

# Kurzfassung

## Steigerung der betrieblichen Materialeffizienz in NÖ – Aufbau eines Qualifikationsprogramms für BeraterInnen

Doz. Dr. Andreas Windsperger

DI Bernhard Windsperger

**Institut für Industrielle Ökologie, St. Pölten**

**Auftraggeber:**



Das Projekt „Steigerung der betrieblichen Materialeffizienz in NÖ“ wird von der Sparte Industrie und den Technologie- und Innovationspartnern der Wirtschaftskammer NÖ unterstützt. Die Finanzierung erfolgt aus Mitteln der NÖ-Landesregierung und wird aus Mitteln des europäischen Fonds für Regionalentwicklung kofinanziert!



St. Pölten, Juni 2015

## Hintergrund und Zielsetzung

Unser Gesellschaftssystem ist wesentlich durch das Streben nach Wirtschaftswachstum und Wohlstand gekennzeichnet. Damit ist in der Regel eine Zunahme des Verbrauchs natürlicher Ressourcen verbunden. Ein weiterer nicht zu vernachlässigender Faktor ist das derzeitige Wachstum der Weltbevölkerung, das die Nachfrage nach Ressourcen weiter erhöhen wird. Aber auch die wirtschaftsstarke Staaten versuchen ihren bereits hohen materiellen Wohlstand noch weiter zu steigern. Bei einer Fortführung der aktuellen Situation ist damit zu rechnen, dass bis zum Jahr 2050 mehr als zwei Planeten für die Versorgung der Weltbevölkerung notwendig sein würden. Derartige Aussagen unterstreichen somit die Notwendigkeit von Maßnahmen und einem generellen Wandel hin zur effizienteren Nutzung natürlicher Ressourcen und somit einer Verbesserung der Materialintensität (Materialeinsatz im Verhältnis zur Gesamtleistung). Nach dem World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) ist bis zum Jahr 2050 bereits eine 4- bis 10-fache Steigerung der Ressourceneffizienz Voraussetzung, um eine nachhaltige Sicherstellung des Angebots natürlicher Ressourcen gewährleisten zu können. Unter Ressourceneffizienz wird dabei der ökonomische Wert verstanden, der aus den Ressourcen erwirtschaftet werden kann. Allerdings dürfte diese Effizienzsteigerung nicht zu einer Steigerung des Ressourceneinsatzes durch niedrigere Preise führen (Rebound-Effekt), sondern die Menge an Dienstleistungen (Funktion) müsse konstant bleiben. Eine Steigerung der Ressourceneffizienz kann grundsätzlich durch verschiedenste Herangehensweisen erreicht werden. Dabei können sowohl Einsparungen bei verwendeten Materialien, die Wiederverwendung von eingesetzten Materialien, als auch die Substitution bzw. das Ersetzen von Materialien zu einer Verbesserung der Effizienz führen.

Österreich und speziell das Land Niederösterreich beschäftigt sich seit einiger Zeit ebenfalls mit dieser Thematik, um die Konkurrenzfähigkeit österreichischer Unternehmen und des gesamten Wirtschaftsstandorts in Österreich (Niederösterreich) zu sichern und darüber hinaus durch Verbesserungen bzw. Innovationen Wettbewerbsvorteile lukrieren zu können. Diesbezüglich hat das Land Niederösterreich gemeinsam mit der Wirtschaftskammer Niederösterreich (WKNÖ) eine Initiative hinsichtlich Materialeffizienz gestartet, um die Wettbewerbsfähigkeit von niederösterreichischen Unternehmen auf nationaler als auch internationaler Ebene zu verbessern.

Dieses Projekt ist Teil der Initiative und beschäftigt sich mit der Suche von Potentialen zur weiteren Verbesserung der Materialeffizienz bei Betrieben in Niederösterreich. Es zielt speziell auf eine Erhebung der betrieblichen Situation hinsichtlich bereits umgesetzter und noch vorhandener Verbesserungspotentiale ab. Der Schwerpunkt der Studie liegt dabei auf den Möglichkeiten, die Potentiale bei den ausgewählten Modellbetrieben umzusetzen und die Auswirkungen abzuschätzen. Hierfür war die Einrichtung und Koordination einer Expertenplattform und eines Netzwerks mit etwa 15 Unternehmen welche durch die WKNÖ kontaktiert wurden, vorgesehen. Im Rahmen von Betriebsbesuchen, die von den Experten begleitet und unterstützt wurden, sollten konkrete Potentiale erhoben und darauf aufbauend spezifische Verbesserungsmaßnahmen entwickelt und geprüft werden. Die Expertenplattform soll in weiterer Folge auch der Ausgangspunkt für die Entwicklung eines Qualifikationsprogramms für Materialeffizienz-BeraterInnen sein.

## Materialeffizienz in Österreich

In nachfolgenden Abbildung 1 und Abbildung 2 wird die Entwicklung der Materialeffizienz in Niederösterreich und Österreich, getrennt nach Industriebranchen, als Rohertrag im Verhältnis zum Materialaufwand dargestellt. Dabei zeigt sich, dass die Materialeffizienz in Österreich in den letzten Jahren in fast allen Branchen von einem Rückgang geprägt ist. Für Niederösterreich ist dieser Trend nicht allgemein zu sehen. Lediglich die Chemieindustrie ist von einem sogar noch stärkeren Einbruch

## Steigerung der betrieblichen Materialeffizienz in NÖ - Kurzfassung

der Effizienz gekennzeichnet. Einige Branchen wie die Holz-, Maschinenbau-, Metall-, Nahrungsmittelindustrie weisen in Niederösterreich ein ähnliches Niveau wie vor 10 Jahren auf. Einzig die Textilindustrie konnte ihre Materialeffizienz in den letzten Jahren leicht erhöhen.

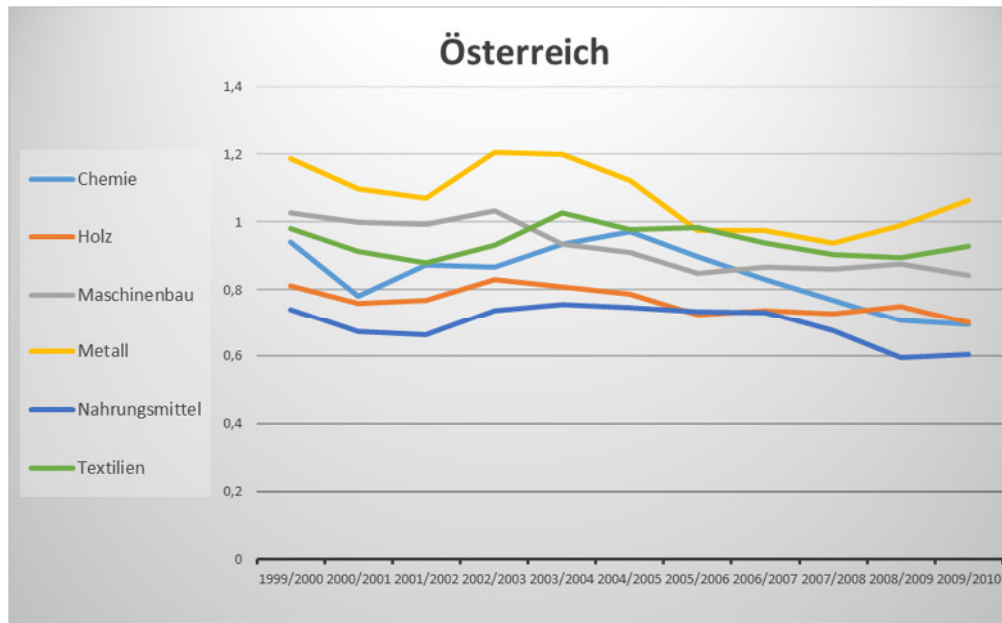


Abbildung 1: Entwicklung der Materialeffizienz in Österreich (Eigene Darstellung, zitiert nach: KMU Forschung Austria 2011, In: Alt et al. 2012)

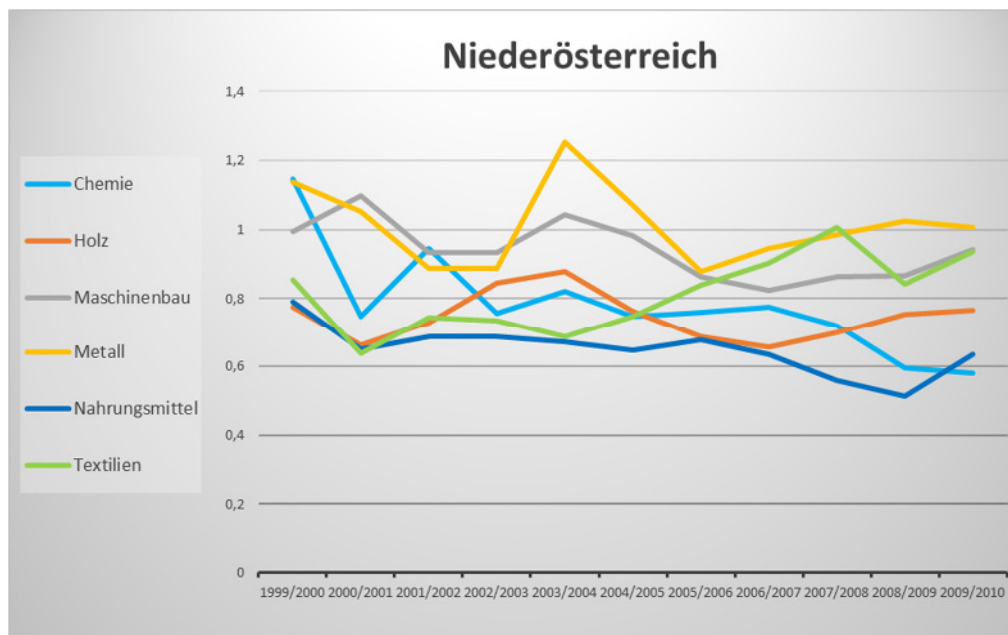


Abbildung 2: Entwicklung der Materialeffizienz in Niederösterreich (Eigene Darstellung, zitiert nach: KMU Forschung Austria 2011, In: Alt et al. 2012)

## Erhebungen bei Betrieben

### Betriebsauswahl

Im Rahmen eines Expertenworkshops wurden in einem ersten Schritt speziell materialintensive Branchen identifiziert und für die Betriebsauswahl herangezogen. Dabei wurden niederösterreichische Unternehmen nach umweltrelevanten Leistungen wie etablierte Umwelt- oder

Energiemanagementsysteme oder Nachhaltigkeitsberichten untersucht und durch die WKNÖ kontaktiert. Im Zuge der Kontaktaufnahmen zeigten ungefähr 15 Betrieben aus den Branchen Metallindustrie, Holzindustrie, Stein- und keramische Industrie sowie Bauindustrie Interesse an einer detaillierten Analyse der Materialeffizienz.

Die Betriebsbesuche wurden anschließend in zwei Schritten durchgeführt. Ein erster Besuch diente dem Kennenlernen des jeweiligen Betriebs sowie der verwendeten Technologie- und Prozesstypen, einer Analyse der bereits vorhandenen Erfahrungen mit dem Thema Materialeffizienz sowie der Besprechung noch vorhandener Potentiale. Nach einer ersten Runde der Betriebsbesuche wurden die identifizierten Potentiale im Rahmen eines Expertenworkshops besprochen und mögliche Maßnahmen zur Umsetzung bzw. Verbesserung der Materialeffizienz ausgearbeitet. Dieses Maßnahmenbündel wurde in einer zweiten Gesprächsrunde mit den passenden Unternehmen vorgeschlagen sowie mögliche Umsetzungen besprochen, die im Anschluss an dieses Projekt individuell im Rahmen von geförderten Beratungsangeboten weiterverfolgt werden können.

### **Technologietypen**

Die interessierten Betriebe wurden speziell für die Betriebsbesuche und die Prüfung der Umsetzbarkeit von Maßnahmen zur Steigerung der Materialeffizienz nach Technologietypen gegliedert, um technologisch vergleichbare Unternehmen gemeinsam betrachten zu können. Dabei konnten folgende Arten von Technologien identifiziert werden:

- Brennprozesse für mineralische Baustoffe
- Formgebung für Betonprodukte
- Metallformgebung
- Assemblierung – Zusammenbau von Produkten aus Einzelteilen
- Holzwerkstoffherstellung
- Dosieren, Abfüllen und Verpacken flüssiger oder körniger Güter

### **Verbesserungspotentiale und Umsetzungsmöglichkeiten**

Im Zuge der Betriebsbesuche sowie Workshops mit der Expertenplattform wurden folgende Potentiale erkannt, für die nachfolgende Maßnahmengruppen zur möglichen Verbesserung der Materialeffizienz ausgearbeitet und mit den Betrieben und besprochen wurden. Diese Maßnahmengruppen können grundsätzlich als wesentliche Elemente für eine Steigerung der betrieblichen Materialeffizienz angesehen werden und werden auf ihre Umsetzbarkeit bei einzelnen Betrieben geprüft.

### **Maßnahmen zur Optimierung der Produktionsvorgänge und zur Qualitätssteigerung**

Eine Optimierung der Produktionsprozesse ist bei den meisten Produktionsunternehmen eine sehr zentrale Möglichkeit, um die betriebliche Materialeffizienz zu verbessern. Dafür ist die Kenntnis der internen Prozessflüsse Voraussetzung für eine entsprechende Materialflussverfolgung durch den gesamten Produktionsprozess. So können mögliche Ineffizienzen bzw. Einsparungspotentiale identifiziert werden.

#### Materialflusskostenrechnung

Die Materialflusskostenrechnung ist eine Methode, die eine Materialfluss- und Kostenverfolgung durch die gesamte Produktionskette ermöglicht. Dadurch können mögliche Ineffizienzen aufgedeckt und entstehende Materialverluste zugeordnet werden. In den meisten besuchten Betrieben können

Materialien nicht während des gesamten Prozesses einzelnen Kostenstellen zugewiesen, sondern lediglich bis zur ersten Kostenstelle nachverfolgt werden. Damit ist im Nachhinein nicht mehr nachvollziehbar, welche Arbeitsprozesse für Materialverluste verantwortlich sind und welcher monetäre Wert verloren wird.

Bei einigen Betrieben wurde bereits die Durchführung einer Materialflusskostenrechnung besprochen, bei der einzelne Produkte bzw. Produktlinien auf vorhandene Ineffizienzen analysiert werden sollen. Die Umsetzung wird bei den relevanten und interessierten Unternehmen im Rahmen von Beratungen durchgeführt.

### (Material-)Produktflussverfolgung im Herstellprozess

Für die Qualitätssteigerung der Produkte und speziell den Konnex zum Rohstoff ist die Kenntnis des Flusses der Produkte im Herstellprozess bedeutend. Abhängig von der Prozesscharakteristik, ob zerlegend oder vereinigend, müssen die einzelnen Teile über den Prozess verfolgt, oder am Eingang in den Prozess markiert und am Ende dann erkannt werden. Dadurch könnte eine Verfolgung des Materials durch den gesamten Produktionsprozess realisiert werden, um zum Beispiel Rohstoffqualitäten zu spezifischen Produktklassen zuordnen und die Qualität am Ende der Verarbeitung gewährleisten zu können.

Als Möglichkeit einer derartigen Produktflussverfolgung wird der Einsatz eines Markierungs-, Scan- oder Verfolgungssystems mit einem geeigneten Softwareprogramm untersucht. Die mögliche technische Umsetzung einer derartigen Produktflussverfolgung oder Produkterkennung wird im Rahmen eines Beratungsprojekts bei einem Betrieb geprüft.

### **Maßnahmen zur Reduktion des Materialeinsatzes**

Der Großteil der Unternehmen beschäftigt sich bereits intensiv mit den Möglichkeiten zur Reduktion des Rohstoff- und Materialeinsatzes, da die Rohstoffpreise durch die steigende Nachfrage und ihre teilweise Verknappung am Markt (derzeit sichtbar bei erneuerbaren Rohstoffen und v.a. Holz) deutlich ansteigen. Damit werden Aspekte wie Ressourceneinsparung und Ressourcensicherung von immer größerer ökonomischer Bedeutung.

### Erhöhung des Abfallrecyclings

Im Bereich der Reduktion des Materialaufwandes ist das Recycling von Abfällen oder nicht mehr genutzten Produkten ein Schwerpunkt der Betrachtung. Abfälle fallen im Unternehmen an und substituieren im Falle einer Wiederverwendung neue Materialien, die in der Regel zugekauft werden müssen, was somit in der Regel auch eine Kostenersparnis mit sich bringt. Ein häufiges Problem des Einsatzes von Recyclingmaterialien und Baurestmassen sind normative Regelungen, die auf die Sicherstellung der Qualität abzielen und den Einsatz von Baurestmassen einschränken. Zur Sicherung der Qualität von externen Baurestmassen sollte auf das System der gütegeschützten Recycling-Baustoffe zurückgegriffen werden, das vom Baustoff-Recycling-Verband entwickelt wurde. Dies sollte die Qualität von Baurestmassen sicherstellen und die Wiederverwendung erleichtern. Möglichkeiten zur Steigerung des Baurestmassenanteils werden bei Herstellern von Betonelementen und -fertigteilen betrachtet.

### Effizienteres Produktdesign durch bionische Anwendungen

Die Finite-Elemente-Methode ist ein Berechnungsverfahren zur Simulation von Festkörpern, das mittlerweile durch die rasanten Entwicklungen im IT-Bereich ein weit verbreitetes Verfahren speziell im Ingenieurwesen darstellt. Dies ermöglicht eine rechnerische Überprüfung der Anforderungen

eines Produkts bezogen auf die physikalischen Eigenschaften sowie die Identifikation möglicher Schwachstellen und Ineffizienzen. Durch eine derartige Berechnung könnte beispielsweise auch der Materialaufwand durch ein möglichst effizientes Produktdesign reduziert werden, indem die Materialverteilung bewusst an die benötigten Eigenschaften angepasst wird (bionisches Design). Allerdings ergeben sich hieraus auch zahlreiche neue Herausforderungen für die Gestaltung und Formgebung.

Die Schalungstechnik ist für Unternehmen der Bau- und Baustoffindustrie (Betonverarbeitung) ein derartiger Schritt der Formgebung, bei dem Materialien und Beton durch eine Gussform (Schalung) in die gewünschte Produktform gebracht werden. Eine möglichst optimale Leistung bei gleichzeitig reduziertem Materialeinsatz wäre durch Einsatz der obigen Methode möglich. Die Prüfung von Potential und Realisierbarkeit dieser Methoden ist in Zusammenarbeit mit interessierten Betrieben vorgesehen.

### **Maßnahmen zur Reduktion von Materialverlusten bzw. Materialabfall**

Neben dem möglichst sparsamen Einsatz von Ressourcen ist die Minimierung von Materialverlusten während des Produktionsprozesses ein weiterer Meilenstein für eine bestmögliche Ressourceneffizienz.

#### Optimierung des Stanzprozesses

Unternehmen der metallverarbeitenden Industrie verwenden häufig Stanzprozesse für die Herstellung von Produkten. Beim Stanzen von runden oder abgerundeten Formen aus rechteckigen Bahnen ergibt sich ein nicht zu vernachlässigender Anteil an ungenutztem Material, das Rohstoffverlust und Abfall darstellt. Diese Materialverluste können durch das bestmögliche Nutzen der rechteckigen Fläche über Flächenoptimierungsprogramme und variable Stanzen reduziert werden. Die Möglichkeiten und Kosten des Laserschneidens und anderer neuer Trennverfahren können hier ebenfalls Lösungswege bieten.

#### Verschnittoptimierung

Bei vielen Prozessen mit Ablängen von Rundmaterial verbleiben Reststücke als Verschnitt. Eine Reduktion des Verschnitts bietet oft Ansatzpunkte für deutliche Verbesserungen. Diese können über ein Reststückmanagement meist einfach lukriert werden, es bietet sich in manchen Bereichen aber auch die Verbindung einzelner Reststücke zu den gewünschten Längen durch zB. Schweißen an. Bei Betrieben, die eine produktionsabhängige Zugabe von Einsatzstoffen benötigen, bietet eine prozessgesteuerte Dosierung eine Möglichkeit zur Reduktion von Rohstoffverlusten.

#### Handling von Ausschussteilen

Bei Fertigungsunternehmen mit Assemblierung tritt bei „just in time“-Fertigung oft das Problem von Ausschussteilen auf. Diese müssen vorrangig nachproduziert werden, wodurch es im Herstellprozess zu Ineffizienzen bzw. Verschiebungen kommt. Ein Lösungsansatz wäre die Auslagerung dieser „Nachproduktion“ auf eine Spezialmaschine, die nur für diese Teile vorgesehen ist. Hierfür wäre der Einsatz neuer Technologien wie auch 3-D Printing vielversprechend.

## **Effizienter Materialeinsatz und ökologische Beschaffung**

### Effizienter Materialeinsatz als Beitrag zur Ressourceneffizienz

Generell ist hohe Qualität der Einsatzstoffe eine Prämisse einer verantwortungsbewussten Produktionskette. Allerdings kann in manchen Bereichen zu hohe Qualität einerseits ökonomische Nachteile, durch zu hohen Umweltaufwand aber auch zu ökologischen Nachteilen führen. So wird bei der Zementherstellung in den letzten Jahren der Anteil des aus dem Brennprozess kommenden Klinkers kontinuierlich reduziert, um den hinter dem Produkt stehenden Energieaufwand ohne Qualitätseinbußen so weit wie möglich zu reduzieren. Analog gilt auch für die weiterverarbeitenden Betriebe ein unnötig hoher Einsatz von Zement als zusätzlicher Aufwand und Material und Kosten. Tatsächlich sind die Tendenzen vieler Normen und Regelungen aber im Sinne der Sicherheit auf die „größtmögliche Qualität“ ausgerichtet, was zu „Qualitätsüberhöhungen“ in einzelnen Bereichen führt. Selbiges gilt für Typenprüfungen von Bauteilen, deren Aufwand und Kosten einer häufigen und kontinuierlichen Verbesserung der Produkte auch im Sinne eines ausreichenden Materialeinsatzes entgegenstehen.

### Ökologische Beschaffung als Beitrag zur Ressourceneffizienz

In vielen Bereichen liegen im verarbeitenden Betrieb kaum Potentiale für eine Steigerung der Ressourceneffizienz vor. Dies ist dann der Fall, wenn bereits optimale Gestaltung vorliegt und nur mehr formgebende Verarbeitung ohne maßgebliche Materialverluste durchgeführt wird. In diesem Fall hat der Betrieb aber noch wesentliche Gestaltungsmöglichkeiten durch die Wahl seiner Vorproduktkette. Dadurch können ineffiziente Herstellketten vermieden und die gesamte, hinter dem Produkt stehende Materialeffizienz und auch die Umweltbelastungen oft maßgeblich verbessert werden. Diesbezügliche Information müssen aus der Bereitstellungskette kommen, waren bis vor kurzem aber nur spärlich vorhanden. Durch das nun vor allem im Baubereich vorgesehene System der Umweltproduktdeklarationen (EPD) wird diese Lücke geschlossen. Der verarbeitende Betrieb kann in EPD die bisher für die Herstellung seines Vorprodukts angefallenen Aufwendungen in verschiedenen Belastungsarten, eben auch des Rohstoffverbrauchs erkennen und verschiedene Hersteller vergleichen. Generell wäre auch im Sinne der Produzentenverantwortung eine Verbesserung der Transparenz der Bereitstellungskette zu begrüßen, da hierbei auch etwaige ökologische und soziale Kritikpunkte (unzureichende Arbeitsbedingungen, Kinderarbeit, Lohndumping, etc. in Billiglohnländern) rechtzeitig erkannt werden können.

## **Revolutionäre Innovationen**

Wesentlich für den Einsatz neuer Technologien, die zu Entwicklungssprüngen führen und über inkrementelle Verbesserungen der vorhandenen Technologien hinausgehen ist die Innovationsbereitschaft der Betriebe und ihrer Mitarbeiter. Die Aktivitäten sollten nicht nur auf die Verbesserung und Optimierung der vorhandenen Technologie ausgerichtet sein, auch die Chancen von neuen Denkansätzen sollten erkannt werden. Beispiele hierfür bieten die unter Industrie 4.0 zusammengefassten neuen Kommunikations- und IT-Konzepte. Innovative revolutionäre Ansätze bieten große Chancen, da sie gänzliche neue Betrachtungsweisen darstellen, beinhalten aber auch maßgebliche Gefahren von unrealistischen Projekten, die aufgrund fehlender Technologie- oder Marktreife wirtschaftlich nicht tragfähig sind. In diesem Fall zahlt der Betrieb dann Entwicklungsgeld, bzw. kann am Markt nicht reüssieren. Andererseits bieten sich hier aber Chancen für deutliche Steigerung der Effizienz und Produktivität. Speziell diese neuen Entwicklungen sollten jedoch aufmerksam verfolgt werden, denn das Erfolgskriterium lautet, rechtzeitig den Zeitpunkt zu erkennen, an dem das Risiko nicht mehr zu groß ist, der Nutzen aber langfristigen Erfolg verspricht.

## Erfolgsbeispiele

<b>Betrieb</b>	FRITZ EGGER GmbH & Co. OG
<b>Branche</b>	Holzwerkstoffindustrie
<b>Hintergrund</b>	Verknappung der Ressource Holz führt zu Preisschwankungen am Rohstoffmarkt
<b>Maßnahme</b>	Errichtung und Betrieb einer Altholzaufbereitungsanlage für den Einsatz von Altholz als Rohstoff
<b>Wirkung</b>	Sicherung der Rohstoffverfügbarkeit, Preisvorteile gegenüber Rundholz (Preise jedoch stetig steigend)

<b>Betrieb</b>	Wopfinger Baustoffindustrie GmbH
<b>Branche</b>	Stein- und keramische Industrie – Zement- und Kalkherstellung
<b>Hintergrund</b>	Effiziente Verarbeitungsprozesse sind in der Grundstoffindustrie ein wesentlicher Wettbewerbs- und Standortvorteil
<b>Maßnahme</b>	Einführung einer Prozessflussmodellierung
<b>Wirkung</b>	Damit konnten vorliegende Verluste sowie die kosten- und umweltintensivsten Flüsse identifiziert und die Effizienz gesteigert werden

<b>Betrieb</b>	Wienerberger Ziegelindustrie GmbH
<b>Branche</b>	Stein- und keramische Industrie - Ziegelherstellung
<b>Hintergrund</b>	Kontinuierliche Produktionsbedingungen sind wesentliche Erfolgsfaktoren bei der Ziegelherstellung
<b>Maßnahme</b>	Der Prozess wird laufend überwacht, der Einsatz von Roh- und Hilfsstoffen laufend kontrolliert und hinsichtlich des Rohstoffeinsatzes optimiert
<b>Wirkung</b>	Einsparung von Energie im Herstellprozess und Steigerung der Ressourceneffektivität