Produktes und die Bereitstellung entsprechender Dienstleistungen.

Der Produktentwickler hat dabei eine Schlüsselrolle und wird zum Systemgestalter. Denn: Festlegungen in den frühen Phasen des Produktlebenswegs haben weit reichende Auswirkungen mit Konsequenzen auf allen nachgelagerten Stufen des Gesamtsystems. Deshalb ist es so wichtig, dass der Produktentwickler bei seinen Planungen, Bewertungen und Entscheidungen das passende Handwerkszeug entsprechend der lebenswegbezogenen Systemsichtweise der IPP zur Verfügung hat und auch einsetzt. Mir liegt daran, dass der in der vorliegenden Praxishilfe vorgestellte IPP-Baukasten spezi-

ell für den Einsatz in Klein- und mittelständischen Unternehmen erprobte, leicht handhabbare Methoden und Techniken für die tägliche Entwicklungsarbeit enthält. Denn ich bin überzeugt, dass gerade der in Bayern so wichtige Mittelstand auf Grund seiner einerseits flexiblen, kreativen und andererseits marktnahen und kundenorientierten Geschäftsausrichtung eine bedeutende Rolle bei der Umsetzung der IPP einnehmen sollte und auch kann.

Aus einer Vielzahl von IPP-Projekten wird mir unisono berichtet, dass die IPP-Systematik nicht nur den Blick für grundlegend neuartige Produkt- und Verfahrensalternativen öffnet. Am IPP-Ansatz mindestens ebenso geschätzt wird, dass er die innerbetriebliche Kommunikation und den Informationsaustausch mit den externen Partnern wesentlich verbessert und dadurch im Unternehmen zugleich einen Motivations- und Innovationsschub auslöst.

Entdecken auch Sie mit IPP völlig neue, nachhaltige Produktwelten und nutzen Sie IPP als Baustein, um die Zukunft Ihres Unternehmens zu sichern!

Dr. Werner Schnappauf  
Bayer. Staatsminister für Landesentwicklung und Umweltfragen



# Inhalt

## Die Macher

- 03 Grußwort
- 06 Überzeugte Teilnehmer

## Die Grundlagen

- 08 IPP in KMU
- 10 IPP-Baukasten
- 10 Methodengrundlagen

**Produktlebensweg  
betrachten**

**Prioritäten setzen**

## Die Anwendung

- 12 Womit beginne ich?
- 13 Wie setze ich Prioritäten?



**Produktanalyse**

**Ideen finden**

**Umsetzung**

**Lösungen bewerten**

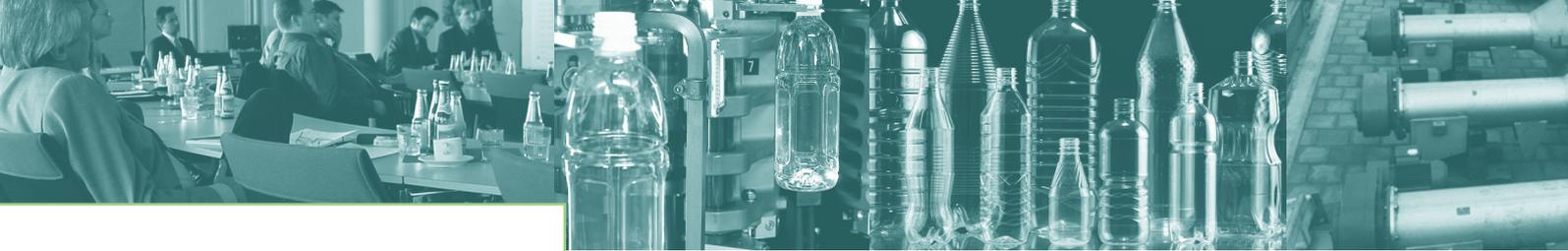
- 14 Wie erkenne ich Potenzial bei meinen Produkten?
- 14 Wie kann ich neue Ideen entwickeln?
- 16 Wie treffe ich tragfähige Entscheidungen?
- 17 Wie setze ich die Lösungen um?

### **Die Fallstudien**

- 18 Hans Huber AG
- 20 KNORR-BREMSE SfS GmbH
- 22 Krones AG

### **Der erste Schritt**

- 24 Worauf sollte ich bei der IPP-Einführung achten?
- 25 Methodenanwendung
- 26 Literaturverzeichnis



## Die Macher

### Überzeugte Teilnehmer

#### Prof. Dr.-Ing. Udo Lindemann

Vor ca. drei Jahren konnte der Lehrstuhl für Produktentwicklung drei Unternehmen für das Experiment gewinnen, das Konzept der Integrierten Produktpolitik (IPP) speziell auf die Anwendung in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) zu übertragen. Ziel war für uns, für diesen Unternehmenstyp anwendbare Methoden auszuwählen und zu entwickeln. Selbst wenn unsere Partnerunternehmen zum Teil "gewachsene KMU" sind, geben sie ein repräsentatives Bild der KMU-Strukturen wieder. Das Projekt bot uns die einmalige Chance, das Thema mit Praktikern zu diskutieren, verschiedene Methoden zu erproben, sowie die Umsetzung am Produkt zu erleben.

Unsere Erfahrungen bei der Lebenswegbetrachtung der Produkte durch IPP möchten wir Ihnen mit diesem Leitfaden zur Verfügung stellen. Durch den gezielten und konsequenten Einsatz schon von einigen wenigen Methoden können Sie signifikante Vorteile zum Wohle der Umwelt und der Gesellschaft, aber auch zum finanziellen und wirtschaftlichen Vorteil Ihres Unternehmens erzielen. Viele gute Ideen zur Verbesserung des Produktes lassen sich durch die kooperative und intensive Zusammenarbeit von Mitarbeitern verschiedener Ab-



teilungen sowie mit Zulieferern und Kunden gewinnen und realisieren. Wir laden Sie ein, auf den folgenden Seiten unsere Erkenntnisse aus der Anwendung in der Praxis zu lesen und für Ihren eigenen Erfolg zu nutzen.

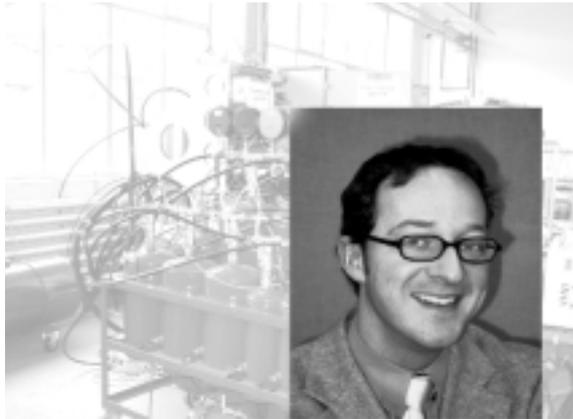


Hans Huber, Vorstand  
Hans Huber AG

### IPP und Unternehmung

IPP gestaltet Managementstrategien effizienter. Es werden dabei sowohl die Belange des Unternehmens als auch die Belange der Umwelt in idealer Weise vereint. Durch abteilungsübergreifende Diskussionen werden die Produkte optimiert, wobei Wissen und Erfahrung sämtlicher Abteilungen zusammengeführt wird. Overengineering wird vermieden, Produkte sind von Anfang an unter ökonomischen und ökologischen Aspekten optimiert. Damit schafft IPP Markt Vorteile, die dem Unternehmen eine erhebliche strategische Verbesserung nach innen und nach außen bringen.

*„IPP als Grundlage für marktgerechte Produkte“*



Dr. Gert Abmann, Projektleitung Modulares Bremssystem, Knorr-Bremse SFS GmbH

## IPP und Kommunikation

Die offene Zusammenarbeit mit externen Partnern der Knorr-Bremse SFS GmbH unterstützte die innovative Produktgestaltung. Durch den Einblick in die Fertigungsmöglichkeiten der Zulieferer und durch aktiven Informationsaustausch wurden gemeinsam ökonomische und ökologische Potenziale erkannt und umgesetzt. Eine verbesserte innerbetriebliche Kommunikation steigerte die Motivation der Mitarbeiter entscheidend.

*"Wirtschaftliche Vorteile nutzen und dabei ressourcenfreundliche Produkte entwickeln, das ist IPP."*

## IPP und Entwicklung

Ingenieure denken schnell an die Realisierung ihrer fixen Ideen. Den Schritt zu wagen, bestehende Lösungen in Frage zu stellen, fällt oft schwer. Dabei können erprobte Methoden helfen, rasch alternative Lösungen zu finden. Die Krones AG setzt mit Erfolg Entwicklungsmethoden ein, die das Produkt komplett anders aussehen lassen, als im ersten Ansatz gedacht. Die strukturierte Vorgehensweise führte zu einer deutlichen Funktionsverbesserung: Entwickeln mit erweitertem Horizont!

*"Methodisches Vorgehen für ganzheitliche Lösungen zum Wohle des Kunden und der Umwelt."*

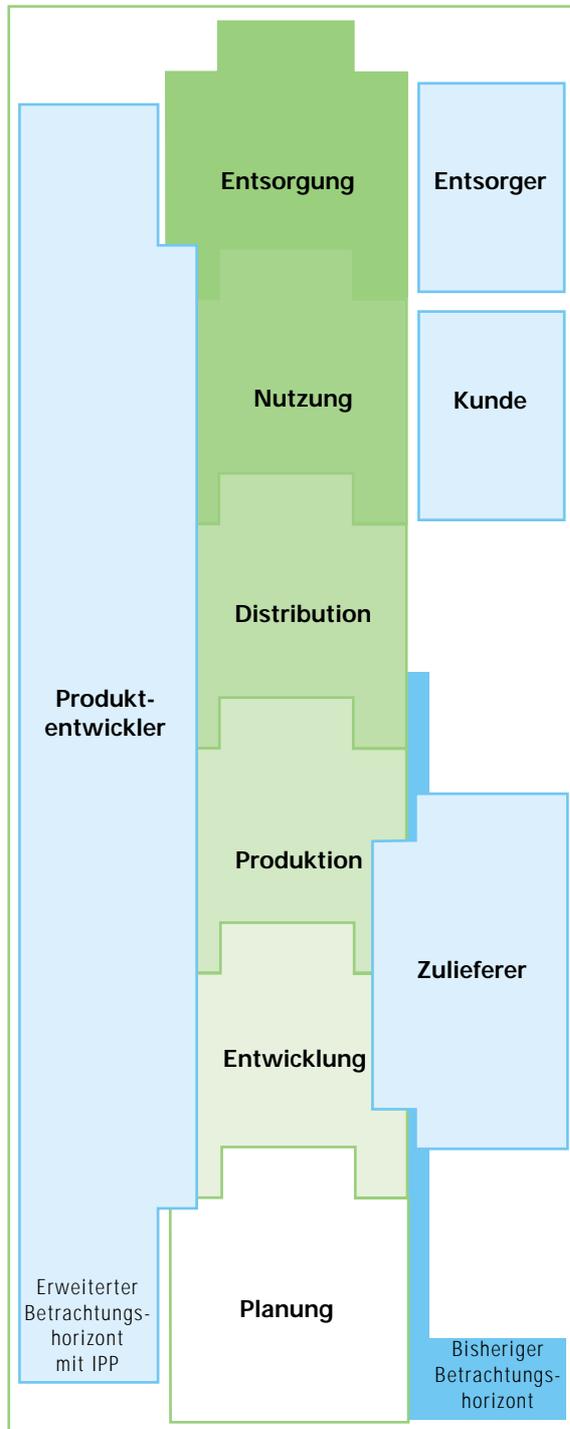


Jörg Blanke, Entwicklung  
Krones AG



# Die Grundlagen

## IPP in KMU



Erweiterter Betrachtungshorizont entlang des Lebensweges von Produkten durch IPP

### Produktlebenswegbetrachtung als Schlüssel zum Erfolg

IPP ist ein Ansatz, mit dessen Hilfe die ökologischen wie auch die ökonomischen Wechselwirkungen zwischen Produkt und Umfeld über den gesamten Lebensweg verbessert werden. Diese Betrachtung endet nicht an den Unternehmensgrenzen und verlangt daher verbesserte Kooperation und Kommunikation der am Lebensweg beteiligten Akteure. Mehr Informationen zu IPP erhalten Sie unter [www.ipp-bayern.de](http://www.ipp-bayern.de)

### IPP erweitert den Blick

Die Qualität und Kostenstruktur Ihrer Produkte haben Sie weitgehend im Griff. Aber kennen Sie auch die dahinter stehenden Stoff- und Energieflüsse und darüber hinaus die Leistungsfähigkeit und technischen Möglichkeiten Ihrer externen Partner entlang des Lebensweges Ihrer Produkte? Nutzen Sie IPP als Chance für Kooperationen und beschreiten Sie neue Entwicklungspfade. Der Aufbau intensiver Kommunikationsbeziehungen mag für Sie als KMU schwieriger als für ein Großunternehmen mit umfangreicheren Ressourcen sein. Andererseits können gerade Sie von den kurzen Informationswegen eines KMU profitieren und Informationen schnell aufgreifen.

#### Zulieferer

*"Natürlich erstellen wir Ihnen ein Angebot zu Ihrer Konstruktion. Aus Sicht unserer Fertigung wäre aber ein anderer Vorschlag wesentlich günstiger!"*

### Was hat IPP mit Kosten zu tun?

Kostenaspekte spielen bei IPP eine wesentliche Rolle. Aus der IPP-Betrachtung resultierende Einsparungen bei eingesetzten Stoffen und Energien zahlen sich in der Regel mehrfach aus: für Sie in Form von niedrigeren Herstellkosten, für Ihre Kunden durch verringerte Betriebs- und Entsorgungskosten. Nehmen Sie dies als Ansporn, über Produkt- oder Prozessänderungen nachzudenken. Stellen Sie sich einmal die Frage, was eigentlich auf den weiteren Stufen des Produktlebensweges nach Übergabe des Produkts an Ihre Kunden passiert und wie sich die Kostensituation dann darstellt.

#### Kunde

*"Verglichen mit der Konkurrenz bietet mir dieses Unternehmen mein gesuchtes Produkt zum gleichen Preis an. Aber bei diesem Angebot kommen geringere Betriebskosten auf mich zu!"*



### Potenziale im Produktlebenszyklus

Mit IPP wird der Lebensweg des Produktes klar und transparent. Dies eröffnet Ihnen die Möglichkeit, bisher verborgene Potenziale zu entdecken. Einfache Methoden und Werkzeuge (s. Kapitel Anwendung) helfen Ihnen dabei. Zusätzlich können Sie damit Schwachstellen bestehender Prozesse und deren Auswirkungen auf nachgelagerte Lebensphasen erkennen und Lösungsansätze gezielt auswählen. Als KMU haben Sie den Vorteil, Ihre Erkenntnisse durch schnelle Entscheidungen umsetzen zu können.

#### Beispiel

Bei der Knorr-Bremse SFS GmbH wurden bestehende Schwachstellen mit Hilfe der IPP-Methoden erkannt. Durch konstruktive Produktänderungen konnten bislang aus Sicht der Entwicklung scheinbar notwendige Nacharbeiten in der Fertigung entfallen.

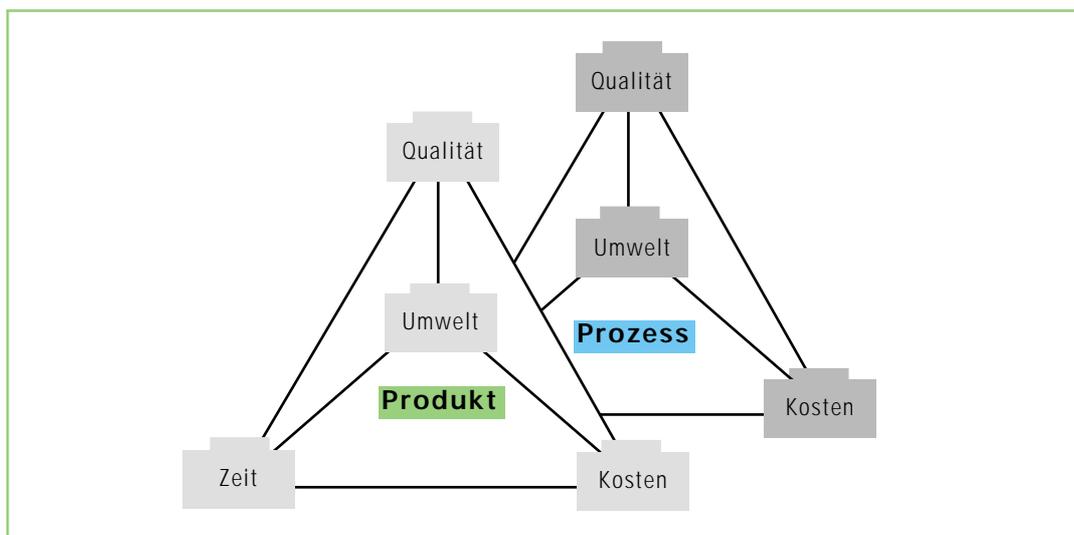
### Erfolge der IPP messen

Nach Analyse des Produktlebensweges haben Sie diejenigen Produkteigenschaften festgelegt, auf deren Verbesserung Sie sich nunmehr konzentrieren wollen, z.B. die Reduzierung des Energie- oder Materialverbrauchs. Der (angestrebte) Erfolg lässt sich durch den IPPsilon-Faktor (sprich: Y-Faktor) quantitativ messen und transparent darstellen. Dieser ist Ausdruck für den erreichten Fortschritt und steht somit für den Grad der Verbesserung der entwickelten Produkte oder Dienstleistungen gegenüber dem entsprechenden Referenzprodukt. Für die Berechnung wird je betrachteter Pro-

dukteigenschaft der entsprechende Wert der Messgröße des Referenzprodukts (z.B. Vorgängerprodukt, Prototyp) ins Verhältnis zu dem der neuen Lösung gesetzt.

### Verhältnis von IPP zu Ihrem Kerngeschäft

IPP soll an bestehende Vorgehensweisen in Ihrem Unternehmen anknüpfen und diese an geeigneten Stellen nachhaltig verbessern. Dabei sollen erprobte und allgemein akzeptierte Bausteine für eine durchgängige und integrierte Anwendung weiterentwickelt werden. Vielleicht ergibt sich daraus an einigen Stellen, dass eine Neustrukturierung Ihrer Unternehmensprozesse sinnvoll ist. Wie die Erfahrungen aus der Praxis der Macher unisono zeigen, übersteigt die dabei mögliche Effizienzsteigerung den Aufwand bei weitem und sichert Ihnen dauerhafte Wettbewerbsvorteile. Unbestritten hängt Ihre Marktsituation von optimierten Leistungserstellungsprozessen, Durchlaufzeiten, Kosten und der hohen Qualität Ihrer Produkte ab. Zum durchschlagenden Verkaufsargument und Differenzierungsmerkmal gegenüber anderen Angeboten am Markt werden aber zunehmend Produktsysteme, die hinsichtlich Handhabung bei Gebrauch und Nutzung, über ihre Folge-/Betriebskosten, bis hin zu einem sinnvollen Entsorgungskonzept überzeugen. Mit IPP und der damit einhergehenden Verbesserung sowohl der Umweltleistung Ihrer Produkte und Prozesse als auch der Akteursbeziehungen sind Sie auf dem richtigen Weg zu diesen höherwertigen Lösungen!



Wertsteigerung durch Umweltaspekte

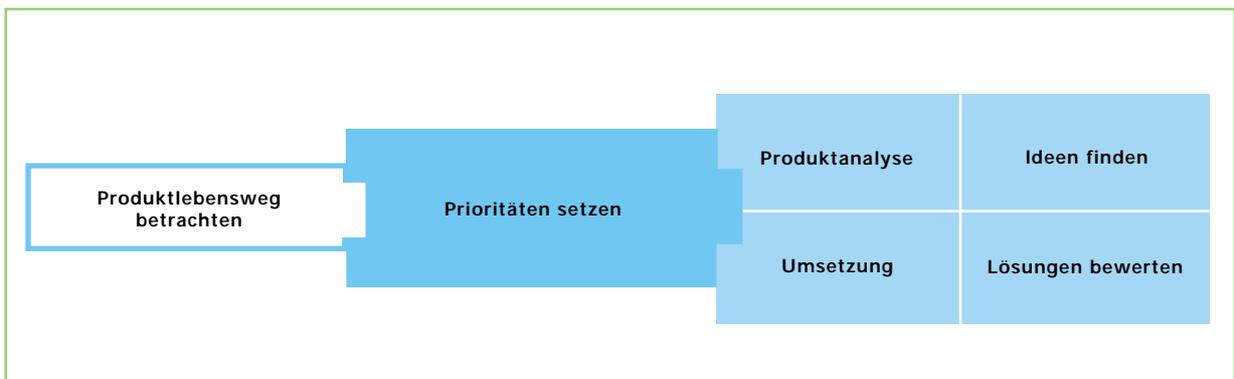


# Die Grundlagen

## IPP-Baukasten

Der IPP-Baukasten dient Ihnen als Orientierungshilfe bei der Anwendung von IPP. In den ersten beiden Bausteinen werden in einer zyklischen Bearbeitung der Produktlebensweg betrachtet und Prioritäten gesetzt. Auf der Grundlage dieser Grobanalyse wählen Sie mit dem dritten Baustein schließlich diejenigen Aktions-

felder aus, die Sie dann als einzelne Teilprojekte in weiteren Feinschritten systematisch bis hin zur Lösung bearbeiten. Der gesamte Baukasten wird in den folgenden Kapiteln näher beschrieben. Für alle Arbeitsschritte enthält er pragmatische Methoden.



IPP-Baukasten als roter Faden

## Methodengrundlagen

Der Produktentwicklungsprozess ist meist hoch komplex und gestaltet sich durch vielfältige Anforderungen sehr anspruchsvoll. Das menschliche Gehirn ist jedoch nur eingeschränkt fähig, vernetzte und komplexe Informationen zu verarbeiten. Skizzen, Checklisten oder andere Formen einer externen Speicherung können helfen, das Gehirn zu entlasten und die notwendigen Informationen zum richtigen Zeitpunkt zur Verfügung zu haben. Methoden dienen damit ganz allgemein dazu, mit Komplexität besser umgehen zu können, systematisch nach Lösungsvarianten zu suchen und Produkte insgesamt effektiv und effizient zu entwickeln.

In diesem Leitfaden finden Sie Methoden für die Berücksichtigung von IPP-Gesichtspunkten bei der prakti-

schen Entwicklungsarbeit, die alle in konkreten Entwicklungsprojekten bei den Pilotprojektpartnern eingesetzt worden sind. Beachten Sie: mit Methoden verhält es sich ähnlich wie mit Kochrezepten - es sind Vorschläge für die sinnvolle Abfolge bestimmter Tätigkeiten. Allerdings kann und sollte eine Methode immer flexibel eingesetzt werden, das heißt, wenn es erforderlich ist, auch variiert und an die jeweiligen Bedürfnisse angepasst werden.

Neben der Verbesserung der individuellen Fähigkeiten von Mitarbeitern können durch gezielten Methodeinsatz zur Förderung der kooperativen Zusammenarbeit zudem die Leistungsfähigkeit und Arbeitsergebnisse von Teams gesteigert werden.



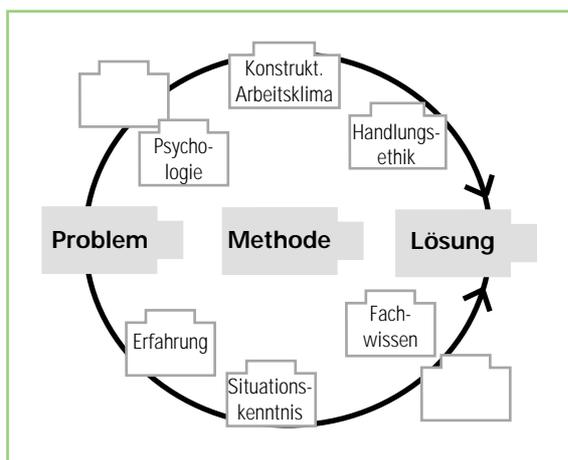
## Methodengrundlagen

### Tipp

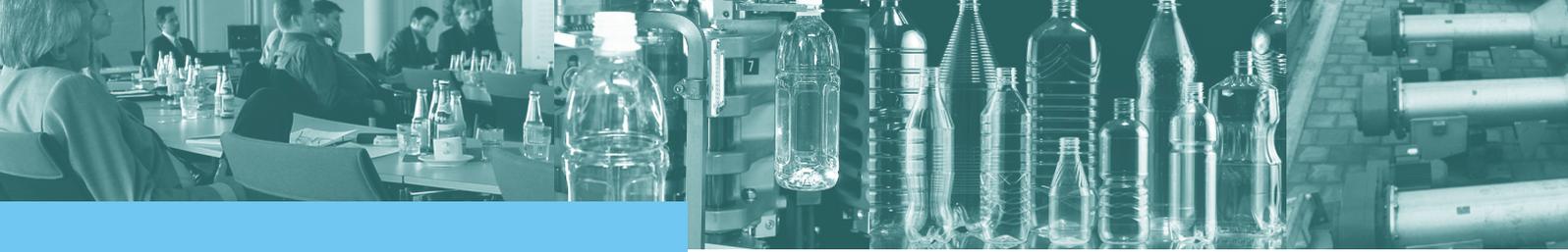
In den weiteren Kapiteln dieses Leitfadens werden an mehreren Stellen Methoden zur Unterstützung für IPP-gerechtes Handeln vorgestellt. Am Ende des Leitfadens finden Sie eine detaillierte Übersicht, an welcher Stelle des IPP-Baukastens welche der vorgestellten Methoden zum Ziel führt. Eine Darstellung der Methoden und ausführliche Hinweise zu ihrem Einsatz finden Sie unter [www.ipp-bayern.de/loesungen](http://www.ipp-bayern.de/loesungen). Dort können Sie die Methodenblätter einzeln einsehen und zur Verwendung in Ihrer praktischen Entwicklungsarbeit auch ausdrucken.

### Beispiel

Oft wird methodisch vorgegangen, obwohl man sich dessen gar nicht bewusst ist. Schreiben Sie einen Einkaufszettel, wenn Sie in den Supermarkt gehen? Dann erstellen Sie dabei nichts anderes als eine Checkliste! Oder vergleichen Sie systematisch Fahrzeuge beim Neuwagenkauf? Erlernte Methoden können sich bald zur persönlichen Routinetätigkeit entwickeln, sobald man sie in einigen Situationen angewendet hat.

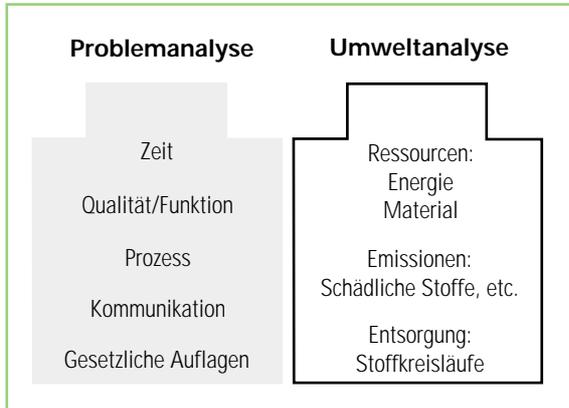


Methoden als eine Komponente des Problemlösens



# Die Anwendung

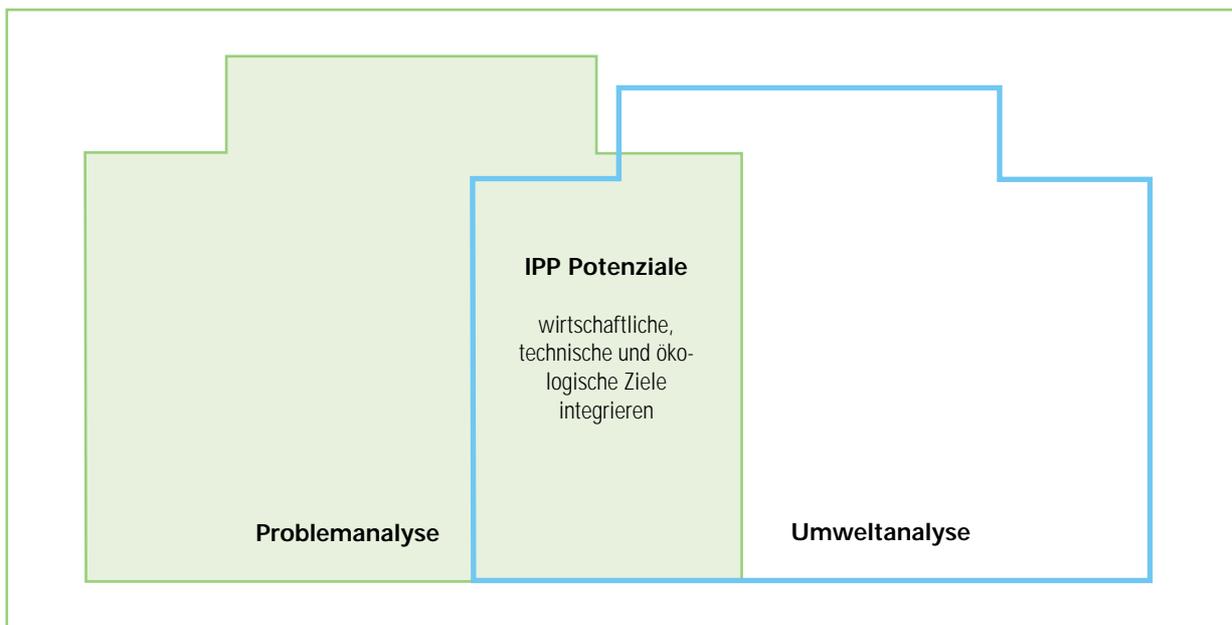
## Womit beginne ich?



Betrachtung des Produktlebensweges mit der Problem- und Umweltanalyse

Im ersten Schritt betrachten Sie den Produktlebensweg. Mit der *Problemanalyse* werden die bestimmenden Faktoren des ausgewählten Produktsystems erfasst und transparent gemacht. Mit diesem Überblick über die Anforderungen an Funktionen und Eigenschaften haben Sie die Grundlage für die weiteren Arbeiten gelegt. Neben diesen produktbezogenen Parametern sollten Sie Ihr Augenmerk auch auf die Schnittstellen zwischen einzelnen Unternehmensbereichen bzw. zu externen Partnern legen. Eine Fragestellung könnte hier beispielsweise lauten: "Wie kann die Abstimmung zwischen Entwicklung und Vertrieb verbessert werden?".

Ergänzend zur Problemanalyse befasst sich die *Umweltanalyse* mit den umwelt- und ggf. gesellschaftlich relevanten Auswirkungen – und damit dem Kernstück von IPP - des Produkts entlang des Lebensweges. Mit einer schnell erstellten Auflistung der entsprechenden Produktgrößen, z.B. der eingesetzten Materialarten und -mengen, erhalten Sie schon einmal eine erste Einschätzung über den Beitrag der einzelnen Lebenswegphasen zu den Gesamtauswirkungen. Dies erleichtert es Ihnen, Verbesserungspotenziale in den Lebensphasen zu erkennen, und später Entwicklungsschwerpunkte zu setzen.



Integrierte Problem- und Umweltanalyse entlang des Produktlebensweges



## Wie setze ich Prioritäten?

In diesem Schritt werden Lösungsansätze ausgewählt und die Entscheidung für den Start von Umsetzungsprojekten getroffen.

Mit der Lebenswegbetrachtung haben Sie eine solide Datengrundlage geschaffen und können den konkreten Handlungsbedarf festlegen. Dazu suchen Sie entsprechend der Ergebnisse der Problem- und Umweltanalyse die Handlungsfelder und Kernbereiche mit dem größten gemeinsamen Verbesserungspotenzial. Da Sie nicht alle zugleich bearbeiten können, erhalten diejenigen mit der höchsten Dringlichkeit bzw. dem größten Potenzial oberste Priorität.

## Womit beginne ich?

### Methode

Das Tool **Produkt-Lebenslauf-Matrix** unterstützt Sie bei der Problem- und Umweltanalyse und der Priorisierung der erfassten Probleme. Vom Aufwand her praktikable Methoden speziell zur Ermittlung umweltrelevanter Auswirkungen eines Produktes sind z.B. auch Eco-Indicator, MIPS oder KEA.

### Tipp

Führen Sie die Analysen zunächst in einer internen Runde mit den relevanten Unternehmensbereichen (z.B. Entwicklung, Produktion, Service, Controlling, Vertrieb/Außendienst) durch, um Sensibilität für diese Fragestellungen aufzubauen. Dann integrieren Sie Ihre externen Partner und erweitern so den Betrachtungshorizont.

### Beispiel

Bislang erhielten Zulieferer der Knorr-Bremse nur Konstruktion und Teilespezifikation. Im IPP-Projekt dagegen flossen in Arbeitssitzungen die Erfahrung in der Fertigungstechnologie und Materialkenntnisse der Zulieferer schon während der Entwicklung mit in die Konstruktion ein. Das Ergebnis: ein optimiertes Produkt mit wesentlich leichter Handhabung für den Zulieferer und erheblicher Kostenersparnis für Knorr-Bremse.

## Wie setze ich Prioritäten?

### Methode

Nutzen Sie auch hier die **Produkt-Lebenslauf-Matrix** oder die **Funktionsanalyse nach TRIZ**. Eine **ABC-Analyse** hilft Ihnen, die Priorität von Aufgaben bei gegebenen qualitativen und quantitativen Randbedingungen systematisch zu ermitteln und festzulegen.

### Tipp

Vollständigkeit ist kein Muss. Erledigen Sie die wichtigsten Dinge. Das führt zu Erfolgen und Motivation!

### Beispiel

Die **Funktionsanalyse nach TRIZ** wurde in mehreren unserer Industrieprojekte angewandt. Vor allem der strukturierte Erfahrungs- und Wissensaustausch, z.B. zwischen Entwicklung, Produktion, Montage, Vertrieb und Kunden-Service, führte zu großen Verbesserungen. Einer der Geschäftsführer zeigte sich begeistert vom offenen und konstruktiven Informationsfluss der Abteilungen untereinander: "Ich wusste gar nicht, dass wir das bislang nicht getan haben!"



# Die Anwendung

## Wie erkenne ich Potenzial bei meinen Produkten?

Nachdem Sie die Potenziale und Lösungsansätze mittels der ersten beiden Bausteine erkannt haben, gilt es nun, die Potenziale in Umsetzungsprojekten weiterzuverfolgen. Auf Detailebene werden dazu konkrete Baugruppen oder Bauteile vertieft analysiert, verbessert bzw. neue Lösungen entwickelt.

Der Entwickler kennt in der Regel die konstruktiven Eigenschaften des Produktes. Zu wirklich durchschlagenden Verbesserungen und Innovationen kommt es aber

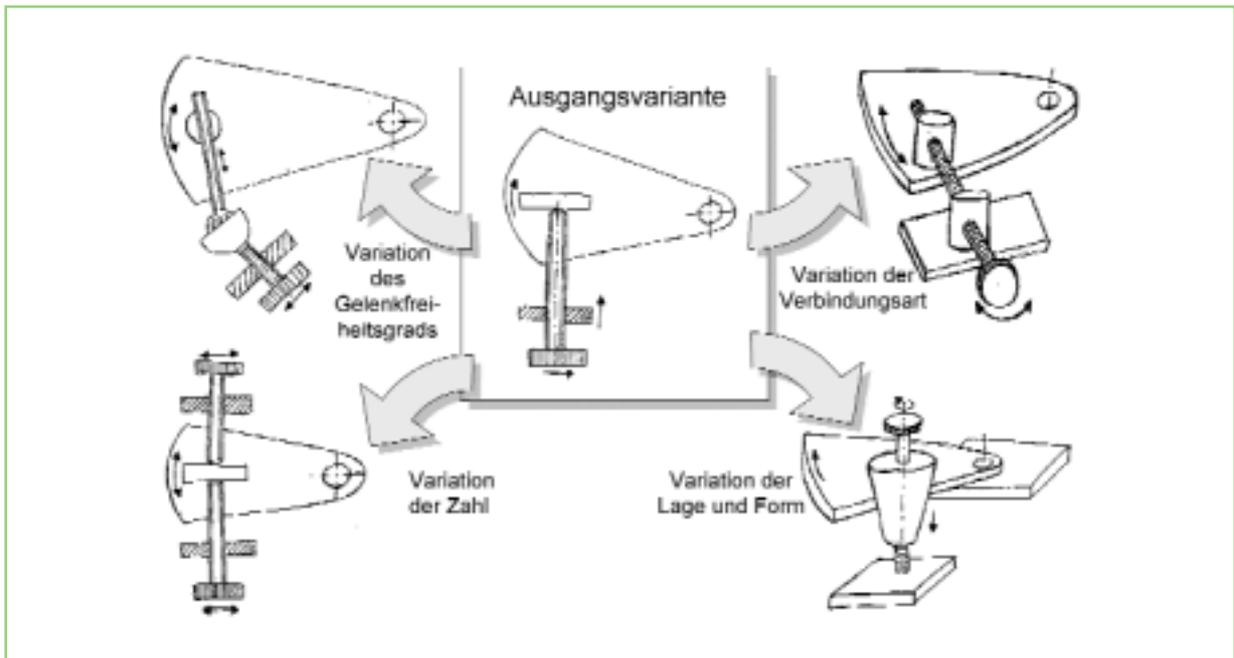
häufig dann, wenn die Wechselwirkungen z.B. mit der Fertigungseinrichtung, der Montage oder aber auch Schwierigkeiten beim Service in die Überlegungen mit einbezogen werden. Hier werden Probleme oft aus einer völlig neuen Perspektive beleuchtet. Lösungen wirken sich dann auch positiv auf die primär gewünschten Produkteigenschaften aus. Für die Visualisierung und den Umgang mit komplexen Zusammenhängen gibt es verschiedene Hilfsmittel, die sich in der praktischen Entwicklungsarbeit bewährt haben.

## Wie kann ich neue Ideen entwickeln?

Um das definierte und analysierte Problem zu beheben, bedarf es möglicherweise ganz neuer Ideen. Es geht also darum, die optimale Lösung zu entwickeln. Dabei ist die erste gefundene Lösung nicht unbedingt die beste.

Entwickler sollten in jedem Fall prüfen, ob andere Lösungen in Frage kommen könnten. Dabei geht es nicht darum, möglichst viele Lösungen zu entwickeln, son-

dern gute Alternativen zu erschließen (siehe Grafik Alternative Lösungen eines Schwenktisches). Auch an dieser Stelle sollten Sie die Wissensträger in Ihrem Unternehmen in die Lösungssuche einbinden. Sie profitieren nicht nur davon, dass "vier Augen mehr sehen als zwei". Die unterschiedliche Sicht auf das Problem durch Mitarbeiter aus verschiedenen Unternehmensbereichen bestärkt Sie auch, Ihr Konzept in vielerlei Hinsicht auf den Prüfstand zu stellen.



Alternative Lösungen eines Schwenktisches



Möglicherweise stehen Ihnen aber die Kapazitäten nicht zur Verfügung. Ressourcenknappheit bei den Mitarbeitern lässt keine Zeit für Teamsitzungen. Unter Umständen brauchen Sie schnell eine Lösung und können nicht einen Termin abwarten, an dem alle Teilnehmer Ihres "Wunschteams" Zeit haben. Dann ermöglichen die Methodenblätter die Weiterentwicklung Ihrer persönlichen Kompetenzen.

## Wie erkenne ich Potenzial bei meinen Produkten?

### Methode

Zur Klärung und zum Wissensaustausch sind Besprechungen unerlässlich. Mit **Moderationstechniken** gestalten Sie Besprechungen ergebnisorientiert und effektiv. Die **Funktionsanalyse nach TRIZ** löst vermeintliche Zielkonflikte zwischen gewünschten Funktionen und unerwünschten Nebenwirkungen von Funktionen. Die **ablauforientierte Funktionsstruktur** unterstützt Sie in der Betrachtung der Energie- und Materialflüsse. Die Anwendung des Methodenblattes **Black-Box-Denken** bewahrt den Blick auf den ursprünglichen Kern des Problems und strukturiert die Diskussion.

### Tipp

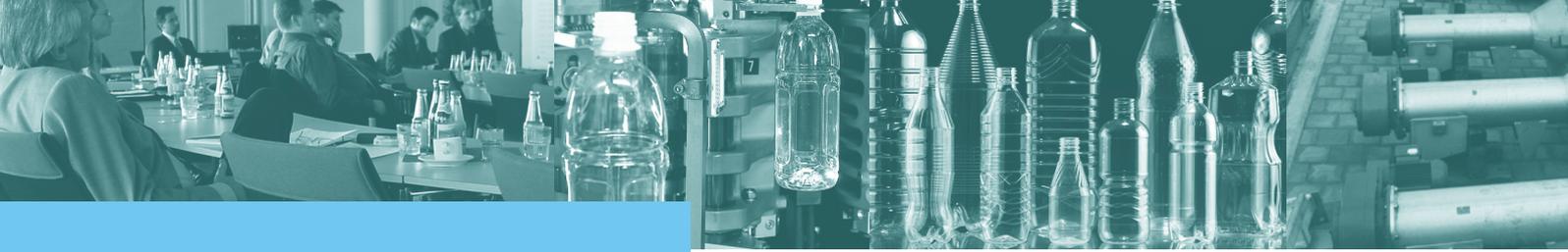
Die Motivation für ein IPP-Umsetzungsprojekt ist ökologischer, wirtschaftlicher oder technischer Art. Wichtig ist die Informationsbeschaffung, die aus unterschiedlichen Quellen erfolgt. Dies sind Dokumente, CAD-Daten oder evtl. schon bestehende Hardware. Die Kostenzusammensetzung Ihres Produktes gibt darüber hinaus wesentlichen Aufschluss über das Potenzial. Nutzen Sie außerdem den größten Wissensspeicher Ihres Unternehmens: Ihre Mitarbeiter aus den verschiedenen Abteilungen.

## Wie kann ich neue Ideen entwickeln?

### Methode

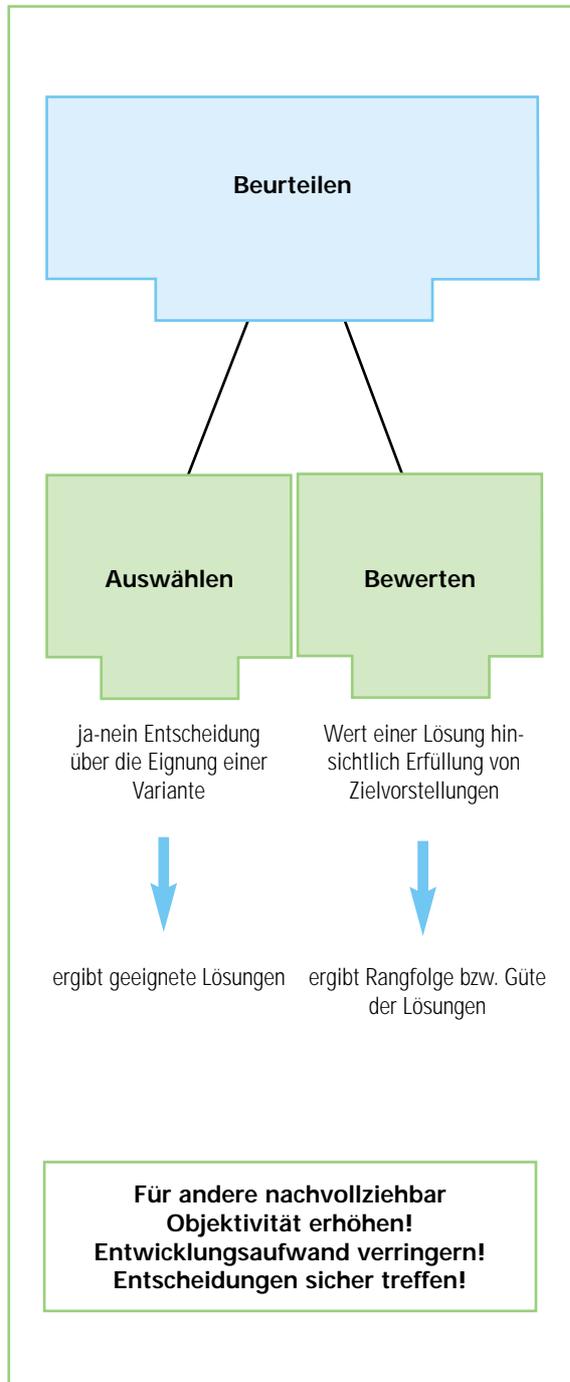
Zur kreativen Lösungssuche seien an dieser Stelle neben dem bekannten **Brainstorming** die Methodenvarianten **6-3-5** und **Galeriemethode** erwähnt. Ihre eigenen Fähigkeiten können Sie mit Variationsmethoden verbessern und damit zur Lösung eines Problems momentan unbewusste Ideen ins Gedächtnis rufen.

Die Dokumentation von Lösungsideen mit **Ideenblättern** ist eine äußerst effiziente Maßnahme, einmal erarbeitete Lösungsideen auch für andere Projekte nutzbar zu machen. Das Rad muss nicht in jedem Projekt neu erfunden werden: Ziehen Sie Ihre Lösungsideen bei der nächsten Problemstellung wieder hervor. Der **Morphologische Kasten** bietet Ihnen eine sehr anschauliche Darstellung Ihrer gefundenen Teillösungen, die Sie zu einem optimalen Gesamtkonzept kombinieren können.



# Die Anwendung

## Wie treffe ich tragfähige Entscheidungen?



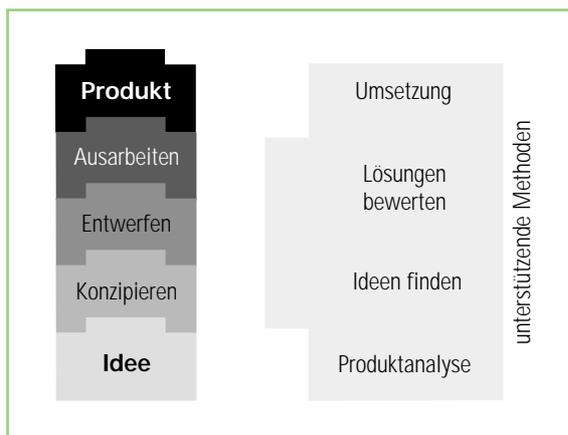
Sie befinden sich in der Situation, mehrere Erfolg versprechende Konzepte oder Lösungsalternativen entwickelt zu haben. Nun müssen Sie sich aber für einen Lösungsweg entscheiden. Eventuell existieren unterschiedliche Ansichten unter Ihren Kollegen, welches das qualitativ beste Konzept ist. Durch eine strukturierte Bewertung schaffen Sie eine dokumentierte und objektive Entscheidungsgrundlage zur Lösungsauswahl.

Unterschied zwischen Auswahl und Bewertung



## Wie setze ich Lösungen um?

Auch die beste Idee führt erst dann zu umweltrelevanten Verbesserungen und Einsparungen, wenn sie tatsächlich umgesetzt wird. Im letzten Schritt gilt es daher, Konzepte durch reale Produkte zu konkretisieren. Um auch bei der Umsetzung strukturiert vorzugehen, kann wiederum die im IPP-Baukasten beschriebene Vorgehensweise eines IPP-Umsetzungsprojektes durchlaufen werden: für Fragestellungen in der konstruktiven Ausgestaltung müssen ebenfalls das Produkt analysiert, Ideen gefunden und Lösungen bewertet werden.



Anwendung des IPP-Baukastens bei der Umsetzung

## Wie treffe ich tragfähige Entscheidungen?

### Methode

Bewertungsmethoden für relativ überschaubare und schnelle Entscheidungen sind z.B. **Punktbewertung**, **Auswahlliste** oder der **paarweise Vergleich**. Haben Sie eine Entscheidung über einen komplexen Sachverhalt zu treffen, kann die **Nutzwertanalyse** zu einem fundierteren Ergebnis beitragen. Eine übersichtliche Gegenüberstellung der alternativen Lösungen in grafischer Darstellung bietet das **Portfolio**. Schließlich können Sie Ihre Entscheidung auch mit Hilfe der Methode **FMEA** absichern und mögliche Fehler vermeiden.

### Tipp

Voraussetzung für ein gutes Bewertungsergebnis ist, dass die Bewertung nicht nur unter einzelnen Gesichtspunkten, sondern so umfassend erfolgt, wie es die jeweilige Konkretisierung zulässt. Die zu bewertenden Lösungen sollten möglichst den gleichen Konkretisierungsstand (Projektstand) aufweisen, das heißt, es sollte der gleiche Informationsstand über die Konzepte vorhanden sein. Falls dies nicht möglich ist, weil zum Beispiel eine neue konzeptionelle Idee mit einem bereits existierenden Produkt verglichen wird, so muss dieser Unterschied bei der Entscheidungsfindung auf jeden Fall berücksichtigt werden.

## Wie setze ich Lösungen um?

### Methode

Zielführend ist, auch hier die bereits erwähnten Methoden zu verwenden. Darüber hinaus wird Ihre abgeschlossene Konstruktion mit Hilfe der **FMEA** (diesmal auf die Konstruktion bezogen) auf Herz und Nieren hinterfragt, um späte Produktänderungen zu vermeiden.

### Tipp

Unter [www.pe.mw.tu-muenchen.de/recyclingleitfaden](http://www.pe.mw.tu-muenchen.de/recyclingleitfaden) finden Sie weitere Informationen für die recyclinggerechte Produktkonstruktion.



## Die Fallstudien

### Hans Huber AG



*Die folgenden drei Fallbeispiele zeigen, wie das IPP-Vorgehen in konkreten Einzelentwicklungen angewendet und welche Ergebnisse erreicht wurden.*

Die mittelständische Hans Huber AG aus Berching in der Oberpfalz stellt Maschinen zur Abwasser-, Schlamm- und Trinkwasserbehandlung her und ist weltweit tätig.

#### **Ausgangssituation**

In Kooperation zwischen der Hans Huber AG und der TU München wurde das IPP-Konzept auf verschiedene Produktentwicklungen angewandt, unter anderem auch die Überarbeitung einer Schneckenpresse zur Klärschlammbehandlung.

Bei der bestehenden Konstruktion wird der zu entwässernde Schlamm in den Flockungsreaktor gefördert. Durch die Zugabe von Flockungshilfsmitteln werden Schlammflocken gebildet. Mit Hilfe der drehenden Schnecke wird der Schlamm in Richtung des Austrages gefördert, komprimiert und dabei entwässert.

#### **Anwendung des IPP-Baukastens**

Durch die Lebenswegbetrachtung wurden die Phasen der Fertigung, Nutzung und Entsorgung als diejenigen mit dem größten IPP-Verbesserungspotenzial identifiziert. Der Fokus der Optimierungen richtete sich damit auf die:

- Verringerung des Betriebsstoffverbrauchs
- Erhöhung der Entwässerungsleistung
- Minimierung der zu entsorgenden Klärschlammmenge
- Senkung des Materialverbrauchs
- Verbesserung der Bedienbarkeit
- Reduzierung der Verschleißteile

Mittels der Funktionsanalyse nach TRIZ wurde das Wirkprinzip der bisherigen Schneckenpresse abgebildet. Das Entwicklungsteam konnte damit sehr schnell Schwachstellen identifizieren und alternative Lösungen erarbeiten. Die Ergebnisse der Ideenfindung wurden durch Ideenblätter strukturiert dokumentiert. Dadurch können sie in weiteren Projekten zur Lösungssuche herangezogen werden. Die FMEA erlaubt es, mögliche Schwachpunkte bei den Produkten frühzeitig zu erkennen und erspart einen später eventuell notwendigen, hohen Änderungsaufwand. Mit diesen wenigen, ausgewählten Methoden konnte die Hans Huber AG den Entwicklungsprozess also bereits im ersten IPP-Projekt wesentlich verbessern. Angestoßen durch die erfolgreiche Umsetzung dieses IPP-Beispiels werden seither bei allen Produktentwicklungen der Hans Huber AG die genannten Methoden eingesetzt.



### Ergebnisse

Die aufgedeckten Verbesserungsmöglichkeiten führten zu einem grundlegend neuen Konstruktionskonzept für eine Schneckenpresse. Die Effizienzsteigerung gegenüber dem bisherigen Konzept ist anhand der IPPsilon-Faktoren (Definition siehe Seite 9) ersichtlich:

#### Lebensphase: Herstellung, Fertigung

- Materialverbrauch (IPPsilon-Faktor): 1,5  
damit verbundene Kosteneinsparung: 3.000 €

#### Lebensphase: Gebrauch, Nutzung

- Flockungsmittelaufsatz (IPPsilon-Faktor): 1,3  
damit verbundene Kosteneinsparung über Maschinenlebensdauer: 35.000 €

- Zu entsorgendes Klärschlammvolumen (IPPsilon-Faktor): 1,3  
damit verbundene Kraftstoffeinsparung beim Abtransport des Schlammes per LKW: 7.500 l

#### Lebensphase: Entsorgung

- Verschleißteilaufkommen, z.B. Bürstenreinigung (IPPsilon-Faktor): 2



Ansicht der neuen nach IPP-Prinzipien entwickelten Schneckenpresse

## Ansprechpartner

Hans Huber AG  
Dr.-Ing. Oliver Christ  
Tel.: 08462/201-730  
e-mail: [oliver.christ@huber.de](mailto:oliver.christ@huber.de)  
Internet: [www.huber.de](http://www.huber.de)

TU München, Lehrstuhl für Produktentwicklung  
Dipl.-Ing. Philipp Hutterer  
Tel.: 089/289-15136  
e-mail: [hutterer@pe.mw.tum.de](mailto:hutterer@pe.mw.tum.de)  
Internet: [www.pe.mw.tum.de](http://www.pe.mw.tum.de)



## Die Fallstudien

### KNORR-BREMSE Sfs GmbH



Die Knorr-Bremse Systeme für Schienenfahrzeuge GmbH ist Teil des Knorr-Bremse Konzerns mit Sitz in München. Sie ist weltweit auf den Geschäftsfeldern Bremssysteme und On-Board-Technik für Schienenfahrzeuge tätig.

#### **Ausgangssituation**

Die Bremssteuerung von Zügen erfolgte bei dem bisher angewandten Konzept durch eine Vielzahl von separat angeordneten Baugruppen. Dadurch musste bei Ausfall einer dieser Baugruppen die Lokomotive im Werk repariert werden. Das Entwicklungsteam der Knorr-Bremse Sfs GmbH befasste sich im Rahmen des Projektes mit der Optimierung des Modularen Bremssteuerungssystems MBS für Lokomotiven. Dadurch wird die Verfügbarkeit von Lokomotiven durch reduzierte Standzeiten erhöht.

#### **Anwendung des IPP-Baukastens**

Durch die Lebenswegbetrachtung wurden die Phasen der Entwicklung, Fertigung, Montage und Prüfung als diejenigen mit dem größten IPP-Verbesserungspotenzial erkannt. Vor allem die Senkung der Teilezahl und -vielfalt sowie die Reduzierung des Fertigungsaufwands wurden als Entwicklungspunkte identifiziert.

In den einzelnen IPP-Umsetzungsprojekten wurde die systematische Festlegung der Anforderungen an das Produkt verbessert. Durch strukturiertes Sammeln der zu erfüllenden Anforderungen wurden Widersprüche frühzeitig erkannt und geklärt.

Das Team deckte anhand der Funktionsanalyse nach TRIZ die Schwachstellen des aktuellen Produktkonzeptes auf, wobei zur Lösungssuche geeignete Kreativitätstechniken zum Einsatz kamen. Eine gezielte Betrachtung verschiedener Lösungsalternativen war äußerst hilfreich, um gesicherte Entscheidungen treffen zu können. Hierfür ist es notwendig, zunächst unrealistisch erscheinende Ideen weiter zu verfolgen und zu konkretisieren.

Die Teamarbeit hatte wesentlichen Einfluss auf den Informationsfluss in den Entwicklungsabteilungen und sorgte für verbesserte Kommunikationswege. Die Zusammenarbeit mit externen Lieferanten wurde intensiviert. Das Fertigungs- und Montage-Know-how von Bauteillieferanten wurde in kooperativer Entwicklungstätigkeit sehr effektiv eingebunden.



Einbausituation der Bremssteuerung in einem Schienenfahrzeug

### Ergebnisse

Durch die neuartige, mechatronische Komponentenanzuordnung zu Funktionseinheiten ergeben sich wesentliche Vorteile für Betreiber, Kunde und Hersteller. Die Austauschbarkeit der Funktionseinheiten verkürzt die Reparaturdauer deutlich.

Die Effizienzsteigerung gegenüber der bisherigen Lösung lässt sich anhand der IPPsilon-Faktoren (Definition siehe Seite 9) am Beispiel ausgewählter Baugruppen wie folgt verdeutlichen:

#### Trägergerüst der Funktionseinheiten (IPPsilon-Faktoren):

- Teilezahl: 5
- Gewicht: 1,6
- Herstellkosten: 2,9

#### Schaltschrank (IPPsilon-Faktoren):

- Teilezahl: 10
- Gewicht: 1,2
- Herstellkosten: 2,5

Das im Projekt gewählte Vorgehen konnte als Standard auf weitere Projekte übertragen und so eine Multiplikatorwirkung erzielt werden. Dies gilt auch für die entwickelten Lösungskonzepte.

## Ansprechpartner

KNORR-BREMSE Systeme für Schienenfahrzeuge GmbH  
 Dr.-Ing. Gert Aßmann  
 Tel.: 089/3547-1385  
 e-mail: gert.assmann@knorr-bremse.com  
 Internet: [www.knorr-bremse.com](http://www.knorr-bremse.com)

TU München, Lehrstuhl für Produktentwicklung  
 Dipl.-Ing. Thomas Heßling  
 Tel.: 089/289-15132  
 e-mail: hessling@pe.mw.tum.de

Dipl.-Ing. Philipp Hutterer  
 Tel.: 089/289-15136  
 e-mail: hutterer@pe.mw.tum.de  
 Internet: [www.pe.mw.tum.de](http://www.pe.mw.tum.de)



# Die Fallstudien

## Krones AG

Die Krones AG mit Sitz in Neutraubling projiziert und installiert komplette Abfüll- und Verpackungslinien und stellt dafür alle Maschinen und Einrichtungen her.

### Ausgangssituation

In der Zusammenarbeit zwischen der Krones AG und der TU München wurde das Recycling von PET-Flaschen für die Herstellung neuer Getränkeverpackungen betrachtet. Im Vorhaben stand hierfür die Neuentwicklung eines PET-Flake-Wäschers im Mittelpunkt. Dieser dient im Gesamt-Recyclingprozess dazu, die PET-Flakes chemisch und mechanisch zu reinigen. Dabei sind besonders die Leime der Flaschenetiketten zu entfernen, die sonst den nachfolgenden Recyclingprozess gefährden.

### Anwendung des IPP-Baukastens

Bei der Analyse des Lebensweges wurden für den PET-Flake Wäscher eine Vielzahl verschiedener Potenziale für Innovationen und Optimierungen gefunden. Diese wirken sich zum größten Teil positiv auf die Nutzungsphase aus, einzelne betreffen aber auch die Fertigung und die zukünftige Entsorgung der Anlage. Als Ziel für die Entwicklung wurde die zuverlässige und optimale Funktionserfüllung bei minimalem Energie- und Betriebsmitteleinsatz definiert.

Durch eine FMEA wurden, aufbauend auf eine bereits bestehende Grundkonzeption, die Produktqualität des PET-Flake Wäschers erheblich verbessert und die Energieverluste, die Anzahl der Teile sowie der Materialmix reduziert.

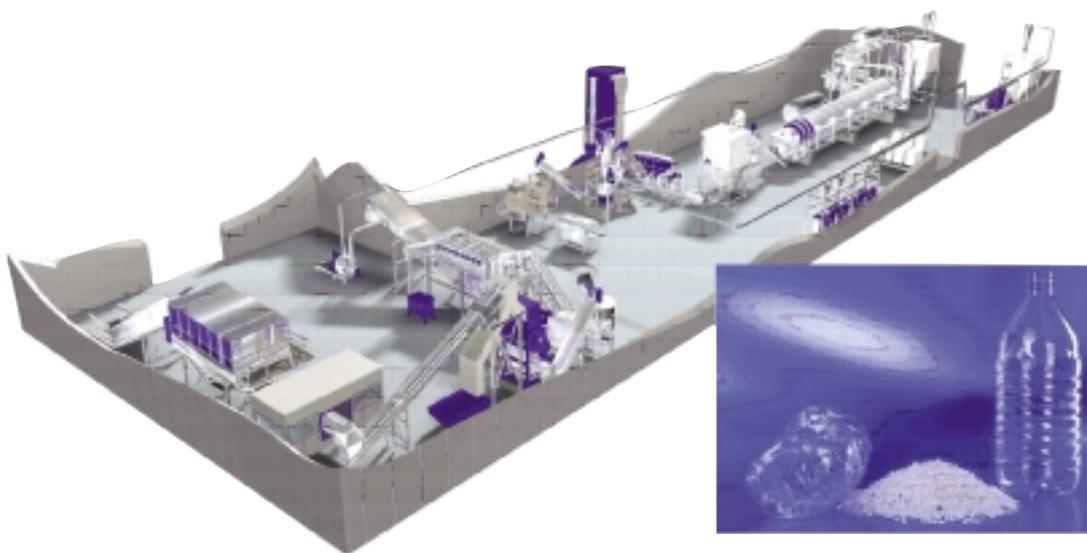
Ermutigt durch diese Ergebnisse wurde in einem zweiten Projektabschnitt ein umfassendes Redesign dieses PET-Flake-Wäschers vorgenommen. Dazu wurden die Methoden der Funktionsanalyse nach TRIZ, der ablauforientierten Funktionsstruktur sowie die Black-Box Methode angewandt. Dadurch gelang es, das Produkt auf die wesentlichen Funktionen zu reduzieren und einige Nachteile schon in den frühen Entwicklungsphasen zu vermeiden. Mit der IPP-gerechten Erweiterung der Systemgrenzen unter Einbeziehung der im PET-Recyclingprozess vor- und nachgelagerten Maschinen wurden weitere Einsparpotenziale aufgedeckt. Die Anwendung der Methode der systematischen Variation und des Morphologischen Kastens unterstützte die Entwicklung eines neuartigen Konzeptes mit einer optimalen Abstimmung der einzelnen Teillösungen.

### Ergebnisse

Zahlreiche Ideen wurden in dem grundlegend neuen PET-Flake-Wäscher umgesetzt. Die erzielte Effizienzsteigerung ist im Vergleich zur ersten Konstruktion anhand der IPPsilon-Faktoren (Definition siehe Seite 9) ersichtlich:

Lebensphase Herstellung, Fertigung  
(IPPsilon-Faktoren):

- benötigter Bauraum:	3
- Grundflächenbedarf:	1,4
- Herstellkosten:	1,6
- Materialeinsatz:	2



Anlage für das PET-Recycling von Flasche zu Flasche



Lebensphase Gebrauch, Nutzung (IPPsilon-Faktoren):

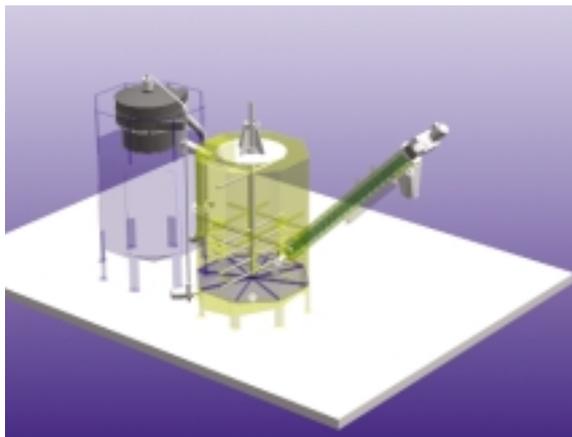
- Energieverbrauch: 1,4
- Betriebsmittel: 6,2
- Betriebskosten: 2,2

Lebensphase Entsorgung

- Einfache und sortenreine Trennung



Konstruktionsstand zu Beginn des Projekts



Neuer Entwurf mit IPP

## Ansprechpartner

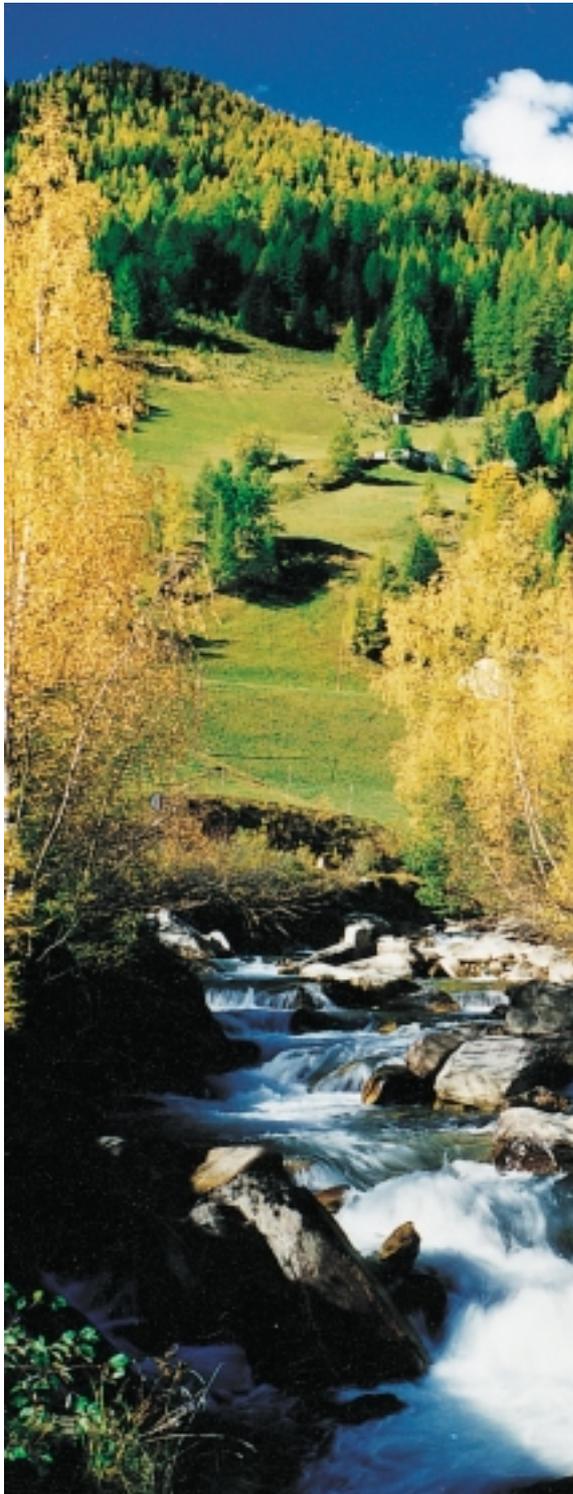
Krones AG  
 Dr.-Ing. Thomas Friedlaender  
 Tel.: 09401/70-2751  
 e-mail: [friedlaender.thomas@krones.de](mailto:friedlaender.thomas@krones.de)  
 Internet: [www.krones.de](http://www.krones.de)

TU München, Lehrstuhl für Produktentwicklung  
 Dipl.-Ing. Thomas Heßling  
 Tel.: 089/289-15132  
 e-mail: [hessling@pe.mw.tum.de](mailto:hessling@pe.mw.tum.de)  
 Internet: [www.pe.mw.tum.de](http://www.pe.mw.tum.de)



## Der erste Schritt

### Worauf sollte ich bei der IPP-Einführung achten?



#### **... wenn ich ein Unternehmen führe**

Zunächst sollten Sie sich Informationen beschaffen. Den ersten Schritt haben Sie schon getan: dieser Leitfaden gibt Ihnen einen Einblick in das Konzept, den Nutzen und die Umsetzung von IPP. Haben Sie IPP als Chance für Ihr Unternehmen erkannt, so kommt es zunächst entscheidend auf Sie an. Denn ohne den Geist "von oben" sind neue Denkansätze schwer umzusetzen. Geben Sie die Information an die Verantwortlichen und Fachleute Ihres Unternehmens weiter und fördern Sie ein IPP-gerechtes Vorgehen.

#### **... wenn ich Projekte leite**

Gerade weil IPP eingespielte Vorgehensweisen auf den Prüfstand stellt, sollten Sie Ihr erstes IPP-Projekt sehr sorgfältig auswählen. Ziehen Sie hierzu ein überschaubares und nicht gerade das anspruchsvollste Projekt heran. Greifbare und schnelle Erfolge sind für die Motivation der Mitarbeiter von entscheidender Bedeutung und fördern die weitere Umsetzung und die Akzeptanz des IPP-Konzepts. Der Erfolg im Kleinen kann "den Stein ins Rollen bringen" und als Initialzündung in Ihrem Unternehmen wirken. Binden Sie dabei im ersten Anlauf gezielt Mitarbeiter mit Methodenkenntnis ein. Eventuell bietet sich darüber hinaus die Möglichkeit, für Ihre Mitarbeiter Unterstützung in Form von Schulungen oder externem Coaching anzubieten.

#### **... wenn ich Produkte entwickle**

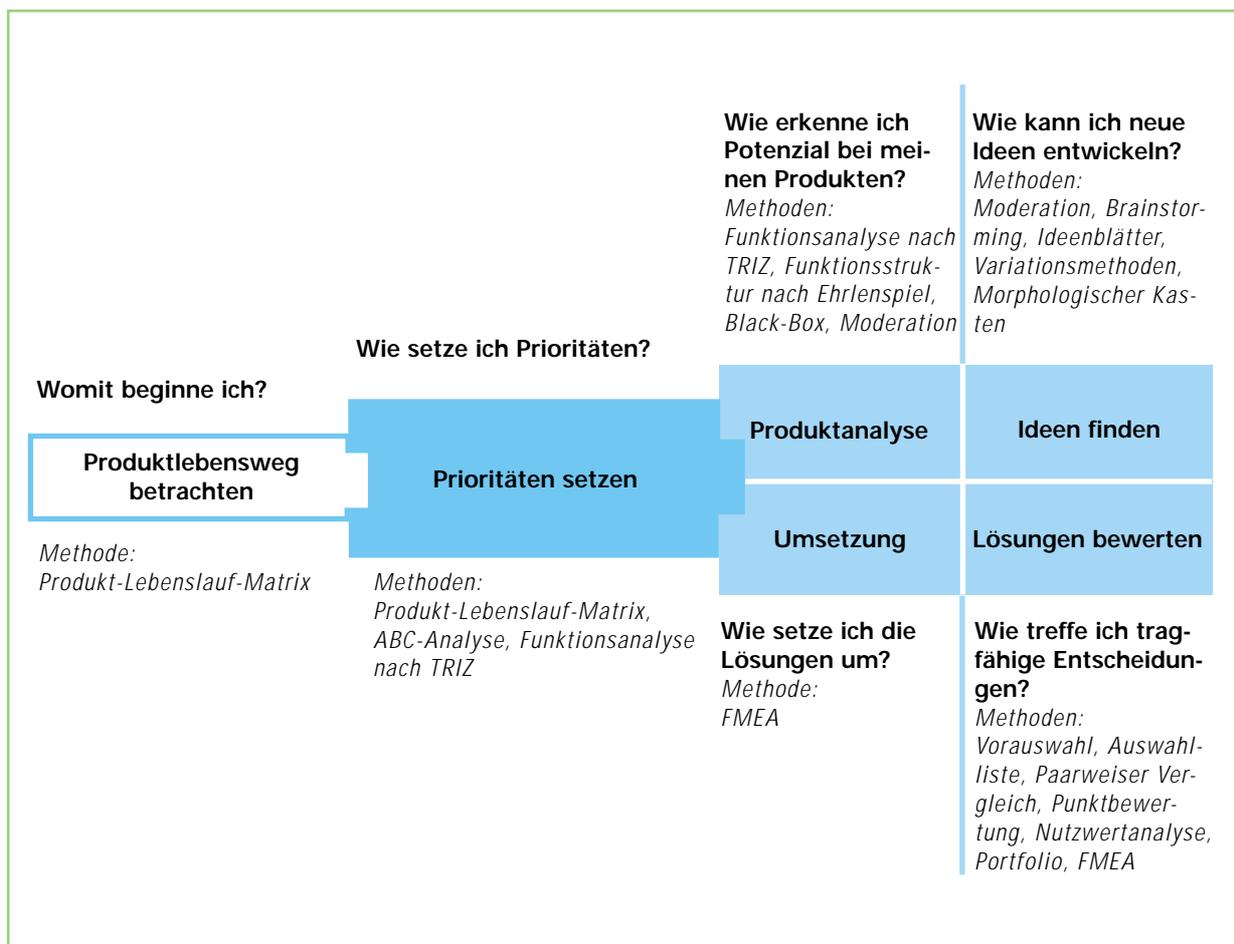
In Ihrer Entwicklungsarbeit und an konkreten Produkten wird der Erfolg von IPP letztlich greifbar und sichtbar. Begreifen Sie IPP aber auch als Chance, Ihr Vorgehen besser zu strukturieren und zu systematisieren. Entwickeln Sie hierfür ganz allgemein ein Bewusstsein und das Verständnis für die Wechselwirkungen, die Sie durch Ihre Entscheidungen auf vor- und nachgelagerten Stufen auslösen. Mitarbeiter mit Methodenerfahrung können Ihnen möglicherweise bei der erstmaligen Anwendung der vorgestellten Methoden zur Seite stehen. Bleiben Sie offen für Neues: auch wenn Sie schon Erfolg mit einer Methode gehabt haben, erproben Sie weitere und tauschen Sie Ihre Erfahrungen nicht nur mit Ihren Kollegen der Entwicklungsabteilung aus, sondern gehen Sie auch auf andere Fachbereiche wie z.B. Vertrieb und Einkauf zu.



## Methodenanwendung

Unter [www.ipp-bayern.de/loesungen](http://www.ipp-bayern.de/loesungen) finden Sie ausführliche Beschreibungen und Anwendungshinweise zu den in der untenstehenden Abbildung dargestellten Methoden und weiterführenden Hilfsmitteln. Dort können Sie die Methodenblätter einsehen und ausdrucken.

Die Methodenblätter weisen alle eine einheitliche Struktur auf: Ziel- und Kurzbeschreibung der Methode, Kurzanleitung, Kurzcharakteristik der Methode, Einordnung in den IPP-Baukasten sowie ein Anwendungsbeispiel.





## Literaturverzeichnis

Altschuller, G. S.:

Erfinden - Wege zur Lösung technischer Probleme. Berlin: Technik 1984.

Daenzer, W. F.; Huber, F. (Hrsg.):

Systems Engineering - Methodik und Praxis. Zürich: Industrielle Organisation 1997.

ECO DESIGN NET (EDN):

[www.sfb392.tu-darmstadt.de](http://www.sfb392.tu-darmstadt.de)

Ehrlenspiel, K.:

Integrierte Produktentwicklung. München: Hanser 2002.

Ehrlenspiel, K.; Kiewert, A.; Lindemann, U.:

Kostengünstig entwickeln und konstruieren: Kostenmanagement bei der integrierten Produktentwicklung. Berlin: Springer 2003.

Goedkoop; M.:

The Eco-indicator 99 - Manual for Designers, Pré Consultants.

[www.pre.nl/eco-indicator99](http://www.pre.nl/eco-indicator99) (2000)

Herb, R.; Herb, T.; Kohnhauser, V.:

TRIZ - Der systematische Weg zur Innovation: Werkzeuge, Praxisbeispiele, Schritt-für-Schritt-Anleitungen.

Landsberg: Moderne Industrie 2000.

Industrie- und Handelskammer für München und Oberbayern:

[www.ihk-muenchen.de](http://www.ihk-muenchen.de)

Österreichischer ECODESIGN Informationsknoten:

[www.ecodesign.at](http://www.ecodesign.at)

Pahl, G.; Beitz, W.:

Konstruktionslehre: Methoden und Anwendung. Berlin: Springer 2003.

Schlicksupp, H.:

Kreativ-Workshop: Ideenfindungs-, Problemlösungs- und Innovationskonferenzen planen und veranstalten.

Würzburg: Vogler 1993.

Schlicksupp, H.:

Ideenfindung. Würzburg: Vogel 1998.

Schmidt-Bleek, F. et al.:

MAIA - Einführung in die Materialintensitäts-Analyse nach dem MIPS-Konzept.

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie 1996.

VDI-Richtlinie 2222:

Blatt 1: Konstruktionsmethodik - Konzipieren technischer Produkte. Düsseldorf: VDI 1997.

VDI-Richtlinie 4600:

Kumulierter Energieaufwand - Begriffe, Definitionen, Berechnungsmethoden. München: VDI 1997.

VDI-Richtlinie 2243:

Recyclingorientierte Produktentwicklung. Berlin: VDI 2002.

Wimmer, W.; Züst, R.:

Ecodesign Pilot - Produkt-Innovations, Lern und Optimierungs-Tool für umweltgerechte Produktgestaltung.

Wien: TU 2001 (CD ROM u. Buch)



## Die Partner

Technische Universität München  
Lehrstuhl für Produktentwicklung  
Prof. Dr.-Ing. Udo Lindemann  
Boltzmannstraße 15  
85748 Garching  
Telefon: 089/289-15131  
Telefax: 089/289-15144  
e-mail: [lindemann@pe.mw.tum.de](mailto:lindemann@pe.mw.tum.de)  
[www.pe.mw.tum.de](http://www.pe.mw.tum.de)

KNORR-BREMSE Systeme für Schienenfahrzeuge GmbH  
Projektleiter Entwicklung Modulare Bremssteuerung  
Dr.-Ing. Gert Assmann  
Moosacher Straße 80  
80809 München  
Telefon: 089/3547-1385  
Telefax: 089/3547-2935  
e-mail: [gert.assmann@knorr-bremse.com](mailto:gert.assmann@knorr-bremse.com)  
[www.knorr-bremse.com](http://www.knorr-bremse.com)

Hans Huber AG  
Leiter Forschungs- und Entwicklungsabteilung  
Dr.-Ing. Oliver Christ  
Maria-Hilf-Straße 3-5  
92334 Berching  
Telefon: 08462/201-730  
Telefax: 08462/201-739  
e-mail: [cho@huber.de](mailto:cho@huber.de)  
[www.huber.de](http://www.huber.de)

Krones AG  
Hauptabteilungsleiter Entwicklung & Standardisierung  
Heinz Humele  
Böhmerwaldstraße 5  
93068 Neutraubling  
Telefon: 09401/70-2261  
Telefax: 09401/70-3831  
e-mail: [humele.heinz@krones.de](mailto:humele.heinz@krones.de)  
[www.krones.de](http://www.krones.de)

Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen  
Rosenkavalierplatz 2  
81925 München  
Telefon: 089/9214-00  
Telefax: 089/9214-2266  
e-mail: [ipp@stmlu.bayern.de](mailto:ipp@stmlu.bayern.de)  
[www.umweltministerium.bayern.de](http://www.umweltministerium.bayern.de)

BAYERN I DIREKT Tel.: 0180 1 201010  
3,9 ct/min aus dem deutschen Festnetz;  
max. 42 ct/min aus den Mobilfunknetzen.