

Modulares System zur thermischen Behandlung kontaminierter Feststoffe

Angesichts einer nach wie vor starken Inanspruchnahme von Flächen, zunehmender Versiegelung sowie existierender und durch menschliche Tätigkeit neu entstehender Altlasten sind der Schutz und die Sanierung des Bodens nach wie vor von großer Bedeutung. Die Herausforderung an entsprechende technische Verfahren besteht darin, den ökologischen Erfordernissen unter den Randbedingungen stärker werdender ökonomischer Zwänge und knapper werdender Ressourcen zu entsprechen. Gerade im Bereich der Dekontamination von Feststoffen im Allgemeinen und von Böden im Besonderen existiert deshalb ein großer Bedarf an innovativen, effizienten und zuverlässigen Technologien.

In den letzten Jahren sind neben den konventionellen biologischen, physikalischen und chemischen Reinigungsverfahren innovative Methoden, bei denen die relevanten Prozesse thermisch unterstützt werden, in den Mittelpunkt des Interesses gerückt. Diesen Technologien liegt die Erkenntnis zugrunde, dass eine Reihe von für die Sanierung wesentlichen Parametern durch die Temperatur beeinflusst werden: Wasserlöslichkeit, Dampfdruck und Mobilität von Schadstoffen werden durch Erwärmung erhöht, Adsorptionsgleichgewichte in Richtung Desorption verschoben und die Auflösung kondensierter Phasen wird durch die Herabsetzung der Oberflächenspannung begünstigt. Die Aktivität von Mikroorganismen weist in der Regel ein Maximum bei Temperaturen zwischen 30 und 40°C auf, wodurch insbesondere unter kalten klimatischen Bedingungen biologische Abbauprozesse durch moderate Erwärmung beschleunigt werden können. Darüber hinaus ist der Schadstoffaustrag aus einem kontaminierten Medium stark durch Phasenübergänge des Wassers beeinflusst. Offensichtlich ist, dass beim Auftauen gefrorener Böden die Mobilität und die Bioverfügbarkeit von Kontaminanten zunehmen. Die Verdampfung des im Boden befindlichen Wassers bei 100°C führt ebenfalls zu einem beschleunigten Austrag von Schadstoffen über die Bodenluft. Dieser so genannte Strippeffekt beruht darauf, dass durch die Verdampfung des Porenwassers und die damit verbundene Volumenzunahme auf das etwa Tausendfache ein Gasstrom entsteht, der als effizientes Transportmedium für die im Boden gebundenen Schadstoffe wirkt. Das Resultat ist deren Extraktion über die Bodenluft bei der Siedetemperatur des Wassers, selbst für Verbindungen, deren Siede-

punkt weit oberhalb von 100°C liegt. Schließlich können durch Temperaturerhöhung auch chemische Reaktionen insbesondere organischer Schadstoffe (Oxidation, Pyrolyse, chemische Bindung an die Bodenmatrix) initiiert werden, die zur Beseitigung der Kontaminanten oder zumindest zu deren Umwandlung in unschädliche Produkte führen.

Während die Aufheizung flüidier Medien technisch grundsätzlich sehr gut gelöst ist, besteht ein Bedarf an Verfahren, die eine homogene und gut steuerbare Erwärmung von Festbetten ermöglichen. Ursache hierfür sind die in der Regel fehlende Durchmischung des zu erwärmenden Mediums und dessen häufig geringe effektive Wärmeleitfähigkeit. Diese trifft in besonderem Maße für Böden bei der Sanierung vor Ort (*in situ*) zu. Prinzipiell ist es natürlich aus ökonomischer Sicht vorteilhaft, die Reinigung ohne vorherigen Aushub und Transport sowie ohne die Notwendigkeit des Wiedereinbaus durchführen zu können. Allerdings ist die Kombination mit thermischen Verfahren unter dieser Randbedingung besonders schwierig, was sich in der geringen Zahl von zur Verfügung stehenden *in-situ*-Methoden zu Boden Erwärmung dokumentiert.

Die Boden Erwärmung durch beheizbare Lanzen ist zwar technisch einfach, die geringe Wärmeleitfähigkeit trockener Böden führt jedoch zu starken Temperaturgradienten und damit zu einer unerwünschten Überhitzung im Nahbereich. Bei der Einspeisung von Dampf oder Heißluft als Energieträger können nur Endtemperaturen im Bereich von 100°C erreicht werden. Diese Methode ist an eine ausreichende Permeabilität des Bodens gebunden und deshalb beispielsweise für Tonminerale,

an denen oft eine starke Adsorption von organischen Schadstoffen zu beobachten ist, nicht anwendbar. Eine weitere Möglichkeit zur Aufheizung von Böden besteht in der Anwendung von niederfrequentem elektrischen Strom, z. B. mit einer Netzfrequenz von 50 Hz. Voraussetzung für eine effiziente ohmsche Erwärmung ist allerdings eine ausreichende Leitfähigkeit, die in der Regel nur bei feuchten Böden anzutreffen ist. Aus diesem Grund ist die resistive Boden Erwärmung ebenfalls auf den Temperaturbereich bis 100°C beschränkt, da eine Austrocknung zu erheblichen höheren spezifischen Widerständen führt.

Die flexibelste *in situ* anwendbare Methode zur Boden Erwärmung ist die dielektrische Erwärmung mittels Radiowellen. Das Wirkprinzip dieser Methode ist mit dem eines Mikrowellenofens vergleichbar: Durch das extern angelegte, schnell veränderliche elektrische Feld werden permanente oder induzierte Dipole im Boden (z.B. Wassermoleküle) ständig umorientiert. Durch die Wechselwirkung der Dipole mit ihrer Umgebung entstehen Reibungsverluste, die sich in einer Erwärmung des Mediums ausdrücken. Im Vergleich zur etablierteren Mikrowellen Erwärmung werden beim Radiowelleneinsatz allerdings um etwa den Faktor 100 geringere Frequenzen eingesetzt (z.B. 13,56 MHz anstelle von 2,45 GHz). Dadurch können in der Regel wesentlich größere Eindringtiefen und somit zu behandelnde Volumina erreicht werden. Ein weiterer Vorteil der Radiowellenanwendung besteht darin, dass durch den Einsatz eines elektronischen Anpassnetzwerkes ein effizienter Energieeintrag in nahezu alle Medien (u.a. trockene und feuchte, sandige und tonige Böden)

Versuchsanlage zur Radiofrequenz-Boden Erwärmung.
Quelle: Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH – UFZ



realisiert werden kann und somit praktisch alle Anwendungsfälle einer temperaturunterstützten Bodensanierung praktiziert werden können.

Die seit einigen Jahren gemeinsam von der HTWK Leipzig und dem Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung Leipzig-Halle – UFZ durchgeführten Forschungs- und Entwicklungsarbeiten auf dem Gebiet der Radiowellen-Bodenerwärmung haben mittlerweile den Labor- und Technikumsmaßstab verlassen und in ersten Felderprobungen ihre Eignung für die Sanierungspraxis bewiesen. Um derartige Untersuchungen zu erleichtern und gleichzeitig ein adäquates System auf dem Markt anbieten zu können, wird ein containerbasiertes, modulares System zur thermisch unterstützten Dekontamination von Feststoffen konzipiert und als Prototyp entwickelt.

Neben den eigentlichen umwelttechnischen Fragestellungen, wie Energieeintrag in das zu behandelnde Medium, Quantifizierung des Schadstoffaustrages und Untersuchung der Temperaturprofile, gewinnt nun zunehmend

auch die Weiterentwicklung zu einem in der realen Sanierungspraxis anwendbaren Verfahren und Gerätesystem an Bedeutung. Hierbei spielen Fragen der Betriebssicherheit, Modularisierung und Automatisierung des Systems, Entwicklung einer speziell zugeschnittenen Leitsystem-Software unter Einbeziehung zahlreicher Sicherheitsaspekte, Sicherstellung der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) sowie neue messtechnische Aufgaben unter den anspruchsvollen Bedingungen des Feldeinsatzes eine wichtige Rolle.

Die entsprechenden Entwicklungs-, Erprobungs- und Optimierungsarbeiten sollen in naher Zukunft gemeinsam weitergeführt werden, um eine Praxiseinführung des Systems sicherzustellen. Gegenwärtig wird das modulare System gemeinsam mit einer britischen Sanierungsfirma nahe London erprobt, ein weiterer Feldstandort ist Mitte diesen Jahres in Zeit geplant.

Teile der vorgestellten Entwicklungen werden im Rahmen des Projektes »RFClean« mit Mitteln des BMBF gefördert (FKZ 1781X05).

Prof. Dr. Joachim Schenk und Dr. Frank Holzer, Fachbereich Maschinen- und Energietechnik, Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig (FH), PF 30 11 66

04251 Leipzig

Telefon: (0341) 30 76 41 39

e-mail: schenk@me.htwk-leipzig.de

Dipl.-Ing. Dirk Lippik und Prof. Dr. Tilo Heimbald, Forschungs- und Transferzentrum e.V. an der Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig (FH)

Wächterstraße 13

04107 Leipzig

Telefon: (0341) 30 76 12 51

e-mail: lippik@e-technik.htwk-leipzig.de

Dr. habil. Ulf Roland, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH – UFZ,

Department Umwelttechnologie

Permoserstraße 15

04318 Leipzig

Telefon: (0341) 2 35 25 81

e-mail: ulf.roland@ufz.de

Neue Entwicklung im Heizungsbau mit Infrarotwärme



Herr Breikreuz als Aussteller zur Mitteldeutschen Handwerksmesse

Als Hersteller von Betonwerksteinelementen gründete Helmut Breikreuz 1990 seinen Betrieb, der 1994 auf Naturstein umgestellt wurde und seit dieser Zeit »Breikreuz Naturstein« heißt. Zeitweilig konnten bis zu 14 Mitarbeiter beschäftigt werden. In Wildschütz bei Mockrehna befindet sich das 4800m² große Firmengrundstück auf dem 2 Hallen von 1100 m² und 660m² mit neuesten Steinbearbeitungsmaschinen wie Brückensägen, Kantenautomaten und einem CNC-Steinbearbeitungszentrum stehen.

Neben der Herstellung von Fensterbänken, Abdeckungen und Treppen aus Marmor und Granit wird im Innenbereich für die hochwertige Ausstattung von Wohnungen, insbesondere auch Küchen, mit Naturstein gearbeitet. Besonders die komplette Badgestaltung mit Duschwänden, Duschtassen und Wanneneinfassungen ist zur Zeit stark nachgefragt.

Zu einem zweiten Standbein für Helmut Breikreuz ist eine seiner neuen Entwicklungen, ein spezielles Verfahren zur Erzeugung von Infrarotwärme, geworden. Mit dieser neuen Technologie ging er auf den Markt.

Das Grundprinzip seiner Entwicklung des Heizens mit Infrarot-Strahlungswärme liegt in einem hinter einer Natursteinplatte montierten Heizleiter. Zur Herstellung der infraroten Wärmeelemente wurden die Heizleiter zunächst in die Natursteinplatten eingefräst. Da dies sehr aufwändig ist, wurde eine völlig neue Technologie entwickelt. Ausgehend von der Herstellung von Marmor-Heizplatten 3cm stark wurde die neue Infrarotheizung mit Marmor- und Granitplatten 1cm stark entwickelt. Die angenehme und wirkungsvolle Art der Infra-

rotstrahlung wird schon seit Jahren insbesondere in der Medizin zu therapeutischen Zwecken eingesetzt. Noch relativ jung ist die Anwendung der Infrarotstrahlung als Heizsystem. Dabei gibt es eine Reihe von Gestaltungs- und von Kosteneinsparungsmöglichkeiten, die sich in Größenordnungen bis zu 50% gegenüber bisher bekannten Systemen bewegen.

Bei der Amortisation wird von ca. 3 Jahren ausgegangen. Für die Produkte gibt es TÜV-Zertifikate und 2 Gebrauchsmuster.

Speziell für die Entwicklung und Weiterentwicklung der Infrarotheizsysteme wurde im September 2006 die Firma Carbotherm mit derzeit 4 Mitarbeitern gegründet. Damit soll auch der nationale und internationale Vertrieb aufgebaut werden.

Helmut Breikreuz

Kobershainer Straße 4

04862 Mockrehna

Telefon: (0342 44) 5 12 24

Fax: (0342 44) 5 00 00

e-mail: breikreuz@marmorbad.de

Internet: www.marmorbad.de