

Grüne Sanierung – Nachhaltige Sanierung

Helmut Dörr und [Hans-Peter Koschitzky](#)

Dr. Helmut Dörr Consult, Wiesloch, www.dr-helmut-doerr-consult.de
Dr.-Ing. Hans-Peter Koschitzky, VEGAS, Universität Stuttgart, www.vegas.uni-stuttgart.de



Seminar 07/2012
Sanierungspraxis
Stuttgart, 25. Oktober 2012

Nachhaltigkeit bei der Sanierung

Helmut Dörr und [Hans-Peter Koschitzky](#)

Dr. Helmut Dörr Consult, Wiesloch, www.dr-helmut-doerr-consult.de
Dr.-Ing. Hans-Peter Koschitzky, VEGAS, Universität Stuttgart, www.vegas.uni-stuttgart.de



Seminar 07/2012
Sanierungspraxis
Stuttgart, 25. Oktober 2012

Einleitung

- Was bisher geschah
- Begriffe, Definition
- Vorschlag Bewertungskriterien
- Testbewertung, Fallbeispiele
- Zusammenfassung, Ausblick

Thema, initiiert 2010 im AK des af

altlastenforum *Flächenrecycling,
Boden- und
Grundwasserschutz* | Arbeitskreis
Innovative Erkundungs-, Sanierungs- und
Überwachungsmethoden
Baden-Württemberg e.V.

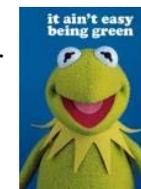
- Erste Diskussion, 31. Sitzung, 10.09.2010
- Vorstellung Ergebnisse einer Literatur-Internet-Recherche, 32. Sitzung, 28.01.2011
- 2-seitiger Beitrag zum Thema Ökobilanz/Green Remediation, bilaterale Ausarbeitung eines ersten Vorschlags, weitere Abstimmung im AK per E-Mail
- Umfrage / Diskussion per E-Mail im af und bei externen Partner (AK ist Mitglied in der Technologieplattform im ÖVA) 03.05.2011
- Einarbeitung der Rückläufe
- Diskussion des Themas / externer Referent 33. Sitzung, 16.08.2011
- Kurzer Beitrag im af-info 1/2011, September 2011, nochmalige Diskussionsaufforderung
- Vortrag beim DECHEMA Symposium am 21. und 22.11.2011 in Frankfurt,
- Einarbeitung der Diskussionsbeiträge, Aufstellung von Kriterien, Projekte analysieren

Thema, initiiert 2010 im AK des af (2)

- Vortrag und Diskussion 35. AK am 16.03.2012
- Vortrag beim GAB Altlastensymposium, Bamberg 2012
- Vortrag und Diskussion 36. AK am 28.09.2012
- Vortrag beim Seminar „Sanierungspraxis“, Fortbildungsverbund Boden und Altlasten Baden-Württemberg in Kooperation mit der EnBW Gas GmbH, 25.10.2012
- Vortrag beim Fachgespräch Altlasten "Sanierungen unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit", der HLUG, 5.11.2012
- Vortrag bei der „2nd International Conference on Sustainable Remediation 2012, Vienna, Austria, 14. – 16. 11.2012
- Poster beim Dechema Symposium „Strategien zur Boden- und Grundwassersanierung“, 26. – 27.11.2012 November 2012
- Vortrag beim ITVA Altlastensymposium 2013 - angemeldet

Begriffe, Definition

- "grüne Sanierung,, (green remediation) hat sich in der Diskussion nicht durchgesetzt



- "Nachhaltige Sanierung,, oder „Nachhaltigkeit bei der Sanierung“



Definition



NICOLE Road Map for
Sustainable Remediation, Sept. 2010

- *A sustainable remediation project is one that represents the best solution when considering environmental, social and economic factors – as agreed by the stakeholders*
www.nicole.org/sustainability: How to implement sustainable remediation in a contaminated land management project ? NICOLE Sustainable Remediation Work Group 2012 report
- "Nachhaltige Sanierung" bezeichnet die Berücksichtigung aller Umweltauswirkungen bei der Sanierungsplanung und auch bei der Überprüfung und Optimierung laufender Sanierungen, sowie die Umsetzung aller Möglichkeiten, um den ökologischen Fußabdruck von Projekten und die nachteiligen Auswirkungen auf Betroffene während und nach der Sanierung zu minimieren.

Folgerungen aus der Definition

- Es gibt keine per se nachhaltige Sanierungstechnologie. Lediglich im Vergleich unterschiedlicher Sanierungsvarianten kann in der Planungsphase eine Bewertung über nachhaltigere bzw. weniger nachhaltige Varianten erfolgen.
- Die Beurteilung, ob eine Sanierungstechnologie oder allgemein eine Sanierung nachhaltig ist, muss standort- und schadstoffspezifisch in jedem Einzelfall auch unter Berücksichtigung des Sanierungsumfeldes erfolgen.

Folgerungen aus der Definition (2)

- Die sich beim Bau, Betrieb und der Überwachung einer Sanierung bietenden Optimierungsmöglichkeiten sind unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten zu prüfen.
- Die Prüfung der Nachhaltigkeit ersetzt nicht die Verhältnismäßigkeitsprüfung.
- Mit Nachhaltigkeitskriterien allein kann eine Sanierungserfordernis nicht verneint bzw. eine laufende Sanierung nicht abgeschlossen werden, d.h. sie ersetzen keine Sanierungsziele.

Vorschlag für Bewertungskriterien

- Drei Oberbegriffe:
Umwelt, Wirtschaftlichkeit und Soziales.



- Jeder Oberbegriff ist in fünf Kategorien unterteilt (z.B. Umwelt in Luft, Boden, Wasser, Ökologie und Ressourcen/Abfall).
- Für die einzelnen Kategorien werden jeweils bis zu vier Unterkriterien zur inhaltlichen Erläuterung angegeben.

Vorschlag für Bewertungskriterien (Umwelt)

| Kategorie | Kriterien |
|--|---|
| Umwelt 1 Luft | Treibhausgase (CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, O ₃ , VOC, ODS(FCKW)) |
| | NO _x , SO _x |
| | Feinstaub, PM ₅ , PM ₁₀ |
| Umwelt 2 Boden | Veränderung der physikalischen, chemischen biologischen Bodenfunktionen |
| | Chemische Zusammensetzung und Gehalt an organischem Material |
| | Erosion und Bodengefüge (Drainage- Filterfähigkeit) |
| | Geotechnische Eigenschaften |
| Umwelt 3 Grund- und Oberflächenwasser | Änderungen in der Zusammensetzung (Schadstoffe, Nährstoffe) |
| | Einfluss auf Wassergewinnung |
| | Einfluss auf Überschwemmungen |
| Umwelt 4 Ökologie | Einflüsse auf Flora, Fauna, Nahrungskette und ökologische Gemeinschaften |
| | Störungen der Ökologie (Licht, Lärm, Erschütterungen) |
| | Einsatz von Geräten/Einrichtungen zum Schutz oder Beeinflussung der Fauna (z.B. Vögel, Fledermäuse) |
| | |
| Umwelt 5 Natürliche Ressourcen und Abfall | Verbrauch an Land und Materialien (Abfall, Recycling)) |
| | Einsatz regenerativer Energiequelle, Erzeugung regenerativer Energie |
| | Wasserverbrauch |

Vorschlag für Bewertungskriterien (Ökonomie)

| | | |
|------------|----------------------------------|--|
| Wirtsch. 1 | direkte Kosten /Nutzen | Sanierungskosten |
| | | Steigerung des Grundstückswerts |
| | | Minimierung von Haftungsrisiken |
| Wirtsch. 2 | indirekte Kosten /Nutzen | Einfluss auf Rückstellungen, Zinsen, Steuern |
| | | Gerichts- und Gutachterkosten |
| | | regionale wirtschaftliche Situation |
| Wirtsch. 3 | Beschäftigung, Arbeitsplätze | Schaffung von Arbeitsplätzen |
| | | Gelegenheit für Aus- und Weiterbildung |
| | | Innovationen, neue Berufe |
| Wirtsch. 4 | Induzierte Kosten/Nutzen | Fördermöglichkeiten |
| | | Investitionsmöglichkeit |
| | | Kombination mit anderen Projekten zur Erhöhung der Effizienz |
| Wirtsch. 5 | Projektlaufzeit und Flexibilität | Anfälligkeit für Kostenrisiken (Lohnsteigerungen, technologische Risiken, Vertragsrisiken) |
| | | Anfälligkeit gegenüber Änderungen der wirtschaftlichen Situation und Klimaänderungen |
| | | Fähigkeit der Anpassung an gesetzliche, Administrative Änderungen |

Vorschlag für Bewertungskriterien (Sozial)

| | | |
|----------|---|--|
| Sozial 1 | Gesundheitsschutz und Arbeitssicherheit | Risikomanagement zur Verhinderung von gesundheitlichen Schäden, Langzeitbasis, Chronische und akute Risiken |
| Sozial 2 | Ethik | Sind bestimmte Bevölkerungsgruppen, spätere Generationen unverhältnismäßig beeinflusst Arbeiten die Firmen unter ethischen Grundsätzen (Korruption, Nachhaltigkeit, Arbeitsverträge, Lohn) |
| Sozial 3 | Nachbarschaft | Einfluss auf angrenzende Gebiete (Staub, Licht, Lärm, Geruch, Erschütterungen) Einfluss auf die unbefugte Standortnutzung |
| Sozial 4 | Gemeinden, Gemeinschaften | Einfluss auf das Gemeindeleben (Wohnen, Arbeiten, Einkaufen, Freizeit) Informationspolitik (Transparenz, Einbindung der Gemeinden direkt oder über Repräsentanten) |
| Sozial 5 | Unwägbarkeiten, Sicherheit | Qualität der Untersuchungen, Bewertungen und Möglichkeit auf neue Erkenntnisse zu reagieren Qualität der Nachhaltigkeitsbewertung der einzelnen Sanierungsvarianten und Qualität der Gefährdungsabschätzung und der Ableitung von standortspezifischen Sanierungszielwerten |

Der Kriterienkatalog orientiert sich an den Nachhaltigkeitskriterien von SURF UK und NICOLE

Bewertungsprinzip

- Vergleichende Bewertung gegenüber einem Basis-Sanierungsszenario.
- Basis-Sanierungsszenario: Stand der Technik – das in der Regel am häufigsten eingesetzte Verfahren.
- Beispiel: Basis-Sanierungsszenario für einen CKW-Grundwasserschaden in einem Kiesaquifer kann eine P&T-Maßnahme mit Wasserreinigung nach dem Stripp-Verfahren und anschließender Aktivkohlereinigung sein.

Bewertungsgrundlagen

- Aufstellung von Basis-Sanierungsszenarien durch unabhängige Gremien (Vertreter von Altlastenbesitzern, Ingenieurbüros, Behörden und Forschung).
- Nachhaltigkeitsbewertung durch Vergleich mit Basis-Sanierungsszenario
 - besser (+),
 - schlechter (-)
 - gleich (0)



Bewertungsgrundlagen

- Kriterien sind nicht fest vorgegeben.
- Kriterien können und müssen für jeden Einzelfall individuell angepasst werden.
- Die Wertigkeit der Kriterien ist mit allen Beteiligten im Vorfeld möglichst verbindlich und im Konsens abzustimmen.
- Die Gewichtung der Kriterien kann unterschiedlich sein.

Test-Bewertungen abgeschlossener Projekte

- Dampf-Luft-Injektion KA-Durlach
 - Basis Szenario: Air-Sparging mit BoLu-Absaugung
- Funnel & Gate, Kiesgrube Teningen (vorgestellt beim Karlsruher Altlastenseminar 2012)
 - Basis Szenario: Deponieabdichtung, -umschließung mit SiWa Fassung
- Bürstadt, HIM, ISCO + P&T (vorgestellt beim Karlsruher Altlastenseminar 2012)
 - Basis Szenario: P&T
- ERBA, Bamberg Flächenrecycling (vorgestellt beim GAB Altlastensymposium 2012)
 - Basis Szenario: Aushub und Entsorgung

Thermische In-situ-Sanierung, CKW-Schaden

ÖVA-Sanierungsreport SR 001 (Rev. 01)

CKW-Boden- und Grundwasseranierung unter einem historischen, bewohnten Gebäude mittels Dampf-Luft-Injektion ins Grundwasser



10. PROJEKTZIELSETZUNG

11. ANSCHENDEBEWERTUNG

11.1. STANDORTCHARAKTERISIERUNG

11.2. PLANUNG

1. Einweisung / Übersicht

Mitten in der Altstadt von Karlsruhe-Durlach befindet sich unmittelbar der Hauptbahnhof einer ehemaligen Chemischen Fertigung das Schadstoffzentrum eines CKW-Schadens (s. a. P&T), der sich über die umliegende bis in die geringste Zone erstreckt. Im Rahmen eines Vorvertrags (Erdbeurteilung) des innovativen Verfahrens der Dampf-Luft-Injektion (DLI) zur Prüfung der Durchdringung und der vertikalen Ausdehnung im Jahr 2005 sowie der anschließenden Sanierung im Jahr 2010 konnten rd. 500 kg CKW aus der geringsten und der angrenzenden Zone entfernt werden. Die Sanierungsfläche betrug rund 330 m² innerhalb einer ehemaligen chemischen Fertigung und des Gebäudebereichs, die vertikale Ausdehnung des Schadens konnte auf 7 m u. SOK eingegrenzt werden. Das denkmalgeschützte Gebäude wird im Folgenden als Aushub genutzt, die darunter liegenden Werkzeuge sind bewahrt.

ÖVA-Sanierungsreport SR 001 (Rev. 01)

11.3. ERGEBNISBEWERTUNG

11.4. ZUSAMMENFASSUNG

11.5. FOLGERUNGEN

11.6. ANMERKUNGEN

11.7. VERFAHREN

11.8. ERGEBNISBEWERTUNG

11.9. ZUSAMMENFASSUNG

11.10. FOLGERUNGEN

11.11. ANMERKUNGEN

11.12. VERFAHREN

Test-Bewertungen abgeschlossener Projekte

- Dampf-Luft-Injektion KA-Durlach
 - Basis Szenario: Air-Sparging mit BoLu-Absaugung
- Funnel & Gate, Kiesgrube Teningen (vorgestellt beim Karlsruher Altlastenseminar 2012)
 - Basis Szenario: Deponieabdichtung, -umschließung mit SiWa Fassung
- Bürstadt, HIM, ISCO + P&T (vorgestellt beim Karlsruher Altlastenseminar 2012)
 - Basis Szenario: P&T
- ERBA, Bamberg Flächenrecycling (vorgestellt beim GAB Altlastensymposium 2012)
 - Basis Szenario: Aushub und Entsorgung

Test-Bewertungen abgeschlossener Projekte

- Dampf-Luft-Injektion KA-Durlach
 - Basis Szenario: Air-Sparging mit BoLu-Absaugung
- Funnel & Gate, Kiesgrube Teningen (vorgestellt beim Karlsruher Altlastenseminar 2012)
 - Basis Szenario: Deponieabdichtung, -umschließung mit SiWa Fassung
- Bürstadt, HIM, ISCO + P&T (vorgestellt beim Karlsruher Altlastenseminar 2012)
 - Basis Szenario: P&T
- ERBA, Bamberg Flächenrecycling (vorgestellt beim GAB Altlastensymposium 2012)
 - Basis Szenario: Aushub und Entsorgung

Bürstadt, HIM, CKW-Schaden: ISCO + P&T

8) BÜRSTADT, CHEMISCHE REINIGUNG, MAINSTRASSE

Auf dem Grundstück in der Mainstraße 5 in Bürstadt wurde von 1973 bis 1996 eine chemische Reinigung betrieben.

1996 wurden Grundwasserkontaminationen mit LHKW-Gehalten bis 15 mg/l festgestellt. Daraufhin erfolgte am 19.05.1999 die Altlastenfeststellung durch das Regierungspräsidium.

Allgemeine Standortdaten
 Kontaminationsfläche: 16.000 m²
 Entfernung zur Eintragstelle: 350 m
 Tiefe: ca. 3-19 m u.GOK
 Nutzung: Wehngelände

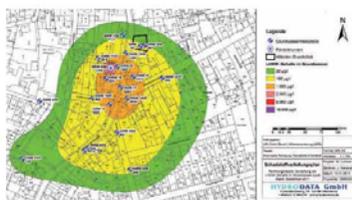
Kontaminationsituation
 Bodenkluft LHKW bis 170 mg/m³
 Grundwasser LHKW bis 55 mg/l

Nach Übertragung an die HIM-ASG wurde seit 2004 bis Anfang 2007 die Ausdehnung des Schadens weiter erkundet. Die dem Untersuchungsgebiet wurden LHKW-Gehalte im Grundwasser bis 55 mg/l festgestellt und es konnte die Schadstofffahne mit einer Breite von ca. 250 m und einer Länge von ca. 350 m erfasst werden.

Auf diesen Ergebnissen aufbauend wurde eine Variantenstudie über mögliche Sanierungstechnologien erstellt, die neben Pump-and-Treat-Maßnahmen auch den Einsatz mikrobiologischer und anderer In-situ-Verfahren geprüft hat.

Im Anschluss daran wurde ein Konzept

Nachhaltige Sanierung
 Helmut Dörr & Hans-Peter Koschitzky



Schadstoffverbreitungskarte

auch eine vertragliche Regelung über das zeitliche Erreichen von Sanierungszielen vereinbart.

Im Jahr 2011 wurden ermittelt:
 Grundwasser: 30.000 m³ gefördert
 Verbrauch: 145 m³
 Natriumpermanganat 40 %: 8 m³
 Jährliche Schadstoffmenge LHKW Grundwasser: 1.850 kg

Das Sanierungskonzept sieht einen zentralen Abpumpbrunnen vor, in dem Grundwasser zur Erzeugung eines hydraulischen Gefälles abgepumpt wird, die das natürliche Gefälle in Bürstadt nur sehr gering ausgeprägt ist. Um den Abpumpbrunnen sind Eingabepumpen für das Oxidationsmittel stromaufwärts angeordnet.

Weiterhin wurde durch die begleitende Analytik festgestellt, dass das Oxidationsmittel vollständig im Untergrund verbraucht wurde.

Durch die Injektion von Oxidationsmittel sowie das Abpumpen von Grundwasser wurden 2011 insgesamt ca. 1.550 kg Schadstoffe aus dem Untergrund entfernt.

permananganattung nach Verdünnen auf eine ca. 1 %ige Lösung in die PEGel injiziert wurden. Durch die Injektionen ist ein deutlicher Schadstoffrückgang im Sanierungsgebiet und im zentralen Abpumpbrunnen festgestellt worden. Auch nach einer Eingabepause von mehreren Monaten konnte kein signifikanter Wiederanstieg beobachtet werden.

Quelle:
 HIM GmbH Bereich
 Altlastensanierung - HIM
 ASG - Jahresbericht 2011,
 Seite 30
<http://www.him-asg.de/service.php/Medien/Jahresberichte#69p>

Sanierungskonzept
 In-situ chemische Oxidation mit Abpumpen von Grundwasser zur Erzeugung eines hydraulischen Gefälles

Fortbildungsverband
 Boden und Altlasten
 Baden-Württemberg

Test-Bewertungen abgeschlossener Projekte

- Dampf-Luft-Injektion KA-Durlach
 - Basis Szenario: Air-Sparging mit BoLu-Absaugung
- Funnel & Gate, Kiesgrube Teningen (vorgestellt beim Karlsruher Altlastenseminar 2012)
 - Basis Szenario: Deponieabdichtung, -umschließung mit SiWa Fassung
- Bürstadt, HIM, ISCO + P&T (vorgestellt beim Karlsruher Altlastenseminar 2012)
 - Basis Szenario: P&T
- ERBA, Bamberg Flächenrecycling (vorgestellt beim GAB Altlastensymposium 2012)
 - Basis Szenario: Aushub und Entsorgung

Nachhaltige Sanierung
 Helmut Dörr & Hans-Peter Koschitzky

Seminar 07/2012 - Sanierungspraxis
 Stuttgart, 25. Oktober 2012

Fortbildungsverband
 Boden und Altlasten
 Baden-Württemberg

ERBA, Bamberg Flächenrecycling

26. APRIL - 7. OKTOBER
 BAMBERG 2012
 LANDESGARTENSCHAU



Industriebrache ERBA steht vor ihrer zweiten Blüte

1992 musste die Baumwollspinnerei ERBA aufgrund der starken Konkurrenz in Fernost ihre Pforten schließen. Seitdem war das Gelände ungenutzt. Das Grundstück bildet die nördliche Spitze von Bamberg Mitte - einer Insel - auf der sich das historische Zentrum der Stadt befindet. Ihr Pendant ist die Parkanlage „Hain“, der größte Bürgerpark Bayerns aus dem 19. Jahrhundert, auf der südlichen Inselspitze. Mit dem Zuschlag für die Gartenschau im Jahr 2002 bot sich der Stadt Bamberg die einmalige Chance, die Industriebrauerei in eine blühende Kulturlandschaft zu verwandeln und so einen Meilenstein in der Stadtentwicklung zu setzen: Auf der ERBA entsteht mit der neuen Parkanlage ein Naherholungsraum und, dank Unicampus samt Studentenwohnheim und hochwertigen Wohnanlagen, auch ein neuer Stadtteil.

Quelle: <http://www.bamberg2012.de/web/de/index.php>

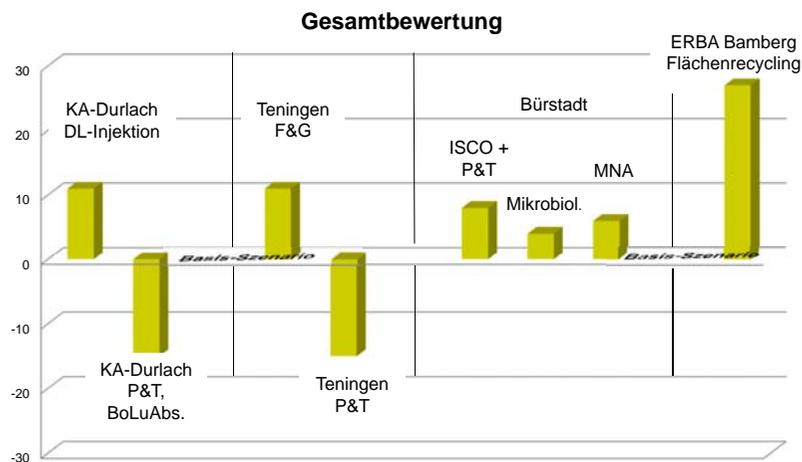
Nachhaltige Sanierung
 Helmut Dörr & Hans-Peter Koschitzky

Seminar 07/2012 - Sanierungspraxis
 Stuttgart, 25. Oktober 2012

Fortbildungsverband
 Boden und Altlasten
 Baden-Württemberg

Gesamtergebnis Test-Bewertungen

Ausgedrückt als prozentuale Abweichung gegenüber dem Basis-Szenario

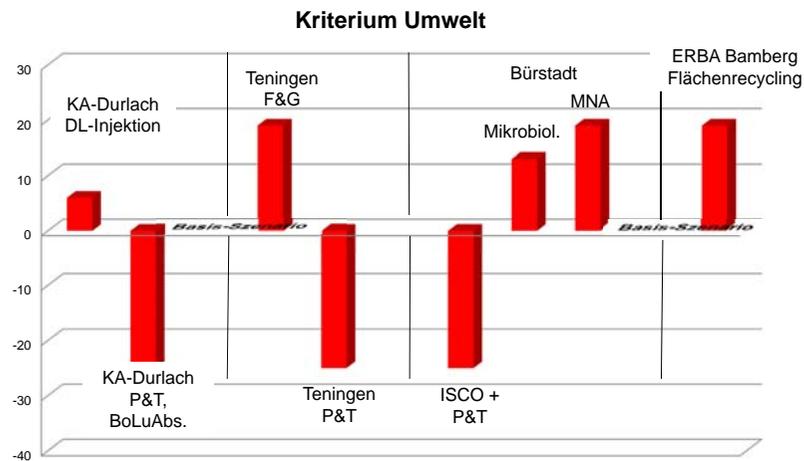


Nachhaltige Sanierung
 Helmut Dörr & Hans-Peter Koschitzky

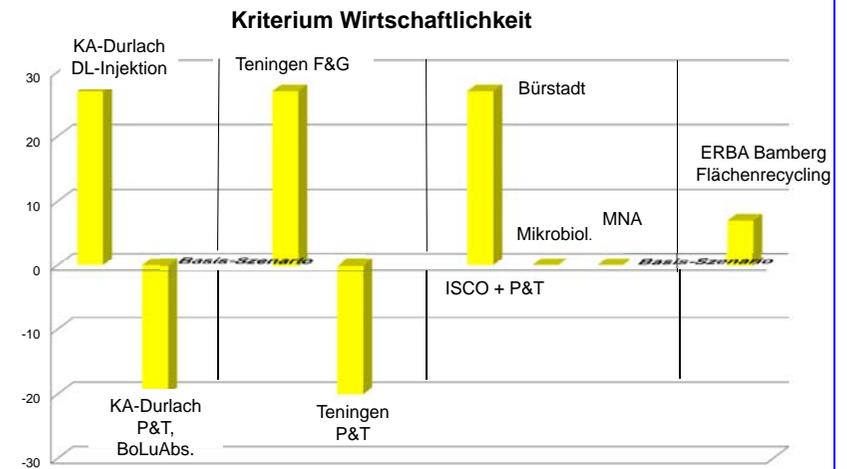
Seminar 07/2012 - Sanierungspraxis
 Stuttgart, 25. Oktober 2012

Fortbildungsverband
 Boden und Altlasten
 Baden-Württemberg

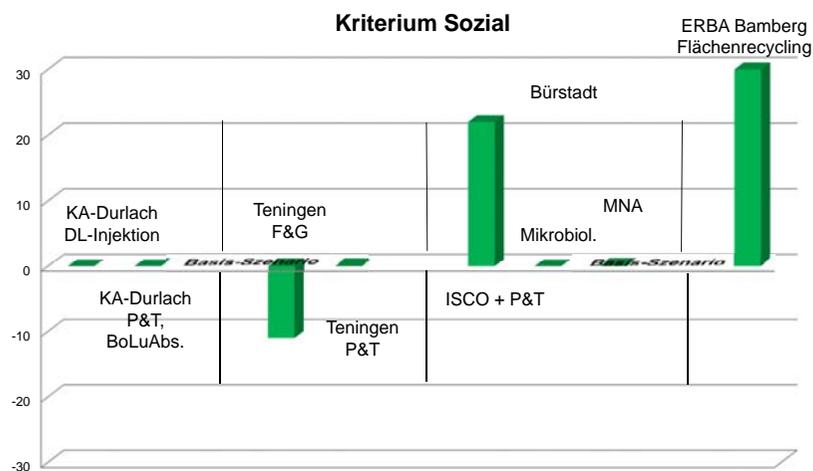
Bewertung Umwelt



Bewertung Wirtschaftlichkeit



Bewertung Sozial



Ergebnis der Test - Bewertung

- Die gewählten Kriterien eignen sich für eine einfache und plausible Bewertung.
- P&T Verfahren erscheinen weniger nachhaltig als innovative In-situ-Verfahren.
- Sanierungsverfahren unterscheiden sich bei „Kleinen“ Projekten weniger in der Nachhaltigkeit als bei „großen“ Projekten.
- Flächenrecycling- Projekte erscheinen nachhaltiger als „Dekontaminationsprojekte“.

Zusammenfassung, Ausblick

- Breite Diskussion aller Beteiligten erforderlich, um das Thema in das Bewusstsein der Fachöffentlichkeit zu rücken.
- Kommentare und weitere Beispiele zum Test der Kriterien sind erwünscht.

- mail@dr-helmut-doerr-consult.de
- hans-peter.koschitzky@iws.uni-stuttgart.de

Aktueller Stand des Diskussionspapiers

- <http://www.altlastenforum-bw.de>

