

## Grüne Sanierung – Nachhaltige Sanierung

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

Dr. Helmut Dörr Consult, Wiesloch, [www.dr-helmut-doerr-consult.de](http://www.dr-helmut-doerr-consult.de)  
Dr.-Ing. Hans-Peter Koschitzky, VEGAS, Universität Stuttgart, [www.vegas.uni-stuttgart.de](http://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](http://www.dr-helmut-doerr-consult.de)  
Dr.-Ing. Hans-Peter Koschitzky, VEGAS, Universität Stuttgart, [www.vegas.uni-stuttgart.de](http://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 „2<sup>nd</sup> 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](http://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 <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, O <sub>3</sub> , VOC, ODS(FCKW))
	NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub>
	Feinstaub, PM <sub>5</sub> , PM <sub>10</sub>
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. PROJEKTZIEL**

**Auftraggeber:** Stadt Karlsruhe / Umwelt und Klimaschutz  
**Projektleiter:** Frey Patrick  
**Abwickler:** Altlasten- und Umweltberatung  
**Projektziele:** Gutes Umweltrecht (GdU)  
**Maßnahmen:** Hilti Fortec  
**Technische Beschreibung:** In-situ-Dampf / In-situ-Luftinjektion zur Grundwasser- und Altlastensanierung (WGA) mit Filterbohr, Hilti Fortec

**11. ANSCHENDEBEWERTUNG**

**11.1 STANDORTCHARAKTERISITIK, BODEN- UND GRUNDWASSERCHARAKTERISITIK**

Für die Stadt Karlsruhe als Grundstücksverwalter war bei der Entscheidung für das Verfahren sowohl die kurze Sanierungszeit als auch der wirtschaftliche Vorteil im Vergleich zu anderen Verfahren ausschlaggebend.

Auch die Eignung vor dem Hintergrund der schwebigen bodenkundlichen Standortbedingungen (Mittelschlämme, weiche Bodenbearbeitung, Deckenschicht) spielte eine Rolle. Des Weiteren wurden langfristige Nutzungserwartungen wie z.B. bei planerischen Maßnahmen verwendet. Durch die gute Zusammenarbeit und die hohe Engagement aller Beteiligten konnte die Sanierung innerhalb der zeitlichen und finanziellen Vorgaben erfolgreich abgeschlossen werden.

**11.2 PLAN**

Die Anwendung innovativer Verfahren gelangt nur mit einem hohen Maß an Einsatzbereitschaft aller Beteiligten. Die Vorschaltung eines Pilotversuchs, neben der bestmöglichen Information der Betroffenen im Vorfeld, war hier wesentlich für die Akzeptanz des Verfahrens. Die zeitlichen und finanziellen Vorteile des Verfahrens waren maßgebend gewesen für die Auswahl des Verfahrens zur Sanierung der räumlich abgegrenzten Schadstoffquelle. Jede Anwendung des Verfahrens bedarf sicherlich einer standortspezifischen, detaillierten Untersuchung der Nachbarkörper.

**11.3 ERGEBNISSE**

Die Anwendung innovativer Verfahren gelangt nur mit einem hohen Maß an Einsatzbereitschaft aller Beteiligten. Die Vorschaltung eines Pilotversuchs, neben der bestmöglichen Information der Betroffenen im Vorfeld, war hier wesentlich für die Akzeptanz des Verfahrens. Die zeitlichen und finanziellen Vorteile des Verfahrens waren maßgebend gewesen für die Auswahl des Verfahrens zur Sanierung der räumlich abgegrenzten Schadstoffquelle. Jede Anwendung des Verfahrens bedarf sicherlich einer standortspezifischen, detaillierten Untersuchung der Nachbarkörper.

## 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 m<sup>2</sup>  
 Entfernung zur Eintragsstelle: 350 m  
 Tiefe: ca. 3-19 m u.GOK  
 Nutzung: Wohngebiet

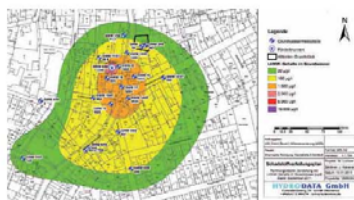
**Kontaminationsituation**  
 Bodenkluft LHKW bis 170 mg/m<sup>3</sup>  
 Grundwasser LHKW bis 55 mg/l

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 Schadstofffracht 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 m<sup>3</sup> gefördert  
 Verbrauch: 145 m<sup>3</sup>  
 Natriumpermanganat 40 %: 8 m<sup>3</sup>  
 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 nördliche Gelände in Bürstadt nur sehr gering ausgeprägt ist. Um den Abpumpbrunnen sind Eingabepumpen für das Oxidationsmittel stromaufwärts angeordnet.

permanente Injektion 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.

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.

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

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

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 Landesgartenschau im Jahr 2002 bot sich der Stadt Bamberg die einmalige Chance, die Industrieanlage 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>

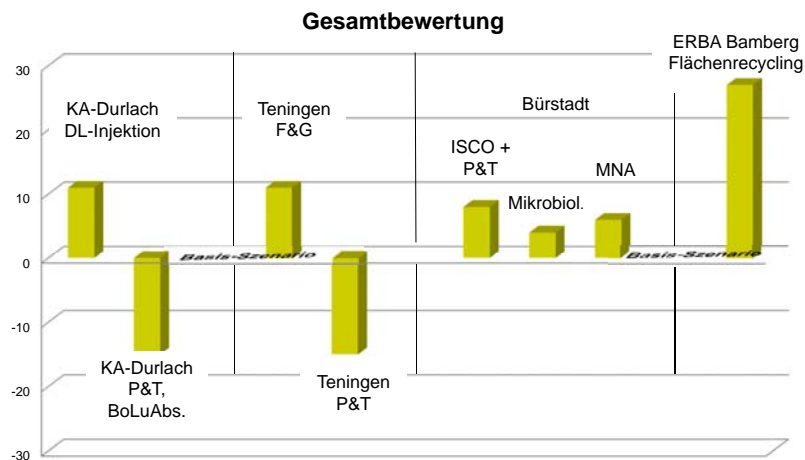
Nachhaltige Sanierung  
 Helmut Dörr & Hans-Peter Koschitzky

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

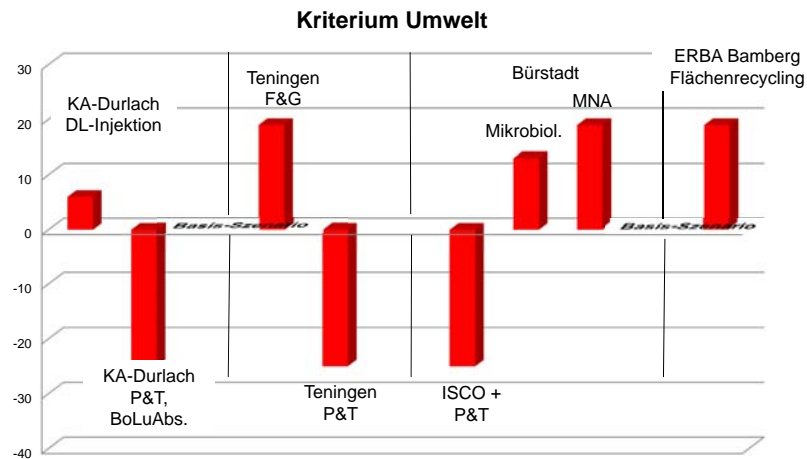


Nachhaltige Sanierung  
 Helmut Dörr & Hans-Peter Koschitzky

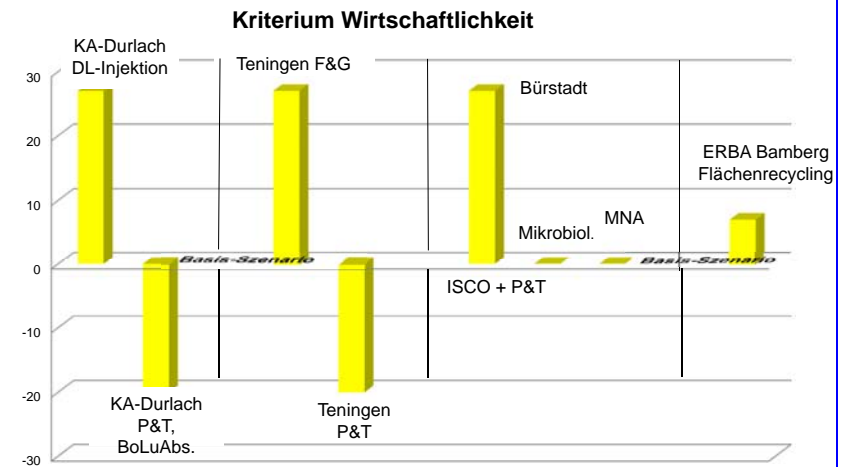
Seminar 07/2012 - Sanierungspraxis  
 Stuttgart, 25. Oktober 2012

Fortbildungsverband  
 Boden und Altlasten  
 Baden-Württemberg

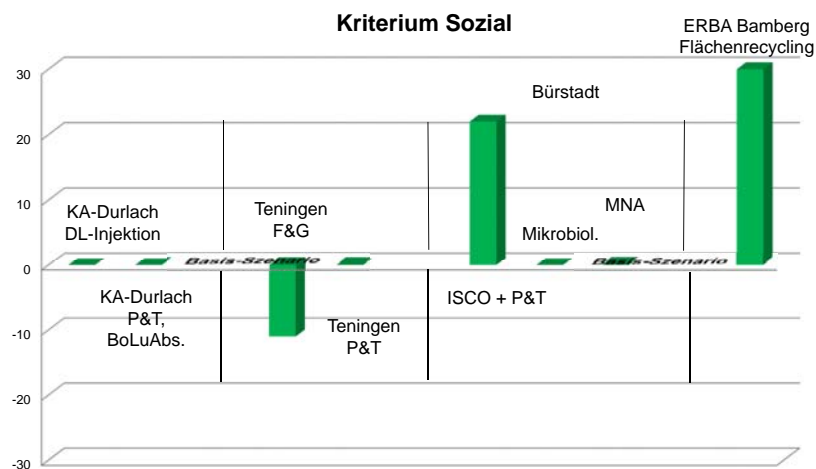
## Bewertung Umwelt



## 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](mailto:mail@dr-helmut-doerr-consult.de)
- [hans-peter.koschitzky@iws.uni-stuttgart.de](mailto:hans-peter.koschitzky@iws.uni-stuttgart.de)

### Aktueller Stand des Diskussionspapiers

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

