

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Ressourceneffizienz und Ressourcenschonung
Methodische Grundlagen, Prinzipien und Strategien

Resource efficiency and resource conservation
Methodological fundamentals, principles and strategies

VDI 4800

Blatt 1 / Part 1

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorbemerkung	2	Preliminary note.....	2
Einleitung	2	Introduction.....	2
1 Anwendungsbereich	3	1 Scope	3
1.1 Zielsetzung	3	1.1 Objective.....	3
1.2 Zielgruppe	4	1.2 Target group	4
1.3 Konzeption der Richtlinienreihe zur Ressourceneffizienz und -schonung.....	5	1.3 Structure of the series of standards on resource efficiency and conservation.....	5
2 Begriffe	6	2 Terms and definitions	6
3 Ansatzpunkte und Motive	10	3 Starting points and motives	10
4 Prinzipien	12	4 Principles	12
4.1 Natürliche Ressourcen	12	4.1 Natural resources	12
4.2 Ressourceneffizienz	16	4.2 Resource efficiency	16
4.3 Nutzen.....	17	4.3 Benefit	17
4.4 Ressourcenschonung.....	17	4.4 Resource conservation	17
4.5 Lebensweggedanke	19	4.5 Life cycle thinking.....	19
5 Methodische Grundlagen	24	5 Methodological principles	24
5.1 Bestimmung des Nutzens.....	24	5.1 Determination of the benefit	24
5.2 Systemgrenzen	25	5.2 System boundaries	25
5.3 Bestimmung des Ressourceneinsatzes	28	5.3 Determination of resource input	28
5.4 Bewertung, Umgang mit Zielkonflikten.....	32	5.4 Assessment, handling of target conflicts	32
6 Umsetzung für Produkte und Prozesse	33	6 Implementation for products and processes	33
6.1 Potenziale von Innovationsstufen	34	6.1 Potentials of innovation stages	34
6.2 Strategien und Maßnahmen	36	6.2 Strategies and measures.....	36
Anhang Entscheidungshilfe zur Lebenswegbetrachtung.....	59	Annex Decision support for life cycle perspective.....	59
Schrifttum	65	Bibliography	65
Benennungsindex Englisch – Deutsch	67	Term index English–German.....	67

VDI-Gesellschaft Energie und Umwelt (GEU)

Fachbereich Energie- und Umwelttechnik

VDI-Handbuch Ressourcenmanagement in der Umwelttechnik
VDI-Handbuch Fabrikplanung und -betrieb, Band 2: Modellierung und Simulation
VDI-Handbuch Produktentwicklung und Konstruktion
VDI-Handbuch Produktionstechnik und Fertigungsverfahren, Band 1: Grundlagen und Planung

Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen (www.vdi.de/richtlinien), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Eine Liste der aktuell verfügbaren und in Bearbeitung befindlichen Blätter dieser Richtlinienreihe sowie gegebenenfalls zusätzliche Informationen sind im Internet abrufbar unter www.vdi.de/4800.

Einleitung

Die Anwendung dieser Richtlinie ermöglicht es, den effizienten und schonenden Einsatz natürlicher Ressourcen als Beitrag für eine nachhaltige Entwicklung für Unternehmen greifbarer und messbarer zu machen [1]. Dabei wird auf wichtige Eckpfeiler von Ressourceneffizienz und -schonung eingegangen, auf die Realisierung transparenter Wertschöpfungsnetze und optimierter Prozesse und Produkte. Im Sinne des klassischen Umweltmanagements lässt sich der Ressourceneinsatz bei einzelnen Prozessen und den Stoff- und Energieströmen in Unternehmen verbessern. Weit größere Potenziale erlaubt hingegen eine umfassende unternehmensstrategische Betrachtung der Produkte über ihren gesamten Lebensweg hinweg. Je konsequenter Ressourceneffizienz und -schonung verfolgt werden, desto erfolgreicher wird die Wirkung der Maßnahmen sein, sowohl für einzelne Unternehmen, in vielen Fällen aber auch für die gesamte Volkswirtschaft. Letztlich sollen dadurch auch zukunftsfähige Innovationen und attraktive Geschäftsmodelle gefördert werden.

Diese Richtlinie definiert und erläutert die wesentlichen Rahmenbedingungen, methodischen Grundlagen, inhaltlichen Facetten von Ressourceneffizienz und -schonung sowie Beispiele dazu. Die weiteren Richtlinien in dieser Reihe (siehe Bild 1 in Abschnitt 1.3) geben dann konkrete Unterstützung bei der Ermittlung von zentralen Indikatoren.

Die Richtlinie ist wie folgt aufgebaut: Nach dem Anwendungsbereich in Abschnitt 1 werden in Abschnitt 2 die wichtigsten Begriffe erläutert, um ein einheitliches Begriffsverständnis sicherzustellen.

Preliminary note

The content of this standard has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the standard VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this standard without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions (www.vdi.de/richtlinien) specified in the VDI Notices.

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this standard.

A catalogue of all available parts of this series of standards and those in preparation as well as further information, if applicable, can be accessed on the Internet at www.vdi.de/4800.

Introduction

The application of this standard facilitates the efficient and careful use of natural resources as a contribution to sustainable development by making it more tangible and measurable for companies [1]. It addresses important cornerstones of resource efficiency and resource conservation, the realisation of transparent value chain networks, and optimised processes and products. Within the framework of traditional environmental management systems, resource use in individual processes, as well as the associated material and energy flows in companies, can be optimized. Far greater potential, however, can be realized by taking a comprehensive strategic view on products and their entire life cycle. The more consistently resource efficiency and conservation are pursued, the more successful the impact of the measures will be, both for individual companies and in many cases for the economy as a whole. As a consequence, this will also promote future-proof innovations and attractive business models.

This standard defines and explains the essential conditions, methodological principles, and technical facets of resource efficiency and resource conservation and gives examples. The other standards in this series (see Figure 1 in Section 1.3) give concrete assistance for the determination of key indicators.

The standard is structured as follows: Following the scope in Section 1, Section 2 explains the most important terms and definitions in order to make sure terminology is used consistently. Section 3

Welche betriebs- und volkswirtschaftlichen Vorteile aus ressourceneffizientem und -schonendem Wirtschaften resultieren, stellt Abschnitt 3 dar. Darauf folgend werden Ressourceneffizienz und Ressourcenschonung definiert und erläutert und die Vielzahl natürlicher Ressourcen werden untereinander abgegrenzt (Abschnitt 4). An dieser Stelle wird außerdem darauf eingegangen, wie genau die Grenzen eines betrachteten Systems zu ziehen sind. Dabei wird deutlich gemacht, dass der Einsatz von Ressourcen und deren Auswirkungen in der Regel über die gesamte Wertschöpfungskette zu betrachten sind. Abschnitt 5 vertieft die methodisch wichtigsten Fragen zur Analyse des Ressourceneinsatzes, etwa, wie Sekundärrohstoffe berücksichtigt werden müssen, wie man mit Zielkonflikten oder mit der Berechnung bei gekoppelter Produktion umgeht. Abschnitt 6 stellt mögliche Handlungsstrategien und deren Bedeutung für Innovationen dar.

1 Anwendungsbereich

1.1 Zielsetzung

Ressourceneffizienz und -schonung sind wichtige Ziele nationaler und internationaler Umweltpolitik. Die EU-Kommission hat das Thema bereits 2005 und 2011 mit einer Leitinitiative innerhalb der Strategie Europa 2020 aufgegriffen [2; 3]. Mit dem Green Deal der EU soll eine klimaneutrale und kreislauforientierte Wirtschaft verwirklicht werden [4]. Die deutsche Bundesregierung hat 2012 das Deutsche Ressourceneffizienzprogramm (ProgRess) verabschiedet und inzwischen zweimal fortgeschrieben [5 bis 7]. Auf UN-Ebene hat sich das International Resource Panel des United Nations Environment Programme (UNEP) eingehend mit Themen zur Nutzung von Metallen, Wasser, Flächen u.a. befasst (z.B. [8 bis 10]).

Die vorliegende Richtlinie greift diese Diskussion auf und stellt sie in einen konkreten Handlungsbezug auf der Akteursebene. Die Anwendung der Richtlinie dient der Unterstützung nachhaltiger Entwicklung und dem Erhalt der Lebensgrundlagen jetziger und zukünftiger Generationen. Sie leistet einerseits einen Beitrag zur Schonung der natürlichen Ressourcen, insbesondere

- beim Einsatz von Rohstoffen und Wasser,
- bei der Inanspruchnahme von Flächen,
- sowie zur Minderung von Umweltbelastungen und
- zum Klimaschutz.

Sie leistet andererseits einen Beitrag zur dauerhaften Verfügbarkeit von Rohstoffen.

describes the business and economic benefits that result from resource-efficient and resource-conserving management. This is followed by a definition and explanation of resource efficiency and resource conservation and a differentiation between the various natural resources (Section 4). At this point, it is also discussed how exactly the boundaries of a system under consideration are to be drawn. It makes clear that the use of resources and their impacts shall generally be considered in the entire value chain networks. Section 5 elaborates on the most important methodological questions on analysing resource input, such as how secondary raw materials shall be accounted for, how to deal with target conflicts or with the calculation in coupled production. Section 6 presents possible strategies for increasing resource efficiency or resource conservation and their importance for innovation.

1 Scope

1.1 Objective

Resource efficiency and resource conservation are important goals of national and international environmental policy. The EU Commission has taken up the issue as early as 2005 and 2011 with a flagship initiative within the Europe 2020 strategy [2; 3]. The EU's Green Deal aims to realise a climate-neutral and circular economy [4]. The German Federal Government has adopted the German Resource Efficiency Programme (ProgRess) in 2012 and has since updated it twice [5 to 7]. At UN level, the International Resource Panel of the United Nations Environment Programme (UNEP) has worked in detail on topics like the use of metals, water, land, etc. [8 to 10].

This standard takes up this discussion and places it in a concrete action context at the stakeholder level. The application of the standard serves to support sustainable development and to preserve the living conditions of present and future generations. On the one hand, the standard contributes to the conservation of natural resources, including,

- when using raw materials and water,
- when utilising land and water areas,
- for the reduction of environmental pollution, and
- for climate protection.

On the other hand, it contributes to the long-term availability of raw materials.

Dazu werden Handlungsansätze und Hilfestellungen zur Analyse und Bewertung von technischen und sozioökonomischen Systemen angeboten. Sie dienen dazu, Strategien zum Umgang mit Ressourcen zu entwickeln und zu beurteilen. In vielen Fällen steht die Schonung natürlicher Ressourcen auch im Einklang mit ökonomischen Zielen, etwa dem sparsamen Umgang mit betrieblichen Einsatzfaktoren. Diesem Zweck kann auch eine ökonomische Analyse des Ressourceneinsatzes im Sinne dieser Richtlinie dienen.

Der Einsatz natürlicher Ressourcen ist in seiner zeitlichen und räumlichen Bedeutung umfassend zu betrachten, das heißt, auch bei der Analyse von einzelnen Produkten bis hin zu ganzen Volkswirtschaften sind die indirekten Effekte, die an anderer Stelle oder zu einem anderen Zeitpunkt auftreten, zu beachten (z.B. andere Lebenswegabschnitte, Rebound-Effekte). Für Produkte bedeutet das, den gesamten Lebensweg von der Rohstoffgewinnung, der Herstellung, der Distribution, über die Nutzung bis zur Verwertung und Beseitigung zu betrachten. Für andere Betrachtungsobjekte, z.B. Betriebe oder Organisationen, umfasst dies den Einsatz von Ressourcen entlang der gesamten Wertschöpfungskette von Produkten und Dienstleistungen. Diese umfassende Betrachtung ist auch für die Kreislaufwirtschaft erforderlich: Die Systemgrenzen sind also stets so zu wählen, dass Auswirkungen auf andere Bereiche in die Bewertung einbezogen werden. Die Anwendung der Richtlinie gibt der systemischen Analyse des Ressourceneinsatzes ein größeres Gewicht in der Wirtschaft. In der Praxis hängt dies entscheidend von der begrifflichen Präzisierung und der Bereitstellung vergleichsweise einfach handhabbarer und transparenter Analyse-, Bewertungs- und Umsetzungsmittel ab. In diesem Sinne fokussiert sich die Richtlinie auf Produkte und Organisationen (Unternehmen, Betriebe usw.). Weiterhin berücksichtigt die Richtlinie die Zielvorgaben aus der Politik, volkswirtschaftliche Betrachtungen und die Methodenentwicklung der Wissenschaft.

1.2 Zielgruppe

Zielgruppe der Richtlinie ist die Entscheidungsebene in Organisationen. Dies umfasst alle Personen in Unternehmen und sonstigen Organisationen, die aufgrund ihrer Position und/oder Funktion zur Planung und zum Einsatz von Ressourcen, zur Umsetzung ressourceneffizienter und -schonender Maßnahmen und zur Verbreitung entsprechender Ideen, Ansätze und Methoden maßgeblich beitragen können. Dazu gehören insbesondere folgende Personengruppen:

For this, it presents approaches and assistance for the analysis and assessment of technical and socio-economic systems. These serve to develop and evaluate strategies for dealing with resources. In many cases, conservation of natural resources is in line with economic targets such as the good management of operational input factors. An economic analysis of resource input as defined in this standard can also serve this purpose.

The use of natural resources shall be viewed in its entirety. This means that in the analysis of individual products or of entire economies, the indirect effects that occur in other places or at other times shall be taken into account (e.g. other life cycle stages, rebound effects). For products, this means that the entire life cycle including raw material extraction, manufacturing, distribution, use, and up to their recovery and disposal shall be taken into consideration. For other objects of observation, e.g. companies or organisations, this includes the use of resources in entire value chain networks of products and services. This comprehensive approach is also required to the circular economy: The system boundaries shall therefore always be selected in such a way that impacts on other areas are included in the assessment. The application of the standard gives greater weight to the systemic analysis of resource use in the economy. In practice, this depends very much on the clarification of terms and on the provision of relatively easy-to-use and transparent means of analysis, assessment, and implementation. In this sense the standard focuses on products and organisations (companies, businesses, factories, etc.). In addition, this standard considers the targets specified by politics, national economic considerations, and the development of methods in science.

1.2 Target group

The target group of the standard is the decision-making level in organisations. This includes all persons in companies and other organisations who, due to their position and/or function, can make a significant contribution to the planning and use of resources, to the implementation of resource-efficient and resource-saving measures, and to the dissemination of relevant ideas, approaches, and methods. These include, in particular, the following groups of persons:

- Inhaberinnen und Inhaber
- Geschäftsleitung, Vorstand, Führungskreis und Führungskräfte
- leitendes Personal in Produktion, Beschaffung, Forschung und Entwicklung, Marketing und Vertrieb, Organisations- und Personalentwicklung
- betriebliche Interessensvertretungen

Unterstützungsfunktion übernehmen Einrichtungen und gesellschaftliche Gruppen, die durch ihre Handlungen die Umsetzung der Inhalte dieser Richtlinie unterstützen können. Dazu gehören insbesondere:

- Verbände
- Industrie- und Handelskammern sowie Handwerkskammern
- Gewerkschaften
- Bildungseinrichtungen
- Beratungsinstitutionen und entsprechende Agenturen
- anwendungsorientierte Wissenschafts- und Forschungseinrichtungen Politik und Verwaltung

1.3 Konzeption der Richtlinienreihe zur Ressourceneffizienz und -schonung

Eine Bewertung von Organisationen, Produkten oder Dienstleistungen, wie ressourceneffizient oder ressourcenschonend sie sind, kann nur erfolgen, wenn der Einsatz der natürlichen Ressourcen quantifiziert und relativ und absolut in einen Zusammenhang mit dem damit erzeugten Nutzen gestellt wird. Die Quantifizierung erfolgt über einen Satz von Indikatoren, die als Bausteine zusammengefügt eine Bewertungsgrundlage für den Einsatz natürlicher Ressourcen bilden.

Diese Richtlinie gibt dazu den methodischen Rahmen und definiert Begriffe der Ressourceneffizienz und -schonung, beschreibt die Ressourcenkategorien, gibt allgemeine Analysegrundsätze und -vorschriften sowie Empfehlungen für die Vorgehensweise von Ressourcenanalysen und -bewertungen. Eine ausführliche Charakterisierung der einzelnen Ressourcenkategorien und ihrer Indikatoren sowie deren Berechnung erfolgt in den Richtlinien VDI 4800 Blatt 2 und VDI 4600. Unterstützung bei der praktischen Anwendung der Richtlinien VDI 4800 Blatt 2 und VDI 4600 geben die Richtlinien VDI 4801 und VDI 4803 sowie die Expertenempfehlung VDI-EE 4802 Blatt 1.

Eine Übersicht zu den Richtlinien zur Ressourceneffizienz und -schonung und ihren thematischen Zusammenhang zeigt Bild 1.

- owners
- management, executive board, and executive officers
- senior personnel in production, procurement, research and development, marketing and sales, organisational and human resources development
- employee representatives

Organisations and social groups that are able to support the implementation of the contents of this standard through their actions, take support functions. These include particularly:

- associations
- chambers of industry and commerce and chambers of crafts
- trade unions
- educational institutions
- consultancy institutions and agencies
- institutions of applied science and research politics and administration

1.3 Structure of the series of standards on resource efficiency and conservation

An assessment of how resource-efficient or resource-conserving organisations, products, or services are can only be made if the use of natural resources is quantified and placed in a relative and absolute context in relation to the benefits generated. Quantification is carried out using a set of indicators which, when combined as building blocks, form a basis for the assessment of the use of natural resources.

This standard provides the methodological framework and defines terms and definitions of resource efficiency and conservation. It describes the resource categories and provides general analysis principles and regulations as well as recommendations for the procedure of resource analyses and assessments. A detailed characterisation of the individual resource categories and their indicators as well as their calculation is provided in the standards VDI 4800 Part 2 and VDI 4600. Support for the practical application of the standards VDI 4800 Part 2 and VDI 4600 is provided by the standards VDI 4801 and VDI 4803 and the expert recommendation VDI-EE 4802 Part 1.

Figure 1 provides an overview of the standards on resource efficiency and conservation and their thematic context.

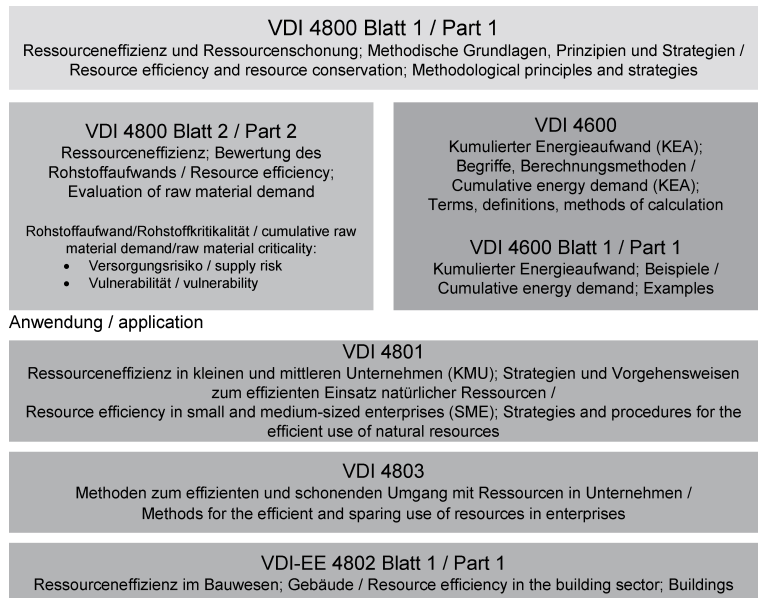


Bild 1. Konzeption der Richtlinien zum Thema Ressourceneffizienz und -schonung

Eine öffentliche Kommunikation von vergleichenden Aussagen zum Ressourceneinsatz bedarf strenger Regeln, wie sie z.B. für vergleichende Aussagen in Bezug zu Umweltwirkungen nach DIN EN ISO 14044 gelten. Diese sind nicht Gegenstand dieser Richtlinien.

Figure 1. Conception of the standards on resource efficiency and resource conservation

Public communication of comparative statements on resource input requires strict rules, like e.g. the ones that apply to comparative statements concerning environmental impacts according to DIN EN ISO 14044. These are not covered in these