



Wilfried Denz

Umweltberatung

www.denz-umweltberatung.de

Münster, 10. Dez. 2015

Motto „Kosten sparen durch Umweltschutz“

Erfahrungen im Umweltschutz seit 1989, seit 2004 selbständig:

- ▶ 13 Jahre HIMTECH: **Regionales + betriebliches Abfallmanagement**
- ▶ **davon 5 Jahre Leiter des BIVA-Beratungsprogramms...**
- ▶ Initiierung/Aufbau des **PIUS-Forums** www.pius-info.de
- ▶ Internetbasiertes **Benchmarking betrieblicher Umweltdaten** in KMU...
- ▶ mehrmonatige Schulungsprogramme zum **Abfallmanagement** für Nachwuchsführungskräfte aus Entwicklungsländern
- ▶ Projekte im Ausland: Aufbau CP-Center, region. Industrie-Abfallmanag. ...
- ▶ Dozent an Hochschulen im In- und Ausland
- ▶ Mitarbeit bei **VDI 4070 „Nachhaltiges Wirtschaften in KMU“**, **VDI 4075 „PIUS“**, und **VDI 4801 „Ressourceneffizienz in KMU“**
- ▶ Autor, z.B. **PIUS-Leitfäden**, **WEKA „Abfallrecht und -manag.“** + Newsletter
- ▶ Mitarbeit bei **Allianz für Klimaschutz** und **Klimabeirat Münster**





S I C CONSULTING



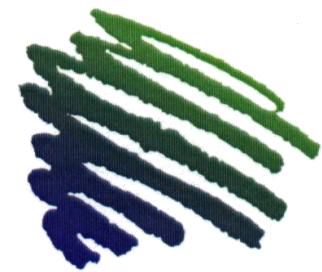
BELLER CONSULT



BIVA: PIUS-Beratungsprogramm in Hessen

Initiierung von Maßnahmen des produktionsintegrierten Umweltschutzes in sonderabfallerzeugenden KMU in Hessen (1993-1998)

- 2.900 kostenlose PIUS-Betriebsberatungen
- 50 Seminare, Workshops
- 55 Infoschriften
- Arbeitskreise und Abfallsammelringe



BIVA
Beratungs-
programm



Foto: Wilfried Denz



Benchmarking betrieblicher Umweltdaten

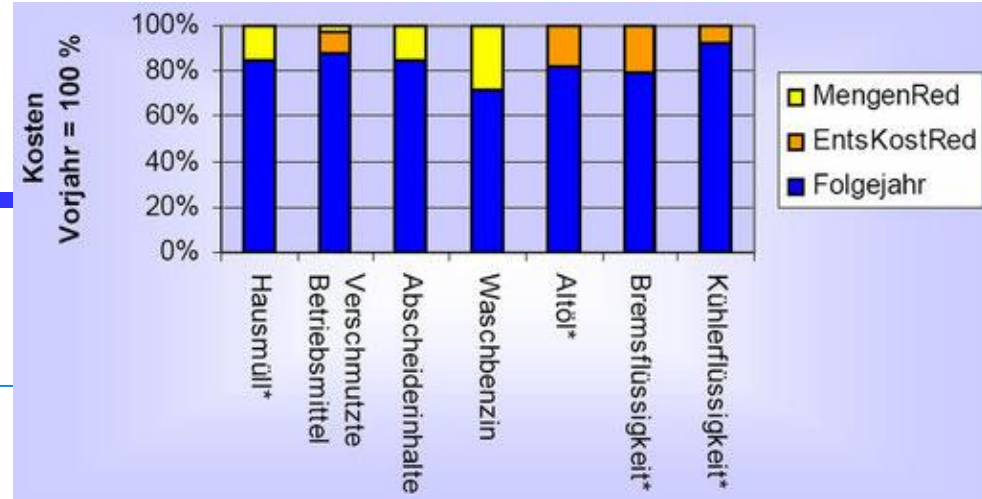
Internet-Tools zum Benchmarking betrieblicher Umweltdaten ~~www.buda.de~~ für Bäcker, Fleischer, Friseure, Kfz-Werkstätten und Offset-Drucker (2001-2009)

- Online-Eingabe der Betriebs- und Umweltdaten
- Automatisierte Berechnung der Kennzahlen und Benchmarks
- Benchmarking der Kennzahlen
- Berechnung des Einsparpotenzials
(pro Umweltmedium/Abfallart - mengen- und kostenbezogen)
- Individuelle Tipps für die schnelle Umsetzung
- Vermittlung (kostenloser) Erstberatung



Benchmarking betriebl. Umweltdaten

Evaluation / Erfolg



- Geringer Aufwand pro Jahresdatensatz: unter 100 €
- Berechnetes Einsparpotenzial im Durchschnitt etwa 40 %
- In Summe rund 1.000 Jahres-Datensätze
- **Großes Problem: Teilnehmer gewinnen**
- Sehr hohe Zufriedenheit (Schulnoten 1-2) und Wiederholquote
- Mehr als 90 % aller Teilnehmer setzten PIUS-Maßnahmen um
- 2-Jahres-Vergleich: Realisierte Reduktion im Schnitt aller Betriebe etwa 10 % (je nach Medium 5 - 30 %)



VDI Richtlinie 4801 „Ressourceneffizienz in KMU“

- Strukturiertes Vorgehen zur Steigerung der RE
 - Quantitative Betrachtung für die Produktion (vglb. PIUS)
 - Qualitative + semiquantitative Bewertung des Lebensweges
 - Unterscheidung, wann Lebensweganalyse (nicht) erforderlich ist, zur Vermeidung von „Verschlimmbesserungen“
 - Darstellung von Instrumenten, Strategien und Maßnahmen zur Steigerung der Ressourceneffizienz
- Je nach Ausgangslage kann **jedes KMU** seine RE steigern, auch ohne Lebenswegbetrachtung oder Kennzahlen.

[„Gründruck“ der VDI Richtlinie 4801 Februar 2016]

VDI 4801 „RE in KMU“ - Inhalt

- Kap.* Vorbemerkung, Einleitung
- 1- 4 Anwendungsbereich und Zielsetzung, Glossar, Abkürzungen, Normen
- 5 **Grundlagen**
- 5.1 Wege zur Ressourceneffizienz
- 5.2 Einflussfaktoren
- 5.3 Akteure im Betrieb
- 5.4 Ganzheitliche Produkt- und Prozessentwicklung
- 5.5 **Strategien und Maßnahmen zur Steigerung der RE (Tab.)**
- 6 **Vorgehensweise zur Steigerung der Ressourceneffizienz**
- 6.1 **Organisation und Mitarbeiterereinbindung**
- 6.2 Kennzahlen
- 6.3 Vorbemerkungen zu den Analysen
- 6.4 **Grobanalyse gate-to-gate** (Datenermittlung, Auswertung)
- 6.5 Detailanalyse gate-to-gate
- 6.6 **Grobanalyse Lebensweg** (Nutzen, qualit.+semiquantit. Analysen)
- 6.7 Detailanalyse Lebensweg (Verweis auf VDI 4800-1)
- 6.8 **Entwicklung von Produktverbesserungen**
- 6.9-6.11 Bewertung, Umsetzung, Kontrolle
- 7 Instrumente



Grundzüge der Materialeffizienz

Nichtinvestive PIUS-Maßnahmen

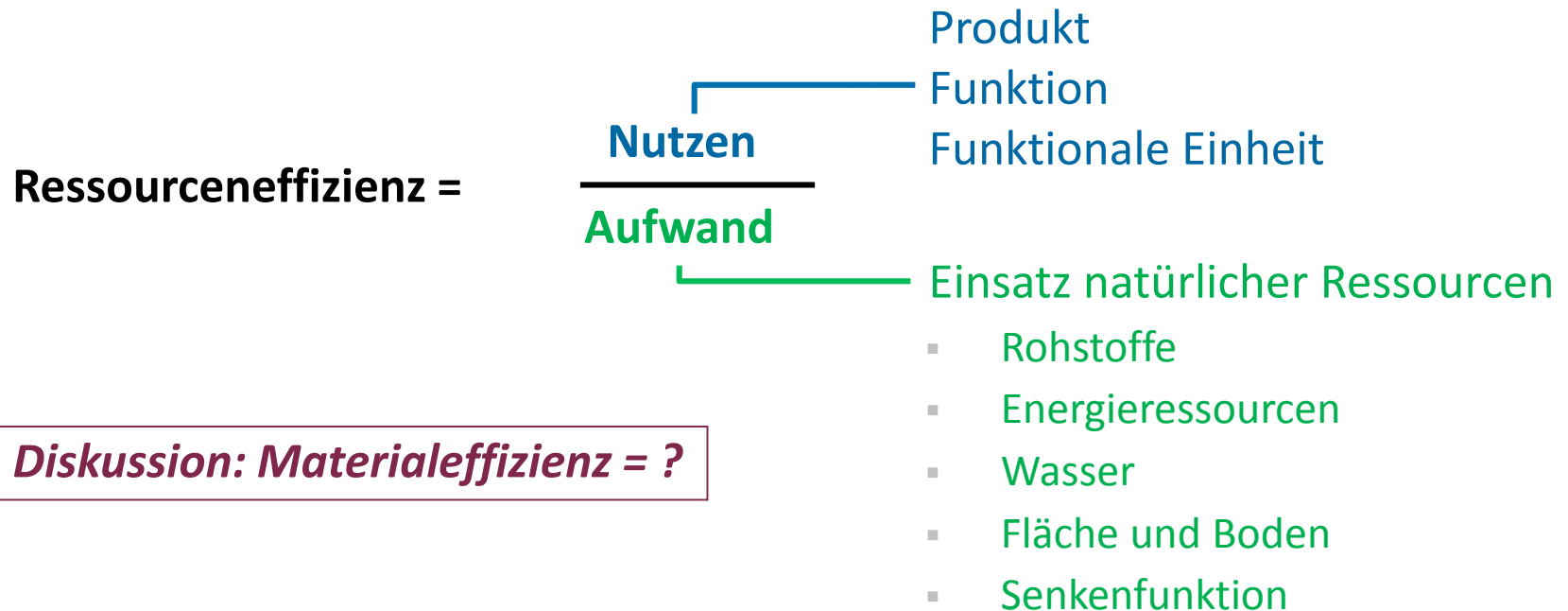
Wilfried Denz

www.denz-umweltberatung.de

Münster, 10. Dez. 2015

Prinzipien der Ressourceneffizienz

Was ist Ressourceneffizienz?



Diskussion: Materialeffizienz = ?

*Definitionen in Anlehnung
an VDI RL 4800-1*

Prinzipien der Ressourceneffizienz

Wie kann der Nutzen quantifiziert werden?

Nutzen wird durch Produktsysteme (Güter, Dienstleistungen) erfüllt

Beispiele zum Quantifizieren von Nutzen:

- 5 Tassen Kaffee pro Tag über einen Zeitraum von 7 Jahren
- Transportieren von 2 Personen über Strecke von A nach B
- 5.000 Zahnräder zur Übertragung eines Drehmoments von x Nm
- Spezifizierter Output aus Produktionsprozess
- *Für Mischprodukte / Standorte auch monetär möglich*

Es steht nicht (nur) ein Produkt oder ein Prozess im Zentrum der Bestimmung der RE, sondern die damit verbundene **Funktion** in Relation zum Einsatz natürlicher Ressourcen.



Ressourceneffizienz-Analyse gemäß VDI 4800

Wie kann der Aufwand quantifiziert werden?

- Kumulierter Energieaufwand (VDI 4600)
- Bewertung des Rohstoffaufwand (VDI 4800-2)
mit Rohstoffkritikalität / -vulnerabilität
- Indikatoren zur Bewertung der Umweltwirkung (VDI 4800-3)

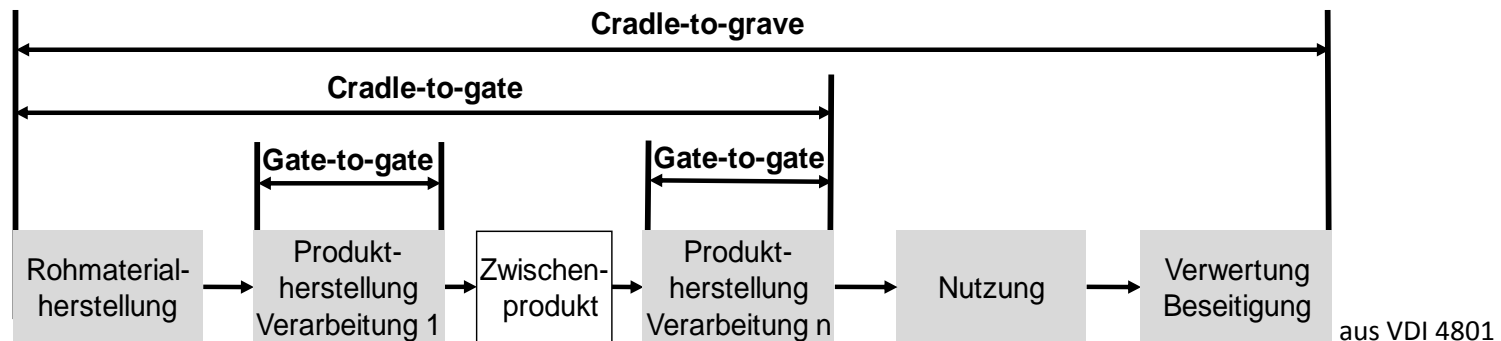
Schritte zur Bewertung:

- sinnvolle Indikatorenauswahl treffen und begründen
- Indikatoren über den gesamten Lebensweg berechnen
(Ergebnis: Satz an Werten mit unterschiedlichen Einheiten)
- Ergebnisse prüfen und interpretieren

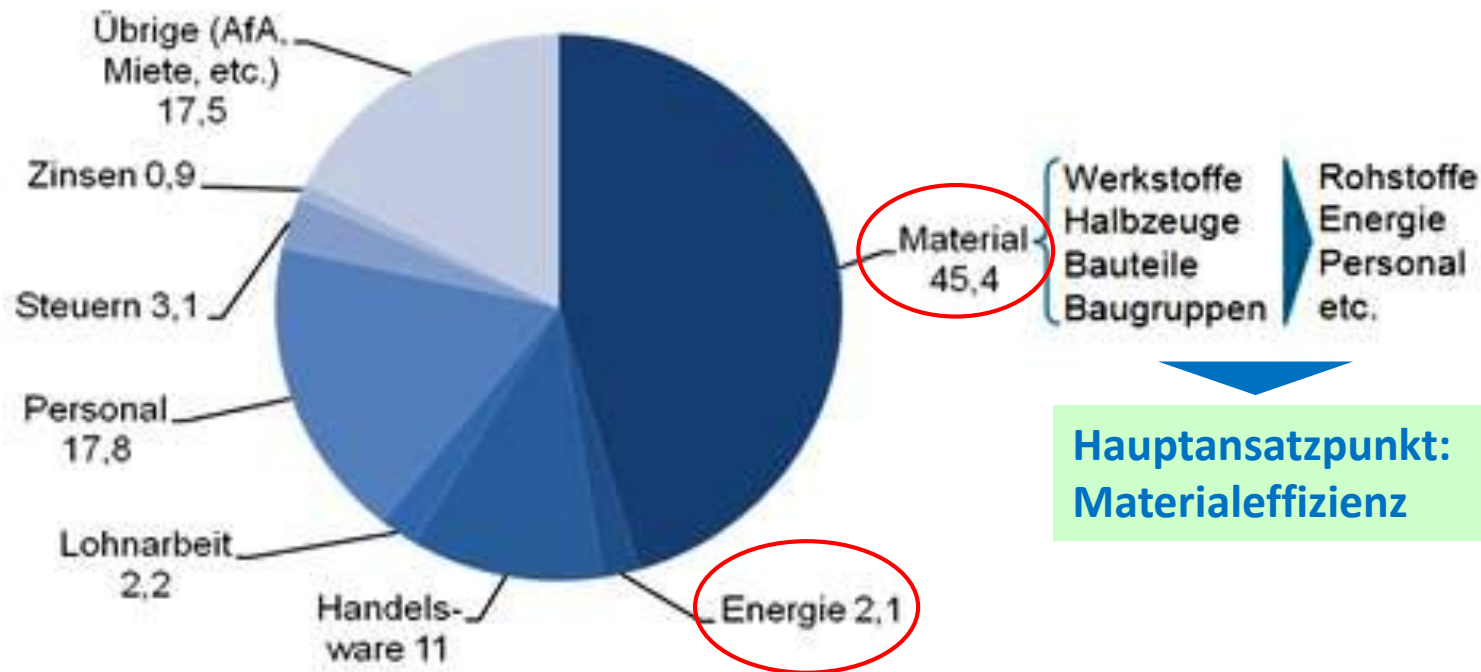
Aufgabe für Experten! In KMU unrealistisch!

Ressourceneffizienz in KMU

- (Motive und Vorteile für RE in KMU)
- Umweltkosten- und Umweltmanagementsituation in KMU
- Kennzahlen bzw. Energie-/Stoffstrombilanzen erforderlich?
- RE-Maßnahmen: wann (keine) Lebenswegbetrachtung erforderlich
- Ansatzpunkte für RE in KMU: „gate-to-gate“ und „cradle-to-grave“
- Umsetzung von RE-Maßnahmen in KMU



Kostenverteilung im produzierenden Gewerbe



Quelle: Statistisches Bundesamt (2010)
Zahlen für das Jahr 2008



Allgemeine Erfahrungswerte

Gate-to-gate (innerbetrieblich)

- Die „umweltbezogenen Kosten“ (ohne Materialinput) machen im Mittel der KMU-Branchen rund 5 % des Umsatzes aus (Energiekostenanteil bei Bäckern 2-7 %, bei Fleischern 2-5 %)
- Reduktionspotenzial 25 bis 50 %, davon **über die Hälfte wirtschaftlich oder ohne Investitionen**
- Praktisch und wirtschaftlich realisierbares Einsparpotenzial durch PIUS im Bereich der Gewinnspanne (1-2 % des Umsatzes)
- Weitere, große Potenziale durch **Materialeinsparungen!!!**



Umweltmanagement-Situation in KMU

Gate-to-gate (betriebsintern, produktionsbezogen)

- Betriebliche Umweltdaten (Mengen und Kosten) sind meist nicht bekannt bzw. nicht präsent
- Oft kein KnowHow, Zeit, Personal zur Durchführung von Stoff- und Energie-strombilanzen der Produktions- und Nebenprozesse → keine Kennzahlen
- Fehlende Vergleichsmöglichkeiten (Benchmarking)
- Fehlende RE/PIUS-Informationen
- UWS, RE bzw. PIUS kein Hauptthema im Tagesgeschäft
- Aber: **Energieeffizienz** und **Energiekosten** haben aktuell hohe Medienpräsenz → Diskussionsthema + Handlungsfeld in KMU

Cradle-to-grave (Lebensweg der Produkte)

- ...noch viel schwierigere Situation

RE-Beratung/-steigerung mit/ohne Kennzahlen

- Umwelt-Kennzahlen sind wichtiges betriebliches Kontrollinstrument; besonders bei Investitionsentscheidungen
- Benchmarking oft zielführend und motivierend - bewusster Umgang erforderlich
- Vorgehen mit Kennzahlen gemäß VDI 4075 „PIUS“ oder 4801 „RE in KMU“ sinnvoll zur Ermittlung der Schwachstellen + Ansatzpunkte, zur Prüfung von Optimierungsvarianten und zur Erfolgskontrolle
- **Aber:**
 - **hohe absolute/relative Verbräuche/Verluste bedeuten nicht automatisch auch große Optimierungspotenziale**
 - **auch irrelevante Prozesse lassen sich mit Gewinn optimieren**
 - **eine Effizienzberatung oder gar -steigerung darf und muss auch nicht am Fehlen von Kennzahlen scheitern!**

Wann ist **keine** Lebenswegbetrachtung erforderlich

Beispiele:

- Ersetzen von PET aus Mineralöl durch PET aus NaWaRo (s.u.)
- Ersetzen des KSS oder des Reinigers/Reinigungsverfahrens
- Ersetzen des einfachen Ladegerätes durch ein elektr. gesteuertes zur Optimierung des Akkuladevorgangs
- Hinweise in der Bedienungsanleitung zur energiesparenden Nutzung und zur Wartung
- Hierbei muss **nicht der gesamte Lebensweg des betrachteten Produkts bewertet** werden. **Jedoch muss natürlich für die einzelne Maßnahme nachgewiesen werden, dass diese ressourceneffizienter ist!** (bspw. fraglich bei NaWaRo)
- *Angabe der absoluten, aber nicht relativen Verbesserung möglich*

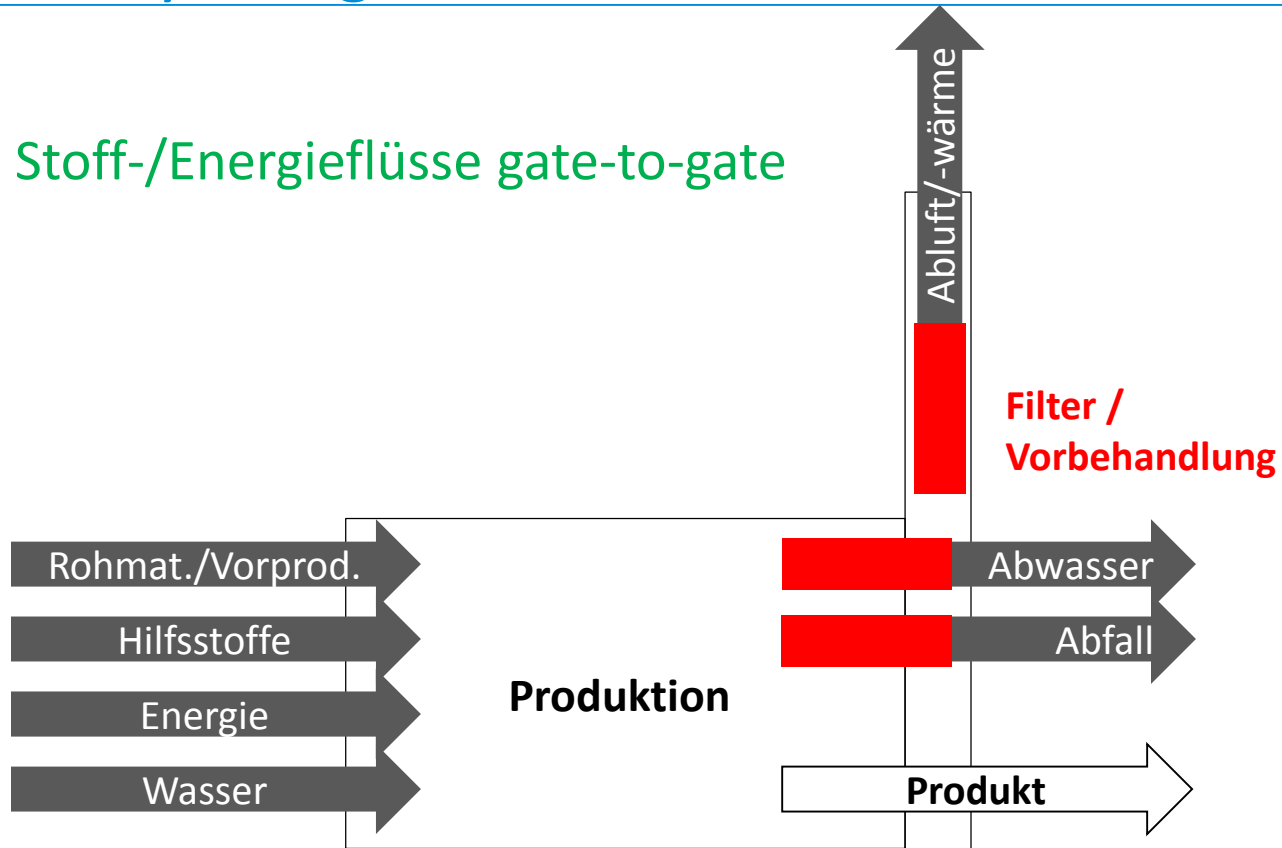


Hauptansatzpunkte für ME in KMU: „gate-to-gate“

- Materialsubstitution (primär Betriebs- und Hilfsstoffe)
- Fertigungsgerechte Produktgestaltung
- Vermeidung von Ausschuss und Abfall im Betrieb
- Optimierung der Produktionslogistik
- **Materialeffiziente Prozessgestaltung** inkl. Produktionsmittel
- Innerbetriebliches Recycling, Kaskadennutzung, Abfalllogistik

PIUS – Systemgrenze

Stoff-/Energieflüsse gate-to-gate





RE „gate-to-gate“ - Ziele des PIUS

PIUS – ProduktionsIntegrierter UmweltSchutz

- Vermindert den Ressourcenverbrauch im Produktionsprozess
- Vermindert den Einsatz von Gefahrstoffen
- Verbessert die Arbeitsbedingungen
- Schließt Kreisläufe in Prozessen oder Betrieben
- Reduziert Abfälle, Abwasser und Abgase bzw. Entsorgungskosten
- Reduziert den Aufwand für end-of-pipe Maßnahmen (Filter)
- Reduziert Betriebskosten, erhöht den Gewinn

→ **“Kosten sparen durch Umweltschutz!”**



Strategien für den betrieblichen Umweltschutz

Überholte Strategie:

Ich habe Rückstände/Emissionen!
Was soll ich damit machen?

PIUS Strategie:

Ich habe Rückstände/Emissionen!
Woher stammen sie?
Wieso sind sie entstanden?

„Wert“ der Reststoffe (Stichwort FKR/RKR)

Faktor 1

Entsorgung
end-of-pipe-
Behandlung



7-15

Rohstoffe / Vorprodukte
Energie
Lager / Maschinen
Bearbeitung / Personal
Reststoffhandling
+ andere Kosten



Umsetzung von RE-Maßnahmen in KMU

- Finden von Ansatzpunkten:
strukturiert auf Basis von Kennzahlen, per KVP oder **Berater-Rundgang**
- Finden und Erarbeiten von Optimierungslösungen:
systematisch in Entwickl./Planungsabt., per Mitarbeiterereinbindung/KVP und durch externe Quellen und **Berater**
- Bewerten - technisch, ökonomisch und **ökologisch:**
bei **einfachen Maßnahmen** oft nicht erforderlich, bei aufwändigen teilweise mit Lebenswegbetrachtung
- Umsetzung: (s.n.S.)
- Kontrolle:
Wirksamkeit und Erfolg der Maßnahme kontrollieren
(ohne Kennzahlen nicht möglich!)



Umsetzung von RE-Maßnahmen in KMU

Kommunikation, Mitarbeiterbindung und -schulung:

- Ziele der vorgesehenen Maßnahmen kommunizieren
- Erarbeitung und Hintergründe der Auswahl transparent machen
(am besten Mitarbeiter bei der Erarbeitung und Auswahl einbinden)
- Dialog anbieten, Bedenken aufgreifen, Mitarbeiter in die Maßnahmenauswahl, -prüfung und -planung einbinden
- Bei Umsetzung ggf. begleitende Schulungen durchführen, besonders bei organisatorischen Maßnahmen
(Bspe.: HVLP, pflanzliche Reiniger, innerbetriebl. Abfallmanagement)
- Kommunikation der Erfolge

einfache ME/PIUS-Maßnahmen I

Die wichtigsten Ansätze für **einfache ME/PIUS-Maßnahmen** sind (I):

- Einkaufsorganisation optimieren: Endabmessungennah beschaffen, keine übergroßen, aber nicht zu geringe Mengen
- Anzahl von Hilfsmaterialien/Chemikalien reduzieren
- weniger gefährliche Chemikalien verbrauchen
- Lagerung optimieren (z.B. „first in, first out“)
- Behälter richtig entleeren
- Verpackungen und deren Größe optimieren
- Werkstücke vorab inspizieren, Ausschuss verringern
- Prozessabläufe/-logistik optimieren (z.B. Farbwechsel)
- Prozessbäder sauber halten, Schmutzeintrag reduzieren
- quasi-kontinuierliche Mindestmengen-Dosierung von Chemikalien

einfache ME/PIUS-Maßnahmen II

Die wichtigsten Ansätze für **einfache ME/PIUS-Maßnahmen** sind (II):

- Badaustrag/-verschleppungen minimieren
- Kontrolle und Pflege von Prozess-Bädern
- reduzierte und gleichmäßige Schichtdicke (QM!)
- Kaskadennutzung der Bäder (z.B. Reinigung, Spülen)
- ordnungsgemäße Wartung (z.B. weniger Leckagen)
- Einbindung, Schulung und Motivation des Personals
- System für Verbesserungsvorschläge

Fazit: Viele einfache Möglichkeiten zur
„Kosteneinsparung durch PIUS“ bzw. ME im Betrieb



einfache ME/PIUS-Maßnahmen – VDI 4075 PIUS

Richtlinienreihe VDI 4075 "Produktionsintegrierter Umweltschutz"

- 4075-1: PIUS - Grundlagen und Anwendungsbereich
- *4075-1.1: Kennzahlen*
- 4075-2: Lackierverfahren
- 4075-3: Gießereitechnik
- 4075-4: Druckereien (Beispiel Bogenoffsetdruck)
- 4075-5: Gesundheitswesen
- 4075-6: Molkereien
- 4075-7: Kunststoffverarbeitung (Extrusion)
- 4075-8: Brauereien
- *4075-x...: Bäckereien, Kompostierung, Metallbearbeitung*



Interesse an weiteren Infos / Beispielen:

Tagesseminar: Erste Schritte zur RE - Kleine Maßnahmen, große Wirkung
für Mitarbeiter aus verarbeitenden Unternehmen und für Berater

- Prinzipien der Ressourceneffizienz
- Umweltmanagementsituation in KMU und Hemmnisse sowie Lösungen bei der Umsetzung von Ressourceneffizienz-Maßnahmen
- Ansatzpunkte für Ressourceneffizienz cradle-to-grave (produktbezogen)
- Schwerpunkt: **PIUS-Beispiele für nichtinvestive Ressourceneffizienz-Maßnahmen in KMU**, z.B. aus den Branchen: Metallbearbeitung (Zerspanen, Lackieren, Galvanisieren), Kunststoffverarbeitung, innerbetriebliche Abfalllogistik

Kosten (zzgl. MwSt.): 48 Euro – inkl. Verpflegung und sämtliche Unterlagen



Quellen / Links zu Kennzahlen und RE+PIUS allg.

- www.vdi-zre.de + www.pius-info.de + www.cleaner-production.de
- Umwelt- und Energiekennzahlen – Einführung: www.umweltschutz-bw.de/?lvl=7376
- „Umweltkennzahlen in der Praxis - Ein Leitfaden zur Anwendung von Umweltkennzahlen in UM-Systemen“; UBA 2013: www.umweltbundesamt.de/publikationen/umweltkennzahlen-in-der-praxis
- „Betriebliche Energie- und Stoffstrommanagementsysteme - Methoden, Praxiserfahrungen, Software- eine Marktanalyse“; Karlsruhe 2000: www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/5779/
- „Energie- und Stoffstrommanagement - Ein positives Fazit für die Unternehmen und für die Umwelt“; Karlsruhe 2004: www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/5784/
- „So einfach geht Ressourceneffizienz - Der Management-Leitfaden für Ihr Unternehmen“; VDI-ZRE 2012: www.pius-info.de/dokumente/download/1465/
- „Mehr Wissen – weniger Ressourcen - Potenziale für eine ressourceneffiziente Wirtschaft“; VDI-Technologiezentrum: www.umweltschutz-bw.de/PDF_Dateien/Downloadbereich/Downloads_2009/VDI_2009_05_Studie_Ressourceneffizienz.pdf
- „Ressourceneffizienz im Fokus der betrieblichen Kostenrechnung“; VDI-ZRE 2014: www.ressource-deutschland.de/fileadmin/user_upload/downloads/kurzanalysen/2014-Kurzanalyse-VDI-ZRE-06-Kostenrechnung.pdf
- „Deutsches Ressourceneffizienzprogramm (ProgRess)“; BMU 2012: www.bmub.bund.de/service/publikationen/downloads/details/artikel/deutsches-ressourceneffizienzprogramm-progress/



Quellen / Links zu Kennzahlen und RE+PIUS allg.

- „PRE-SME – Promoting Resource Efficiency in Small & Medium Sized Enterprises - Industrial training handbook“ (engl.), UNEP 2011:
www.unep.org/resourceefficiency/Business/CleanerSaferProduction/ResourceEfficientCleanerProduction/Activities/PromotingResourceEfficiencyinSMEsPRE-SME/Resources/IndustrialHandbook/tabid/105558/Default.aspx
- **VDI-Richtlinien:**
 - VDI 4800-1 “Ressourceneffizienz - Methodische Grundlagen”
 - VDI 4800-2 “Ressourceneffizienz - Bewertung des Rohstoffaufwands”
 - VDI 4600 “Kumulierter Energieaufwand”
 - VDI 4801 “Ressourceneffizienz in KMU”
 - VDI 4070 „Nachhaltiges Wirtschaften in KMU“
 - VDI 4075 “Produktionsintegrierter Umweltschutz (PIUS)”
 - VDI 4413 „Entsorgungslogistik in prod. Unternehmen“
 - VDI 4431 „Kreislaufwirtschaft für prod. Unternehmen“
 - VDI 4090 „Systemtechn. Methodik zur Planung und Steuerung umweltrelev. Prozesse in der betrieblichen Praxis“
 - VDI 2243 „Recyclingorientierte Produktentwicklung“, ...Link zu den Richtlinien: www.vdi.de/XXXX (z.B. www.vdi.de/4800)
- **Fördermöglichkeiten:**
 - "Förderdatenbank" des Bundeswirtschaftsministeriums: www.foerderdatenbank.de
 - Links auch zu regionalen Fördermöglichkeiten: www.pius-info.de/de/aktuelles/foerdermoeglichkeiten/index.html



Kontakt:

Wilfried Denz Umweltberatung
Gasselstiege 231
48159 Münster
www.denz-umweltberatung.de

Wilfried Denz
Tel.: 0251 23908905
w.denz@muenster.de



Übersicht über Strategien + Maßnahmen zu Produkten

Liste gemäß VDI 4800-1 und VDI 4801 „RE in KMU“

- (1) Werkstoffauswahl / Materialsubstitution
- (2) Leichtbauweise
- (3) Beanspruchungsgerechtigkeit und Sicherheit
- (4) Miniaturisierung
- (5) Fertigungsgerechte Produktgestaltung
- (6) Nutzungsgerechte Produktgestaltung
- (7) Verlängerung der technischen Produktlebensdauer
- (8) Verlängerung der Produktnutzungsdauer
- (9) Produkt-Service-Systeme („Dematerialisierung“)

Quelle: VDI 4800 Blatt 1 (Entwurf) Ressourceneffizienz – Methodische Grundlagen, Prinzipien und Strategien (2014)



Übersicht über Strategien + Maßnahmen zu Produkten

Liste gemäß VDI 4801 „RE in KMU“ (Forts.)

- (10) Kaskadennutzung von Produkten
- (11) Reparierbarkeit
- (12) Recyclinggerechte Produktgestaltung
- (13) Bedienungsanleitung mit Hinweisen zum Nutzerverhalten
- (14) Ressourceneffiziente Gestaltung der Verpackung

Quelle: VDI 4800 Blatt 1 (Entwurf) Ressourceneffizienz – Methodische Grundlagen, Prinzipien und Strategien (2014)



Bsp. 1: Werkstoffauswahl / Materialsubstitution

Die Werkstoffart ist mit entscheidend für den Ressourcenverbrauch eines Produkts in allen Phasen des Produktlebenswegs.

Effizienz durch Materialsubstitution umfasst auch den **Einsatz von Sekundärrohstoffen**, von **Rohstoffen mit effizienterem Abbau** oder von nachwachsenden Rohstoffen. z.B.

- hochfeste statt normale Stähle (weniger Gewicht)
- Edelstahl oder Lackieren statt galvan. Korrosionsschutz
- Verbundmaterialien: evtl. stabiler, aber kaum recycelbar
- Kunststoffe statt Metalle: weniger stabil, aber einfacher umformbar und deutlich leichter.
- Einsatz NaWaRo fraglich bzw. zu prüfen

Quelle: VDI 4800 Blatt 1 (Entwurf) Ressourceneffizienz – Methodische Grundlagen, Prinzipien und Strategien (2014)



Bsp. 2: Leichtbauweise

Leichtbau betrifft die Verminderung des Werkstoffeinsatzes bei

- a) gleichbleibendem Werkstoff, z.B. Veränderungen der Produktstruktur (Gitterstrukturen), oder bei
- b) Einsatz leichter Werkstoffe (z.B. Kunststoff statt Metall).

Beispiel Standbodenbeutel (Deutscher Verpackungspreis 2008)

Bei mobilen Produkten entstehen hierdurch Effizienzsteigerungen auch in der Nutzungsphase.

Werden zum Erreichen geforderter Festigkeitswerte Verbundwerkstoffe eingesetzt, können Ineffizienzen im Recycling entstehen.

Vermindern von zu hohen **Sicherheitsanforderungen**:

In der Praxis werden häufig zu hohe Sicherheitsreserven angesetzt.

Quelle: VDI 4800 Blatt 1 (Entwurf) Ressourceneffizienz – Methodische Grundlagen, Prinzipien und Strategien (2014)



Bsp. 3: Fertigungsgerechte Produktgestaltung

Neben Effizienzpotenzialen im Fertigungsprozess selbst können **Ausschuss und Nacharbeit** vermindert werden.

Beispiele:

- Kleben Anstelle von Schrauben oder Nieten
(es können Zielkonflikte im Recycling auftreten!)
- Galvanisieren: Nichtschöpfend bzw. mit Abflussloch
- **Endabmessungsnahe Vorprodukte!**

Quelle: VDI 4800 Blatt 1 (Entwurf) Ressourceneffizienz – Methodische Grundlagen, Prinzipien und Strategien (2014)



Bsp. 4: Nutzungsgerechte Produktgestaltung

Die **Nutzungsphase** stellt bei energieverbrauchenden Produkten in der Regel die **verbrauchsintensivste Lebensphase** dar.

Beispiele:

Minimieren von Energie- und Betriebsstoffverbrauch, umweltgerechter Betrieb, zeitloses Design, modularer Aufbau, Nutzerverhalten, Erweiterbarkeit, Aufrüstbarkeit, Reparierbarkeit, Funktionsoptimierung, Vermeiden unnötiger Funktionen, Bedienungsanleitung, Bedienbarkeit (einfach, fehlertolerant), Stabilität.

Quelle: VDI 4800 Blatt 1 (Entwurf) Ressourceneffizienz – Methodische Grundlagen, Prinzipien und Strategien (2014)



Bsp. 5: Kaskadennutzung der Produkte

Weiternutzung eines Produkts in einem Anwendungsbereich mit geringeren technischen Anforderungen im Vergleich zur Erstnutzung.

Beispiele:

- Kunststoffe erst stofflich, dann thermisch verwerten
- Altholz erst zu Pressspanplatten, dann thermisch verwerten
- E-Auto-Akkus als stationären Speicher nutzen

Praxisbeispiel: Taschen aus LKW-Planen (oft „Upcycling“ bezeichnet)

Quelle: VDI 4800 Blatt 1 (Entwurf) Ressourceneffizienz – Methodische Grundlagen, Prinzipien und Strategien (2014)



Bsp. 6: Recyclinggerechte Produktgestaltung

Anpassung der Produktgestalt an potenzielle Recyclingverfahren. Produktrecycling ist dem Materialrecycling in der Regel vorzuziehen. Mehraufwendungen einer recyclinggerechten Produktgestaltung bringen aktuell bei mülltonnengängigen Produkten aber oftmals noch keinen Nutzen. Siehe auch VDI 2243, VDI 2343.

Beispiele:

Vereinfachte Schadstoffentfrachtung, Verbesserung der Demontagegerechtheit durch Schnapp- oder Schraubverbindungen, Vermeiden von Klebeverbindungen, Unterstützen von Materialrecycling durch geringe Materialvielfalt, Ermöglichen der Wiederverwendung von Komponenten

Quelle: VDI 4800 Blatt 1 (Entwurf) Ressourceneffizienz – Methodische Grundlagen, Prinzipien und Strategien (2014)



Bsp. 7: Mitarbeiterqualifikation / -potenzial

Mitarbeiter können vielfältige Ideen für die Verbesserung von Arbeitsplätzen, Prozessen, Komponenten und Organisationsabläufen einbringen. Voraussetzungen sind Eigenverantwortlichkeit und Entscheidungsspielräume, das Einbeziehen in Entscheidungsprozesse, eine aufgeschlossene Unternehmenskultur oder positive Rückmeldung zur Umsetzung von Mitarbeiterideen.

Maßnahmen:

Fördern, Umsetzen und Belohnen von Ideen der Mitarbeiter

Schulen und Informieren der Mitarbeiter

Einbinden in KVP

Quelle: VDI 4800 Blatt 1 (Entwurf) Ressourceneffizienz – Methodische Grundlagen, Prinzipien und Strategien (2014)