

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURENachhaltigkeitsbewertung  
Evaluation of sustainability

VDI 4605

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
<b>1 Anwendungsbereich</b> .....	4	<b>1 Scope</b> .....	4
<b>2 Begriffe</b> .....	5	<b>2 Terms and definitions</b> .....	5
<b>3 Abkürzungen</b> .....	6	<b>3 Abbreviations</b> .....	6
<b>4 Indikatorsysteme zur Operationalisierung der Nachhaltigkeit</b> .....	7	<b>4 Indicator systems for operationalisation of sustainability</b> .....	7
4.1 Übersicht über bestehende Indikatorsysteme .....	7	4.1 Overview of existing indicator systems .....	7
4.2 Systematik dieser Richtlinie.....	8	4.2 Systematic approach of this standard.....	8
4.3 Vorgeschlagenes Indikatorsystem.....	9	4.3 Proposed indicator system .....	9
4.4 Gebrauchsanleitung.....	10	4.4 Instructions for use .....	10
4.5 Bewertung.....	22	4.5 Evaluation.....	22
4.6 Anwendungsbeispiele .....	23	4.6 Application examples .....	23
<b>Anhang A</b> Nachhaltigkeitsbewertung auf der Grundlage von technischen Regeln (zweite Schale) .....	51	<b>Annex A</b> Sustainability evaluation based on technical rules (second shell) .....	51
<b>Anhang B</b> Nachhaltigkeitsindikatorensysteme .	51	<b>Annex B</b> Sustainability indicator systems .....	51
B1 Einleitung.....	51	B1 Introduction .....	51
B2 Ökologische Konzepte .....	52	B2 Environmental concepts.....	52
B3 Kapitalansatz.....	53	B3 Capital approach .....	53
B4 Mehr-Säulen-Ansatz .....	54	B4 Multi-pillar approach .....	54
B5 Mehr-Themen-Ansatz .....	56	B5 Multi-thematic approach.....	56
B6 Nachhaltigkeitsstrategie der deutschen Bundesregierung .....	60	B6 Sustainable development strategy of the German Federal government.....	60
B7 OECD-Indikatoren zur Nachhaltigkeit.....	61	B7 OECD sustainability indicators .....	61
Schrifttum .....	63	Bibliography .....	63

VDI-Gesellschaft Energie und Umwelt (GEU)

Fachbereich Strategische Energie- und Umweltfragen

VDI-Handbuch Energietechnik

## 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](http://www.vdi.de/richtlinien)), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

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

## Einleitung

Die erste Definition von Nachhaltigkeit stammt aus dem Brundtland-Bericht der UN von 1987. Danach befriedigt eine nachhaltige Entwicklung die Bedürfnisse der Gegenwart, ohne zu riskieren, dass künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können.

Seit der Veröffentlichung des Brundtland-Berichts und im Kontext diverser Nachhaltigkeitskonferenzen werden das Nachhaltigkeitskonzept und seine Implementierung von der wissenschaftlichen Gemeinschaft und der Gesellschaft kontrovers diskutiert. Jedoch stimmen die meisten Autoren darin überein, dass unter nachhaltiger Entwicklung eine Entwicklung hin zu einer „bestmöglichen Lebensqualität“ zu verstehen ist, die dauerhaft aufrechterhalten werden kann und auf die gesamte Menschheit ausdehnbar sein sollte. Das Konzept der Nachhaltigkeit adressiert damit sowohl die Lebensqualität für alle Menschen heute als auch die Lebensqualität zukünftiger Generationen. Konsens besteht gleichermaßen, dass die heutigen ökonomischen Aktivitäten ein Ausmaß erreicht haben, das die Wohlfahrt der zukünftigen Generationen beeinflusst oder gar gefährdet, ohne eine ausreichende Lebensqualität in allen Staaten der Erde bereits sichergestellt zu haben.

Im Nachhaltigkeitskontext wird die Frage gestellt, wie zwischen den Generationen, aber auch innerhalb der Generationen, Gerechtigkeit erreicht werden kann, um gesellschaftliche Stabilität zu ermöglichen und Nachhaltigkeit auch langfristig umsetzen zu können. Nachhaltige Entwicklung wird damit als Entwicklungsstrategie verstanden, die sowohl intra- als auch intergenerationale Gerechtigkeit berücksichtigt, also auch Zukunft und Gegenwart gleichermaßen einschließt. Welche Ausprägung eine nachhaltige Entwicklung dabei einnimmt, ist das Ergebnis eines gesellschaftlich-

## 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](http://www.vdi.de/richtlinien)) specified in the VDI Notices.

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

## Introduction

Sustainability was first defined in the 1987 UN Brundtland Report. According to this definition, sustainable development meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs.

Since publication of the Brundtland Report and in the context of various sustainability conferences, the sustainability concept and its implementation have been controversially discussed in the scientific community and society. However, most authors agree that sustainable development is to be understood as a development towards a “best possible quality of life” which can be permanently maintained and should be extendable to all humankind. The concept of sustainability thus addresses the quality of life of all people living today as well as the quality of life of future generations. There is also consensus that today’s economic activities have reached an extent where they have an impact on, or even jeopardise, the welfare of future generations without already having ensured an adequate quality of life in all countries of the world.

The question asked in the context of sustainability is how equity can be achieved between but also within the generations to enable societal stability and to implement sustainability also in the long term. Sustainable development is thus understood as a development strategy that considers intra- as well as intergenerational equity, hence future and present in equal measure. The characteristic features of sustainable development are the result of a sociopolitical discussion and decision-finding process in interaction with scientific paradigms of sustainability.

politischen Diskussions- und Entscheidungsprozesses, der in Wechselwirkung mit wissenschaftlichen Paradigmen der Nachhaltigkeit steht.

Während die Wunschvorstellung der intra- und intergenerationellen Gerechtigkeit allgemein plausibel ist, ist die präzise Messbarkeit von Nachhaltigkeit umstritten. Nach *Jörissen* [1] „ist Nachhaltigkeit kein klar definiertes Konzept, sondern eher ein kontrovers strukturiertes Diskursfeld, auf dem die verschiedenen Akteure um die Durchsetzung ihrer spezifischen Deutung von Nachhaltigkeit konkurrieren“. Auch der Sachverständigenrat für Umweltfragen SRU vermerkt [2], „es entsteht vielfach der Eindruck, dass sich unterschiedliche, oft auch gegensätzliche Ziele unter Rückgriff auf diesen Begriff gleichermaßen gut begründen ließen. Dies habe zur Folge, dass sich die Orientierungsfunktion des Leitbilds der Nachhaltigkeit mehr und mehr auflöst.“ Der inflationäre Gebrauch des Worts „Nachhaltigkeit“ hat die Grenzen des Begriffs verwaschen, was auch mit dessen hohen Abstraktionsgrad zusammenhängt, der erlaubt, den Begriff interessenbezogen zu modellieren [3].

Diese Richtlinie stellt ein einfaches Verfahren zur nachvollziehbaren, vergleichenden Bewertung von Nachhaltigkeit bei Prozessen und Produkten vor. Auch dieses Bewertungsverfahren hat, wie alle anderen, subjektive Anteile und kann eine kontroverse Diskussion der Ergebnisse nicht ausschließen. Deshalb liegt die Betonung bei diesen Verfahren auf einem breiten Ansatz der betrachteten Themen, einer einfachen Bewertung der gewählten Indikatoren und einer guten Nachvollziehbarkeit des Vorgehens.

Nachhaltigkeit und nachhaltiges Wirtschaften ist einer der Leitgedanken unserer heutigen Gesellschaft geworden, auch die Industrie und die einzelnen Unternehmen bekennen sich zu diesem Ziel. Allerdings wird dieses Ziel der Nachhaltigkeit auf so viele Prozesse, Produkte und Systeme angewandt, dass die einheitliche Ausrichtung und die Messbarkeit erschwert werden.

In den letzten Jahren sind zahlreiche Berichte erschienen, die Konzepte zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Ländern und Unternehmen ermöglichen, aber auch für die Bewertung von Produkten und Prozessen verwendet werden können. Man unterscheidet hier zwischen aggregierten und disaggregierten Bewertungssystemen. Beispiele für die „aggregierten Systeme“ sind der „ökologische Fußabdruck“ und der „Living Planet Index“. Die „disaggregierten Systeme“ bieten eine Anzahl von Indikatoren, mit denen einzelne Sektoren des Wirtschaftens bewertet werden können (eine Übersicht über die verschiedenen Systeme befindet sich in

While the idea of intra- and intergenerational equity is generally plausible, the precise measurability of sustainability is disputed. According to *Jörissen* [1] “sustainability is not a clearly defined concept but rather a controversially structured field of discourse in which the various stakeholders compete to assert their specific interpretation of sustainability”. The German Advisory Council on the Environment (SRU) also states that [2] “it often appears that this term could be used equally well for justifying differing, often even opposed goals. Therefore, the orienting function of the overall concept of sustainability becomes increasingly dissolved.” Overuse of the word “sustainability” has blurred the boundaries of the definition, which is also related to its high degree of abstraction, allowing it to be shaped to suit a stakeholder’s needs [3].

This standard presents a simple procedure for reproducible, comparative evaluation of sustainability in processes and products. Like all other evaluation procedures, the one described here has subjective parts and cannot preclude a controversial discussion of the results. Emphasis is therefore placed on a broad approach to the themes considered, a simple evaluation of the indicators selected, and good reproducibility of the procedure.

Sustainability and sustainable economy have become one of the central ideas of today’s society; the industry and the individual businesses also commit themselves to this goal. However, the goal of sustainability is applied to such a multitude of processes, products, and systems that harmonisation and measurability are difficult to achieve.

In recent years, numerous reports have been published which enable concepts for the evaluation of sustainability by countries and businesses while being applicable to the evaluation of products and processes as well. A distinction is made here between aggregated and disaggregated evaluation systems. Examples of “aggregated systems” are the “Ecological Footprint” and the “Living Planet Index”. The “disaggregated systems” provide several indicators that allow individual sectors of economy to be evaluated (an overview of the various systems is given in Annex B). Both the aggregated and disaggregated models offer very detailed de-

Anhang B). Sowohl die aggregierten als auch die disaggregierten Modelle bieten sehr ausführliche Beschreibungen für eine solche Bewertung. Beide haben aber durchweg den Nachteil eines großen Bearbeitungsaufwands, der den einzelnen Ingenieur oder eine Arbeitsgruppe häufig davon abhält, diese Modelle zu verwenden.

Der Richtlinienausschuss hat sich das Ziel gesetzt, eine „Handlungsanweisung für Ingenieure zur übersichtlichen Prüfung und/oder Bewertung von technischen Produkten, Verfahren, Prozessen oder Unternehmen auf Nachhaltigkeit und Verantwortbarkeit“ zu erstellen. Sie muss dem Ziel dienen, eine kritische Reflexion auf individueller und kollektiver Ebene über die Entwicklung von Prozessen, Produkten und Systemen sowie wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Zielen zu ermöglichen. Damit kann sie eine Entscheidungshilfe sein, sowohl bei der Entwicklung von Einzeltechniken – auf individueller oder unternehmerischer Ebene – als auch auf gesellschaftlich-politischer Ebene, z.B. über einen Energiemix, der Nachhaltigkeitskriterien genügt.

## 1 Anwendungsbereich

Die Richtlinie basiert auf der Idee eines Schalenmodells. In der ersten Schale, die im Wesentlichen hier behandelt wird, wird ein disaggregiertes System von wenigen Indikatoren angeboten, mit dem eine schnelle und einfache vergleichende Bewertung des Gegenstands relativ zu einer Alternative versucht werden kann (Abschnitt 3.3). In der zweiten Schale, auf die in der Richtlinie hingewiesen wird, sind unterstützende technische Regeln aufgeführt. In der dritten Schale verweisen wir auf weiterführende bekannte Methoden.

Weitere Informationen hierzu finden sich in Anhang A und Anhang B.

In Abschnitt 4 wird dem Nutzer eine Anleitung gegeben, wie die einzelnen Indikatoren der ersten Schale zu einer Bewertung verwendet werden können. Ferner findet der Nutzer auch Hinweise, wie die Aussagekraft dieses Verfahrens bewertet werden muss und wann zusätzliche technische Regeln oder Gesamtsysteme herangezogen werden sollten.

Ziel des vorgeschlagenen Vorgehens ist es, den Entwicklungsprozess so zu steuern und anzupassen, dass für die entwickelten Systeme und Produkte die ökologischen, ökonomischen und sozialen Ziele in einem ausgewogenen Verhältnis erreicht werden können. Allgemein ausgedrückt, gehören zu diesen Zielen

scriptions for such an evaluation. However, they all have the disadvantage of a high workload which often deters the individual engineer or a work group from using these models.

The Standards Committee has aimed to draw up an “operating procedure for engineers for the approximate review and/or evaluation of technical products, methods, processes or businesses with regard to sustainability and accountability”. It shall allow critical reflection, at the individual and collective levels, of the development of processes, products, and systems as well as economic, social and environmental goals. It can thus be a decision aid in the development of individual techniques – at the individual or business level – but also at the sociopolitical level, e.g. concerning an energy mix that satisfies sustainability criteria.

## 1 Scope

The standard is based on the idea of a shell model. The first shell, which is the main subject of this standard, offers a disaggregated system of few indicators which can be used to try and conduct a quick and easy comparative evaluation of the object under consideration in relation to an alternative object (Section 3.3). In the second shell, which is referenced in the standard, supporting technical rules are listed. In the third shell, further known methods are pointed out.

Further information in this respect is provided in Annex A and Annex B.

In Section 4, the user is given instructions of how to use the individual indicators of the first shell for an evaluation. Furthermore, the user will also find notes on how the significance of this procedure is to be assessed and when additional technical rules or overall systems should be used.

The objective of the proposed procedure is to control and adapt the development process so that the environmental, economic and social goals set for the developed systems and products can be achieved in a balanced manner. Generally speaking, these goals include

- die Reduktion der direkt und indirekt durch das System oder Produkt verursachten Umweltbelastungen,
- die Reduktion sozial unerwünschter Auswirkungen,
- die Förderung positiver sozialer Wirkungen sowie
- die Verbesserung der Wertschöpfung.

Um die einfache Handhabbarkeit sicherzustellen, wurden die bekannten Indikatorensysteme analysiert, bewertet und stark vereinfacht zu einer Indikatorenliste zusammengetragen. Die Zulässigkeit dieser Vereinfachungen muss mit Blick auf die Aussagekraft und die Grenzen der resultierenden Ergebnisse abgewogen werden. Eine saubere Definition der Betrachtungsgrenzen, der verwendeten Modelle und ihrer Vereinfachungen können zu dieser angestrebten einfachen Handlungsanweisung führen, die auch eine Rechtfertigung des gewählten Wegs dokumentiert, siehe Abschnitt 4.5.

- the reduction of the direct and indirect environmental impacts caused by the system or product,
- the reduction of socially undesirable impacts,
- the promotion of positive social effects, and
- the improvement of value creation.

For ease of use, the known indicator systems have been analysed, assessed, and compiled, in greatly simplified form, in an indicator list. The reliability of these simplifications is to be weighed with a view to the significance and the limits of the results obtained. A clear definition of the limits of consideration, the models used and their simplifications can lead to this intended, simple operating procedure which also documents a justification of the path chosen, see Section 4.5.