

Z. dt. Ges. Geowiss., 156/2, S. 247–259, 17 figs., 3 tabs., Stuttgart, Juli 2005

## A hierarchy of natural resources with respect to sustainable development

Friedrich-Wilhelm Wellmer & Michael Kosinowski\*

Wellmer, F.-W. & Kosinowski, M. (2005): A hierarchy of natural resources with respect to sustainable development. [Eine Hierarchie für natürliche Ressourcen – ein Beitrag zur Nachhaltigen Entwicklung.] – Z. dt. Ges. Geowiss., 156/2: 247–259; Stuttgart.

**Abstract:** The concept of sustainable development was developed for the early forestry industry but is also applicable for the use of any raw material from the geosphere as well as from the technosphere. At several geoscience conferences the question has been asked if sustainable development and the exploitation of non-renewable resources is an oxymoron. A solution to this question is presented by suggesting a hierarchy of natural resources.

In most cases it is not the material as such what is needed but its function, its physical or other properties, for example the electrical conductivity of copper, or the heat content of coal. In many instances, certain properties may be substituted: early man used flint for cutting, later followed by bronze, iron, laser and high pressure water-pulse.

Without energy no higher value may be created, no substitute for certain properties may be found. Metals may be smelted from low grade ores, other raw materials may be produced from low grade occurrences if a higher energy input is tolerated. In a hierarchy of raw materials, thus, energy raw materials are on top of the pyramid.

Below we find any raw materials from occurrences which developed within geological times.

The third level comprises anything which is available in almost unlimited amounts on Earth like seawater, air or certain types of rocks like granites, sandstone or clay. The lowermost level contains waste and residues, material from the technosphere as potential raw material for a secondary use.

Sustainable development following this concept means to substitute material from a higher level in hierarchy by material from a lower level. The primary indicator for resource efficiency, thus, is an energy indicator.

**Kurzfassung:** Das Konzept der nachhaltigen Entwicklung wurde für die frühe Forstindustrie entwickelt, lässt sich jedoch auch auf die Nutzung von Rohstoffen aus der Geosphäre und die Wiederverwertung von Recyclingmaterial, also von Rohstoffen aus der Technosphäre, übertragen. Auf mehreren geowissenschaftlichen Konferenzen wurde in jüngster Zeit die Frage diskutiert, ob die Nutzung nichterneuerbarer Ressourcen überhaupt mit der Idee der nachhaltigen Entwicklung in Einklang zu bringen ist. Ein Lösungsvorschlag hierfür wird mit der hierarchischen Bewertung aller Rohstoffe vorgelegt.

In den allermeisten Fällen wird nicht der Rohstoff als solcher oder das Metall selbst benötigt, sondern es sind die Funktion oder Eigenschaften, wie zum Beispiel die elektrische Leitfähigkeit des Kupfers oder der Wärmeinhalt von Kohle. In vielen Fällen lässt sich Ersatz für gewünschte Funktionen finden: früher wurde mit Steinklingen geschnitten, später mit Bronze, Eisen oder mit Laser- oder Wasserstrahlen.

Ohne den Einsatz von Energie kann kein höherwertiges Produkt hergestellt werden, kann kein Ersatz für die Funktion eines anderen Rohstoffes gefunden werden. Rohstoffe können aus Vorkommen mit geringen Wertstoffgehalten gewonnen werden, wenn Energie eingesetzt wird. In einer Hierarchie aller Rohstoffe stehen deshalb die Energierohstoffe an der Spitze.

Darunter sind die Rohstoffe angesiedelt, die in geologischen Zeiträumen gebildet wurden und aufgrund von Anreicherungsprozessen in mehr oder minder hoch angereicherten Lagerstätten auftreten.

Die dritte Ebene bilden Massenrohstoffe, die in praktisch unbegrenzten Mengen auf der Erde vorkommen, z. B. im Meerwasser oder in der Luft oder in weit verbreiteten Gesteinsformationen in der Erdkruste, z. B. Granit, Sandstein oder Tonstein. Die unterste Stufe bilden Abfälle und Rückstände, Stoffe also, die überwiegend aus der Technosphäre stammen und zum wiederholten Male genutzt werden.

Nachhaltige Entwicklung nach diesem Konzept besteht darin, Rohstoffe aus einer höheren Hierarchiestufe jeweils durch Stoffe aus einer niedrigeren Stufe zu ersetzen. Wichtigster Indikator für die Effizienz des Einsatzes von Ressourcen ist deshalb ein Energieindikator.

**Keywords:** natural resources, sustainable development, energy resources, non-metallic resources, metals

**Schlüsselwörter:** Rohstoffe, Nachhaltige Entwicklung, Energieressourcen, Steine und Erden, Metalle

\* Addresses of the authors: Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. mult. Friedrich-Wilhelm Wellmer (e-mail: f.wellmer@bgr.de), Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Stilleweg 2, D-30655 Hannover, Germany; Dr. Michael Kosinowski (e-mail: michael.kosinowski@nlfb.de), Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Postfach 51 01 53, D-30631 Hannover.