

# Nachhaltigkeit bei Altlastensanierungen

Held, Thomas<sup>1</sup> und Koschitzky, Hans-Peter<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ARCADIS Deutschland GmbH, Europaplatz 3, 64293 Darmstadt, [thomas.held@arcadis.com](mailto:thomas.held@arcadis.com)

<sup>2</sup> VEGAS, Versuchseinrichtung zur Grundwasser- und Altlastensanierung, Universität Stuttgart, Pfaffenwaldring 61, 70569 Stuttgart, [hans-peter.koschitzky@iws.uni-stuttgart.de](mailto:hans-peter.koschitzky@iws.uni-stuttgart.de)

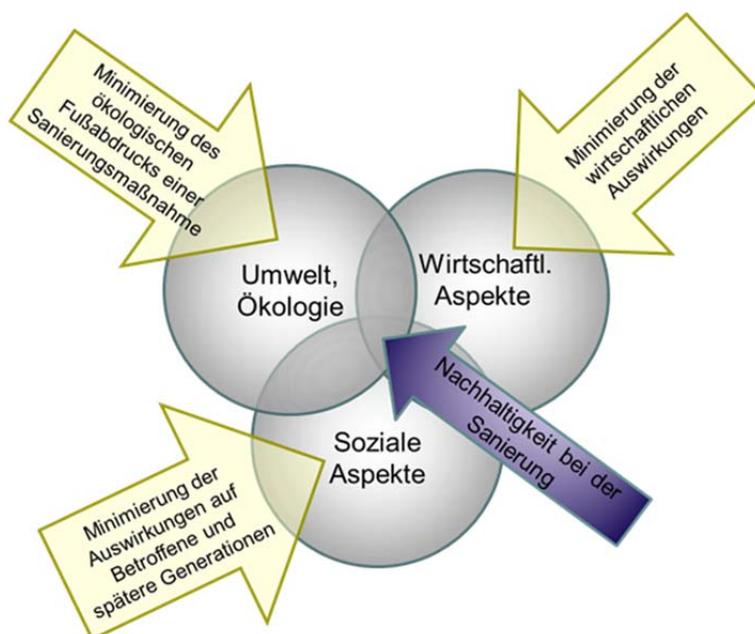
## 1 Einleitung

Im Rahmen einer Sanierungsauswahl wird das für einen spezifischen Standort verhältnismäßigste Sanierungsverfahren ermittelt. Das Vorgehen dazu ist im Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG) und der dazugehörigen Verordnung (BBodSchV) geregelt. Darüber hinaus ist in Art. 20a des Grundgesetzes der Umweltschutz als Staatsziel verankert: „Der Staat schützt auch in Verantwortung für die künftigen Generationen die natürlichen Lebensgrundlagen im Rahmen der verfassungsmäßigen Ordnung durch die Gesetzgebung und nach Maßgabe von Gesetz und Recht durch die vollziehende Gewalt und die Rechtsprechung“. Damit wird deutlich, dass die Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen, somit die Nachhaltigkeit, nicht nur eine Sache der Umweltpolitik, sondern eine gesamtpolitische Querschnittsaufgabe allen staatlichen Handelns ist. Dieser wichtige Grundsatz greift in viele Bereiche des Umweltschutzes ein [7].

Nachhaltigkeit ist keine Erfindung der Neuzeit. Bereits 1560 forderte die Kursächsische Forstordnung, Wäldern nur so viel Holz zu entnehmen, wie nachwachsen kann. Im Jahr 1972 formulierte der *Club of Rome* in seiner Veröffentlichung „Die Grenzen des Wachstums: *„We are searching for a model output that represents a world system that is sustainable without sudden and uncontrollable collapse...“* eine Beschreibung nachhaltiger Wirtschaftssysteme.

Mit der Definition der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung (UN) (Brundtland-Kommission) von 1983 [1]: „Entwicklung zukunftsfähig zu machen heißt, dass die gegenwärtige Generation ihre Bedürfnisse befriedigt, ohne die Fähigkeit der zukünftigen Generation zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse befriedigen zu können“ wurde erstmals der Gedanke der Generationengerechtigkeit, der globalen Gerechtigkeit und der gemeinsamen Behandlung

getrennter Politikfelder in das Thema Nachhaltigkeit aufgenommen. Nach Brundtland ist eine Entwicklung erst dann nachhaltig, wenn sie in ausgewogenem Maße den drei Politikbereichen Gesellschaft, Umwelt und Ökonomie gerecht wird. Dieser Ansatz, der sich durchgängig in allen Nachhaltigkeitsüberlegungen und –diskussionen wiederfindet, wird meist als das „Drei-Säulen-Modell“ der Nachhaltigkeit bezeichnet.



Grafische Darstellung der Nachhaltigkeit bei Sanierungen (aus [6])

## 2 Erste Ansätze zur Nachhaltigkeit bei Sanierungen in Deutschland

In Deutschland spielen im Bereich des nachsorgenden Umweltschutzes, d.h. der Sanierung von Boden und Grundwasser, Nachhaltigkeitsüberlegungen bisher keine maßgebliche Rolle [8]. Deutlich anders ist der Sachverhalt in den Vereinigten Staaten und auch im Europäischen Ausland. Auch wenn die Überlegungen zur Nachhaltigkeit bei Sanierungsmaßnahmen bereits begonnen haben und Verfahren zur Berechnung der Nachhaltigkeit noch nicht sehr weit über eine Ökobilanzierung von Sanierungsverfahren hinausgehen, so sind doch damit die ersten Grundsteine für eine Nachhaltigkeitsbetrachtung bei Sanierungen gelegt. Mit den Maßnahmen

- Minimierung des Energieverbrauchs,
- Maximierung des Einsatzes erneuerbarer Energien,
- Minimierung der Emission von Schadstoffen (z. B. Feinstäube, NO<sub>x</sub> und SO<sub>x</sub>) und von Treibhausgasen (CO<sub>2</sub>),
- Minimierung des Wasserverbrauchs und des Einflusses auf Wasserressourcen,
- Verminderung, Wiederverwendung und Recycling von Materialien und Abfällen,
- Minimierung der Flächeninanspruchnahme und Ökosysteme und
- Nutzung von Synergieeffekten

werden Umweltauswirkungen einer Sanierung berücksichtigt und Maßnahmen zur Minimierung des *Environmental Footprints* (im Sinne einer Umweltbilanz) ergriffen [9]. Teilweise werden diese Forderungen schon abgedeckt durch die im Wasserhaushaltsgesetz (§ 3 Nr. 11) und Bundes-Immissionsschutzgesetz (§ 3 Abs. 6) einheitlichen Formulierungen zum Stand der Technik. Dieser ist „... der Entwicklungsstand fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen, der die praktische Eignung einer Maßnahme zur Begrenzung von Emissionen in Luft, Wasser und Boden [...], zur Gewährleistung einer umweltverträglichen Abfallentsorgung oder sonst zur Vermeidung oder Verminderung von Auswirkungen auf die Umwelt zur Erreichung eines allgemein hohen Schutzniveaus für die Umwelt insgesamt gesichert erscheinen lässt.“

## 3 Nachhaltigkeitsindikatoren

Unter dem Begriff der Nachhaltigkeit bei der Sanierung bzw. deren Beurteilung versteht man den Ansatz, die Auswirkungen eines Sanierungsverfahrens bzw. einer Sanierungsmaßnahme (im Sinne des brundtlandschen Modells) zu minimieren. Dabei ist wichtig festzuhalten: es gibt per se kein nachhaltiges Sanierungsverfahren, es gibt lediglich Sanierungsverfahren die im Vergleich zu anderen beim Einsatz im Rahmen einer Sanierungsmaßnahme nachhaltiger sind als andere [5, 6]. Während dies für das Einzelverfahren noch vergleichsweise einfach möglich erscheint, ergeben sich ein größerer Aufwand und zum Teil nicht unerhebliche Probleme, wenn verschiedene Verfahren miteinander verglichen werden und im Rahmen einer Entscheidungsfindung ermittelt werden soll, welches der Verfahren am nachhaltigsten, dann aber auch im Sinne von „Brundtland“ ist. Einschränkend ist auch zu erwähnen, dass die zur Verfügung stehenden Sanierungsverfahren für einen speziellen Schadensfall meist nicht sehr zahlreich sind. Wegen der Einzigartigkeit jedes Sanierungsstandortes hinsichtlich der Geologie, Hydrogeologie und Transportprozessen einschließlich Retardierung und Abbau sowie den Rahmenbedingungen, wie z. B. geplante Folgenutzung und verfügbarer Budgets, ist die Auswahl infrage kommender Sanierungsverfahren oft stark eingeschränkt.

Der „numerische“ Vergleich mehrerer Sanierungsoptionen erfordert das Zusammenführen der Nachhaltigkeitsvariablen zu einer gemeinsamen *Währung*. Es ist jedoch nicht möglich, verschiedene Variable in verschiedenen Einheiten (Messzahlen) wie z.B. CO<sub>2</sub>-Emission [t], Flächenverbrauch [m<sup>2</sup>], Wasserverbrauch [m<sup>3</sup>] zu kombinieren, noch Beurteilungsvariablen aus den drei Bereichen Gesellschaft, Umwelt und Ökonomie in absoluten Zahlenwerten zu fassen. Mit einer Umwandlung verschiedener Messzahlen in eine dimensionslose Einheit oder Umwandlung der Messzahlen in einen gemeinsamen Nenner (Euro oder CO<sub>2</sub>-

Äquivalente) werden in der Regel nur Teile einer gesamten Bewertung erfasst. Zur Zeit wird nach Lösungen und Möglichkeiten für eine Quantifizierung einer ganzheitlichen (holistische) Betrachtung von (Sanierungs-)Vorhaben auch unter Berücksichtigung aller Bereiche gesucht. Ansätze hierfür liegen international in verschiedenen Ländern vor und werden in den sogenannten SuRF-Foren („Sustainable Remediation Forum“ z.B. SuRF-UK, SuRF-CA, SuRF-US,...) diskutiert und veröffentlicht. Das europaweite Netzwerk NICOLE (Network for industrially contaminated Land in Europe) hat eine Roadmap (Handlungsanleitung) in Zusammenarbeit mit SuRF-UK erarbeitet und veröffentlicht [2], wie die Nachhaltigkeit einer Sanierung beurteilt werden kann. In Deutschland wurde z.B. vom Altlastenforum Baden-Württemberg (af), darauf aufbauend eine vereinfachte Methode entwickelt, die eine Bewertung der Nachhaltigkeit mit vertretbarem Aufwand erlaubt [3]. Die Methode wurde an zahlreichen abgeschlossenen Sanierungen getestet und vereinzelt bereits auch angewandt. Details zum Verfahren mit den Beispielen sind im Handbuch der Altlastensanierung [6] veröffentlicht.

Generell ist eine Abschätzung der Nachhaltigkeit ein Verfahren, das unabhängig mehrere Indikatorengruppen berücksichtigt. Die Erfahrung hat jedoch gezeigt, dass jede Indikatorengruppe einer projektspezifischen Anpassung bedarf. Indikatoren können Messzahlen sein, wie z. B. direkte Kosten, Emission von Treibhausgasen usw. Wichtig ist eine umfassende Definition und die Abwägung und Festlegung der Indikatoren mit deren Hilfe die Nachhaltigkeit beurteilt wird. Wegen unterschiedlicher Interessen der Beteiligten ist es außerdem sehr wichtig, diese Indikatoren und den Bilanzraum einvernehmlich zu definieren und festzulegen. Dies ist umso schwieriger, je komplexer die Gesamt(sanierungs)maßnahme ist. Die Indikatoren der Nachhaltigkeit vollständig zu quantifizieren und damit absolut vergleichbar zu machen ist nicht möglich. Daher besteht heute Konsens darüber, dass eine Nachhaltigkeitsbetrachtung eine Festlegung und gegebenenfalls Quantifizierung der Indikatoren unter Einbeziehung aller Projektbeteiligten (Stakeholder) bedarf. Das Treffen von Entscheidungen erfordert die Verantwortlichkeit aller Projektbeteiligten. Je komplexer ein Standort aus technischer Sicht und auch im Kontext der lokalen Umstände ist, umso größer wird der Einfluss auch der mittelbar Beteiligten.

#### **4 Nachhaltigkeit versus gesetzliche Sanierungserfordernis**

Lange wurde angenommen, dass die Sanierung von Altlasten per se nachhaltig sei, da damit bestehende Gefahren bzw. Gefährdungen beseitigt werden und der Standort einer Wiedernutzung zugeführt und somit der Verbrauch von grünen Flächen vermindert werden kann. Solange es dem verfassungsmäßigen Verhältnismäßigkeitsprinzip entspricht, dass die vom Sanierungspflichtigen im öffentlichen Interesse abverlangten Maßnahmen nicht über Gebühr seine Interessen und Grundrechte belasten, können Sanierungsbemühungen nicht aufgegeben werden. Es besteht auch Konsens darüber, dass die Ziele für ein Umweltkompartiment nicht zugunsten der Ziele für ein anderes aufgegeben werden dürfen (z. B. Abschwächen von Sanierungszielen gegenüber Einsparungen bei der Emission von CO<sub>2</sub>). Diese vereinfachende Annahme ist jedoch nicht immer zutreffend. Beispielsweise führen ein hoher Verbrauch fossiler Energien und der damit verbundene Ausstoß von CO<sub>2</sub> zur Frage, ob es wirklich nachhaltig ist, energieintensive Prozesse zur Sanierung bei nur geringen Schadstoffkonzentrationen anzuwenden. Möglicherweise führen natürliche Schadstoffminderungsprozesse bei geringeren Restkonzentrationen (wenn auch mit höherem Zeitbedarf) auch zum Ziel, so dass z.B. anstelle einer aktiven Sanierung ein MNA Konzept in Betracht kommen kann.

#### **5 Berücksichtigung der Nachhaltigkeit im Altlastenverfahren**

Eine Voraussetzung für die Nachhaltigkeitsbewertung ist, dass die zu bewertenden Sanierungsverfahren prinzipiell genehmigungsfähig sein müssen, d.h. sie müssen geeignet sein, ein erforderliches Sanierungsziel zu erreichen. Nachhaltigkeitsüberlegungen können und sollen auch nicht die vorgeschriebene Verhältnismäßigkeitsprüfung ersetzen oder Sanierungsziele verändern. Die Berücksichtigung der Nachhaltigkeit sollte aber so früh als möglich

in die Sanierungsüberlegungen/-planungen mit einbezogen werden. Nur so kann es zu einem erheblichen Mehrgewinn im Hinblick auf die Nachhaltigkeit einer geplanten Sanierung kommen. Beispiele für die Bewertung der Nachhaltigkeit verschiedener in einem konkreten Projekt in Frage kommender Sanierungsvarianten sind in [4], [5] und [6] beschrieben.

Ist in der Altlastenbearbeitung erst ein bestimmter Punkt überschritten, z.B. Vorlage der Genehmigung der Sanierung durch die Behörde, ist in der Regel keine Rückkehr zu Nachhaltigkeitsbetrachtungen mehr möglich. Allerdings kann ein gewähltes und genehmigtes Sanierungsverfahren durch Anforderungen und Rahmenbedingungen z.B. im Rahmen des Ausschreibungsverfahrens in seiner Nachhaltigkeit optimiert werden. Dies ist im nachfolgenden Beispiel einer Bodenluftabsaugung dargestellt.

## 6 Beispiel: Bodenluftabsaugung

Unter der Annahme, dass die Entscheidung hinsichtlich Sanierungsziel und Sanierungsvariante, d.h. für das Sanierungsverfahren bereits getroffen wurde, lassen sich einige Nachhaltigkeitsprinzipien vergleichsweise einfach anwenden, um ein Verfahren hinsichtlich seines ökologischen Fußabdrucks nachhaltiger zu gestalten. Dies sei am Beispiel einer einfachen Bodenluftabsaugung gezeigt. Die Verwendung gebrauchter Anlagen, die den vorgesehenen Zweck weitgehend erfüllen, greift direkt in die Verminderung, Wiederverwendung und Recycling von Materialien ein. Gängige Praxis ist es, für Bodenluftabsaugen neue Anlagen zu errichten und diese exakt auf die im Rahmen von Vorversuchen ermittelten Startbedingungen ausulegen. Wegen der sich im Laufe der Sanierung oft ändernden Randbedingungen ist dies weder erforderlich noch angebracht. Mit gebrauchten Anlagen lässt sich oft das Sanierungsziel auch erreichen und auch der Aspekt der Gewährleistung, der der Verwendung von gebrauchten Anlagen entgegenstehen könnte, lässt sich meist vertraglich einvernehmlich regeln. Zu berücksichtigen ist aber, dass eine deutlich überdimensionierte Anlage unverhältnismäßig viel Strom benötigen und damit den Gedanken der Nachhaltigkeit konterkarieren könnte.

Einen wesentlichen Beitrag zur Abfallentstehung leistet die Sorption der mit der Bodenluft abgesaugten Schadstoffe auf Aktivkohle. Die beladene Aktivkohle wird entweder thermisch entsorgt oder unter Einsatz hoher Energiemengen regeneriert. Seit vielen Jahren beschäftigt sich die biologische Abluftreinigung mit dem Einsatz von Biofiltern und Biowäschern. Prinzipiell ist dies auch bei der Bodenluftabsaugung von nicht-chlorierten Schadstoffen möglich. Diese Technik wurde zu diesem Zweck in der Vergangenheit durchaus schon in Erwägung gezogen und getestet, aber bisher nicht weiterverfolgt.

Es besteht zudem bei Bodenluftabsauganlagen die Möglichkeit, vor Ort speziell für das Sanierungsprojekt erzeugte regenerative Energien, wie z. B. Photovoltaik oder Kleinwindräder, zur Stromversorgung zu nutzen. Um einen kontinuierlichen Betrieb sicherzustellen, wie dies im Rahmen von Gefahrenabwehren erforderlich sein kann, können im Bedarfsfall konventionelle Energien zugespeist werden. Nicht unbedingt nachhaltig ist die Verwendung von Ökostrom aus dem allgemeinen Stromnetz, da dieser an anderem Ort fehlt und durch konventionellen Strom ergänzt werden muss. Bislang wird im Falle eines Neubaus auch noch nicht immer konsequent geprüft, ob bestimmte Anlagenkomponenten mit höherer Energieeffizienz verfügbar sind. Allerdings ist in der Verordnung über die Vergabe öffentlicher Aufträge bereits vermerkt, dass in der Leistungsbeschreibung im Hinblick auf die Energieeffizienz das höchste Leistungsniveau an Energieeffizienz und soweit vorhanden, die höchste Energieeffizienzklasse im Sinne der Energieverbrauchskennzeichnungsverordnung verlangt werden sollen.

## 7 Zusammenfassung und Ausblick

Ausgehend von der Erläuterung der Begrifflichkeit „Nachhaltigkeit bei der Altlastensanierung“ werden die Grundlagen und Voraussetzungen einer Bewertung der Nachhaltigkeit abgeleitet

und ein einfaches Bewertungsschema und mit Kriterienkatalog für die drei Kategorien Umwelt/Ökologie, Wirtschaft und Soziales/Gesellschaft vorgestellt und an Praxisbeispielen erläutert. Das vorgeschlagene Bewertungsschema zeigt eine Möglichkeit eines ersten Schritts zu einer „nachhaltigen Altlastensanierung“ auf.

Mit Blick auf die gängige Praxis der Auswahl von Sanierungsoptionen ist zur stärkeren Berücksichtigung der Nachhaltigkeit eine Erweiterung der Auswahlkriterien unter Einbeziehung der Interessen späterer Generationen und gesamtwirtschaftlicher Interessen erforderlich. Die drei Säulen der Nachhaltigkeit Umwelt/Ökologie, Wirtschaft und Soziales/ Gesellschaft sollten auch im Rahmen der Altlastensanierung eine ausgewogen gewichtete Wertung erfahren und letztendlich Nachhaltigkeitsaspekte in der Praxis der Altlastensanierung zukünftig stärker eingebunden werden.

## Literaturhinweise

- [1] Volker Hauff (Hrsg.): Unsere gemeinsame Zukunft. Der Brundtland-Bericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung. Herausgeber: Volker Hauff, 1987, Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future; Eggenkamp Verlag, Greven 1. Auflage 1987, 2. Auflage 1999, ISBN 3-923166-16-8; sowie Staatsverlag der DDR, Berlin 1990, ISBN 3-329-00698-6.
  - [2] NICOLE Roadmap Sustainable Remediation, 2010, <http://www.nicole.org/>
  - [3] H. Dörr und H.-P. Koschitzky: Grüne Sanierung - Green Remediation, Eine neue, innovative Sanierungsstrategie? <http://www.altlastenforum-bw.de>
  - [4] CL:AIRE, 2014: Sustainable Management Practices for Management of Land Contamination, SuRF-UK, ISBN 978-1-905046-25-6, <http://www.claire.co.uk/>
  - [5] H. Dörr und H.-P. Koschitzky: Nachhaltigkeit bei Boden- und Grundwassersanierungen – ein einfaches aber aussagekräftiges Bewertungsverfahren, TerraTech, 1/2014
  - [6] H. Dörr: Nachhaltigkeit bei Altlastensanierungen - Ein Bewertungsverfahren mit Beispielen, Handbuch der Altlastensanierung, In Franzius, V., Altenbockum, M. & Gerhold, T. (Hrsg.): Handbuch Altlastensanierung und Flächenmanagement. 55. Aktual., 3rd Edition, C.F. Müller Verlag, 2015.
  - [7] Held, T., Noé, K. (2012): Green and Sustainable Remediation – eine Perspektive bei der Altlastenbearbeitung. Chemie Ingenieur Technik 84 (7), 1062-1069.
  - [8] Held, T. (2012): Green and Sustainable Remediation – eine Perspektive bei der Altlastenbearbeitung. HLOG Jahrbuch 2011, 65-67.
  - [9] Held, T., Slenders, H., Dols, P., Verburg, R., De Vries, A, Schreurs, J. (2010): Nachhaltigkeit bei der Grundwassersanierung – Synergie von Sanierung und Energiegewinnung. In: Handbuch Altlastensanierung, C.F. Müller Verlag, Heidelberg, 60. Aktualisierung, 3. Aufl. Januar 2010, 5916.
-