

Potentiale pneumatischer Lockerungsverfahren im Rahmen der Bodenpflege bei intensiv genutzten Rasenflächen

Dr. Jörg Morhard, D-Hohenheim

Die technische Lockerung verdichteter Rasenflächen erfolgt in der Regel durch mechanische Verfahren. Hydraulische oder pneumatische Verfahren, werden bislang nur vereinzelt eingesetzt. Zunehmend komplexere Aufbauten, beispielsweise mit oberflächennah verlegten unterirdischen Heizungs- oder Bewässerungseinrichtungen oder bestimmte Arten sogenannter Hybridrasensysteme erschweren jedoch zukünftig eine rein mechanische Bodenpflege oder machen sie sogar unmöglich. Deshalb ist mit einer wachsenden Verbreitung hydraulischer oder pneumatischer Verfahren zu rechnen.

Bei diesen Verfahren wird zwischen Luft-, Flüssigkeits-, und Zweistoffinjektoren unterschieden. Sie besitzen gegenüber vielen mechanischen Lockerungsverfahren den Vorteil, dass die Grasnarbe oder Rasenoberfläche meist nur geringfügig gestört wird und der Spielbetrieb nach Beendigung der Arbeiten unmittelbar fortgesetzt werden kann. Darüber hinaus können durch Zweistoffinjektoren Flüssigkeiten oder in Lösung befindliche Feststoffe in den Boden oder die Rasentragschicht eingebracht werden. Bislang wurde dabei das Hauptaugenmerk vor allem auf die Injektion von Verbauungsmaterialien, Bodenhilfsstoffen, immobilen Nährstoffen und Pflanzenschutzmitteln gerichtet.

Die Überlegungen zur pneumatischen Lockerung pflanzenbaulich genutzter Böden reichen nachweislich bis in die 1920er Jahre zurück [1]. Kritisch beäugt von Fachwelt und Wissenschaft haben in den 1980er Jahren diverse Einzellanzen-Geräte zur Lockerung von Baumscheiben an Verbreitung gewonnen [2-8], das bekannteste dabei sicher das Terralift-Gerät. Heute sind neben diesem nur noch wenige Geräte einzelner stark spezialisierter Hersteller auf dem Markt.

Eigene Untersuchungen, durchgeführt im Jahre 1999 auf einem Golfgrün in USGA-Bauweise, zeigten nach dem Einsatz eines Turbo-Terra-Air (TTA) Einzellanzengerätes der Firma MTM - Spindler & Schmid GmbH, in Folge von 3 Druckluftstößen mit 6-7 bar in 20 cm Tiefe, (Kompressorleistung ca. 10 l/s), zwar eine deutliche Lockerung der Rasentragschicht (Abbildung 1), allerdings waren durch die konstruktionsbedingte unzureichende Abstützung im Einstichbereich nicht tolerierbare Aufwerfungen und Kraterbildungen an der Oberfläche zu beobachten. Aus diesem Grund und wegen mangelnder Flächenleistung, kann geschlussfolgert werden, dass herkömmliche Handgeräte mit nur einer Lanze zur Lockerung gepflegter Rasenflächen nicht geeignet sind.

Für die Lockerung größerer Flächen wurden Geräte mit mehreren Injektionslanzen entwickelt. Eines dieser Geräte, das sogenannte Aerragreen-Gerät, ein Mitglied der Terralift-Familie, kam 1997 auf den Markt [9]. Ergänzend zu US-amerikanischen Untersuchungen, bei denen neben der Lockerungswirkung, eine Erhöhung des Anteils luftgefüllter Poren, eine verbesserte Infiltrationsrate sowie ein verbessertes Wurzelwachstum beobachtet wurden [9-10], wurde in Freiberg am Neckar das Aerragreen-Gerät auf zwei Rasenspielfeldern unterschiedlicher Bauweise mit mechanischen Verfahren zur Bodenlockerung verglichen [11]. Das 640 kg schwere Aerragreen-Gerät (Abbildung 2) besitzt vier Hohllanzen (Abstand horizontal: 50 cm) aus gehärtetem Stahl (Ø 17,5 mm), die hydraulisch bis zu 30 cm tief in den Boden gedrückt werden können [12]. Die Lanzen werden dabei durch Lochblechplatten geführt, auf denen sich ein Teil der Gerätemasse während des Eindringvorgangs und der anschließenden Injektion abstützt. Dadurch wird der Er-

halt der Ebenflächigkeit im Bereich um die Einstichpunkte der Injektionslanzen sichergestellt. Die Druckluftbereitstellung erfolgt über einen Kompressor vom Typ Atlas Copco LT55, mit einer Luftleistung von 10,9 l/s bei 1800 U/min. Angetrieben wird die Maschine von einem 16 PS Verbrennungsmotor [12]. Nach Erreichen der geplanten Eindringtiefe kann die komprimierte Luft (Kesseldruck 10-11 bar) impulsartig durch die Lanzenspitzen entweichen, was zu einer Lockerung des Bodengefüges in der Umgebung führt. Die Lockerung des Bodengefüges kann durch wiederholte Luftstöße an der gleichen Stelle verstärkt werden. Das Aerragreen-Gerät ist darüber hinaus in der Lage, optional Verbauungsmaterial wie Polystyrolkugeln in den Boden zu injizieren. Die Flächenleistung wird mit ca. 460 m²/h angegeben [12].

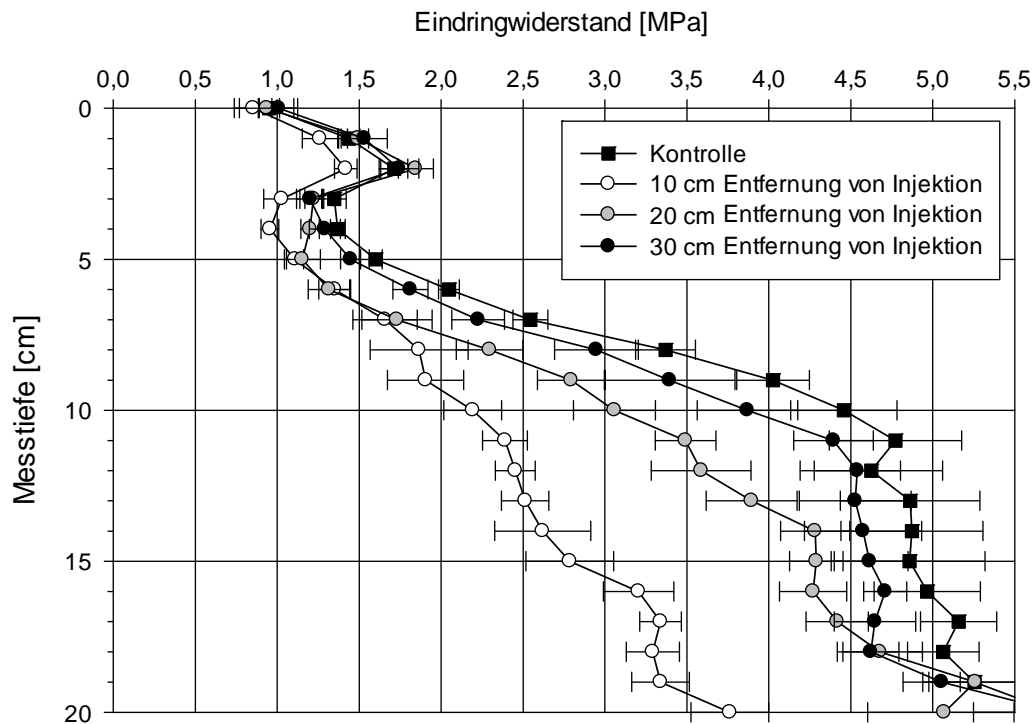


Abbildung 1: Eindringwiderstand (Cone-Index) in 10, 20 und 30 cm vom Einstichkanal der Druckluftinjektionslanze (3 Druckluftstößen, 6-7 bar, 20 cm Tiefe)



Abbildung 2: Druckluftlockerungsgerät Aerragreen TG3850

In der Untersuchung wurden die Bodenbearbeitungsmaßnahmen in einer Tiefe von 17 cm durchgeführt und anschließend daran der Eindringwiderstand (Cone-Index) der bearbeiteten und der unbearbeiteten Parzellen erfasst. Aus der Differenz der Messwerte konnte, bezogen auf die unbearbeitete Kontrolle, die Lockerungswirkung in Prozent berechnet werden.

Betrachtet man die Kurven der beiden Verfahren Druckluft- (Aerragreen TG3850) und Tiefenlockerung (Terra Spike, G6/135) verlaufen sie beim Spielfeld in Dränschlitzbauweise mit sandreicher Rasentragschicht bis in eine Tiefe von 13 cm nahezu parallel (Abbildung 3). Die Lockerung durch das Tiefenlockerungsverfahren ist in diesem Bereich jedoch deutlich stärker, als die Lockerung durch Druckluft. Die Differenz beträgt in einem Bereich von 0-13 cm Tiefe durchschnittlich 19 %. Bei beiden Verfahren war eine Lockerung unterhalb der Einstechtiefe nachweisbar. Das Porenvolumen der weiten Grobporen (>50 μm) in 4-8 cm Tiefe betrug ohne Bodenbearbeitung 11,4 Volumenprozent. Durch Druckluftlockerung wurde dieser Anteil auf 13,0 Volumenprozent und durch Tiefenlockerung auf 14,5 Volumenprozent erhöht. Allerdings unterschieden sich hier die Varianten einschließlich der Kontrolle nicht signifikant voneinander [11].

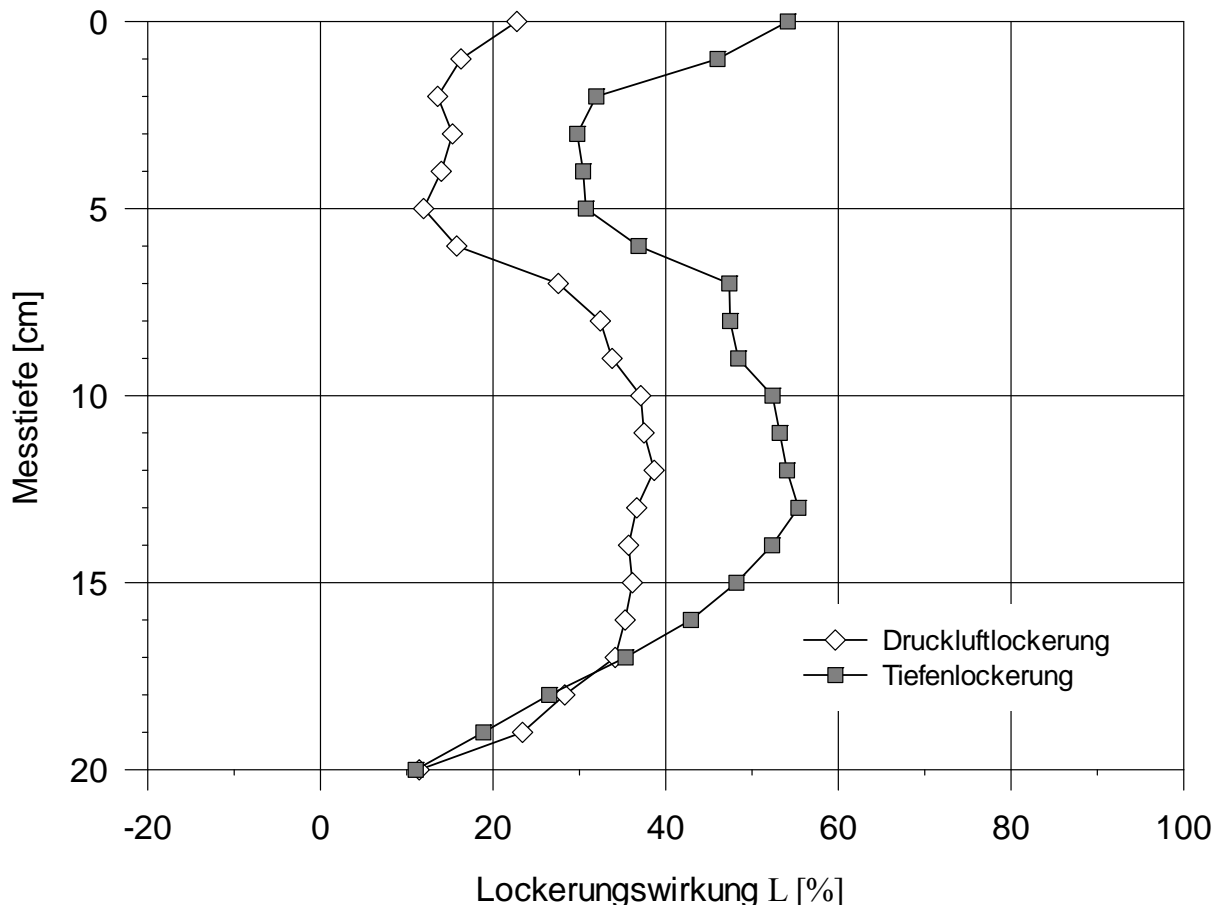


Abbildung 3: Lockerungswirkung der untersuchten Verfahren auf einem Spielfeld in Dränschlitzbauweise mit sandreicher Rasentragschicht (Bodenwassergehalt zum Zeitpunkt der Maßnahme 18,6 Vol.-%)

Beim 2. Spielfeld, das lediglich aus geringfügig mit Sand abgemagerten, aber bindigem Oberboden bestand, war die Wirkung der Druckluftlockerung deutlich geringer als beim ersten Spielfeld. In 2-17 cm Tiefe betrug die durchschnittliche Lockerung lediglich 10 %. Im Hauptlocke-

rungsbereich war darüber hinaus die Differenz gegenüber dem Verfahren Tiefenlockerung größer als auf Spielfeld 1. Beide Bodenbearbeitungsmaßnahmen bewirkten einen Anstieg der Poren >50 cm (4-8 cm Tiefe). So betrug der Anteil der Poren >50 cm ohne Bodenbearbeitung 11,0 Volumenprozent. Die Werte des Porenvolumens der weiten Grobporen erreichten nach Druckluftlockerung 13,6 Volumenprozent, und nach der Tiefenlockerung 15,5 Volumenprozent. Zwischen den Bodenbearbeitungsverfahren und der unbearbeiteten Kontrolle bestanden signifikante Unterschiede, nicht jedoch zwischen den Verfahren [11].

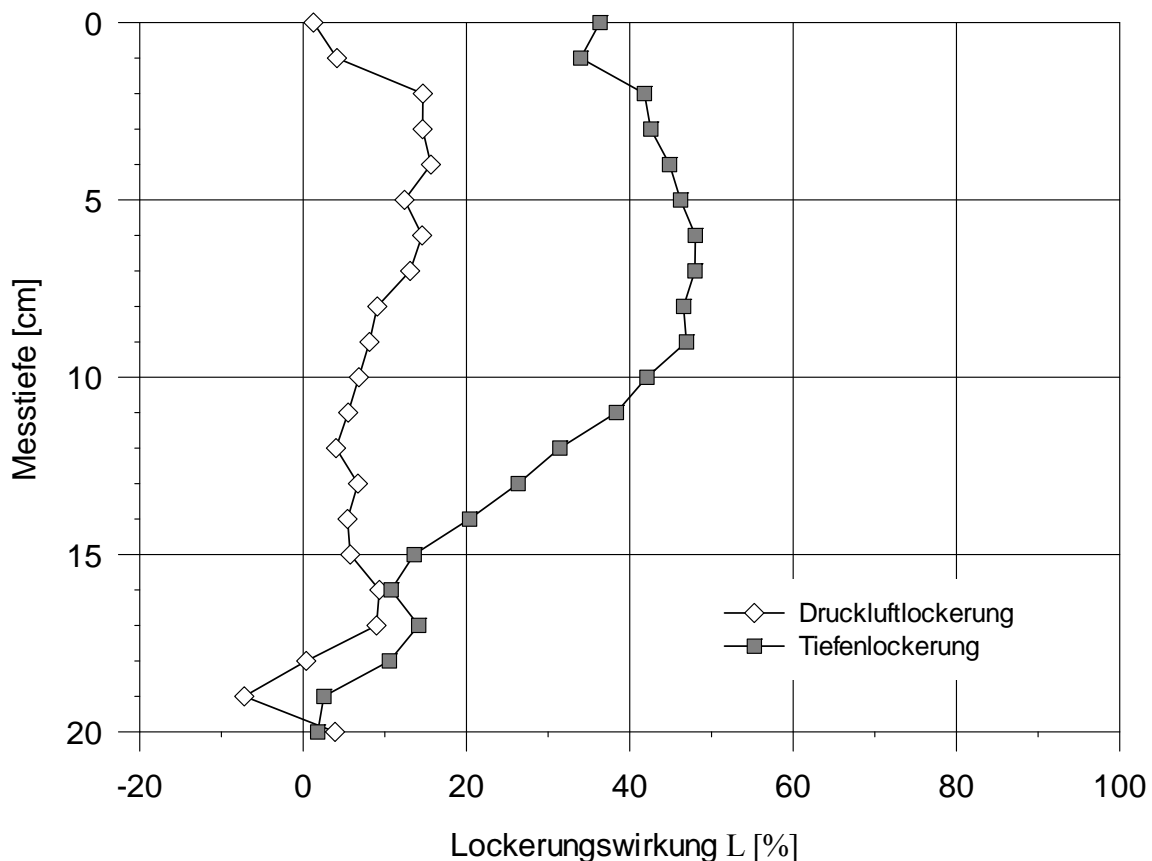


Abbildung 4: Lockerungswirkung der untersuchten Verfahren auf einem Spielfeld aufgebaut aus geringfügig mit Sand abgemagerten, aber bindigem Oberboden (Bodenwassergehalt zum Zeitpunkt der Maßnahme 19,7 Vol.-%)

Ein vergleichbares Gerät wie das Aerragreen-Gerät wird, patenrechtlich geschützt [13], seit kurzem unter dem Namen Air2G2 vertrieben (Abbildung 5). Mit 3 Lanzen (1/2") im Abstand von etwas mehr als 90 cm, einem Injektionsdruck von 7 bar und einer Arbeitsbreite von 1,5 m soll das Gerät in einem Durchgang eine Fläche von 1,5 m² bearbeiten. Die Bearbeitungstiefe, wird je nach Lanzenlänge mit 17 cm bzw. 25 cm angegeben. Das Gewicht beträgt 420 kg, der Antrieb des Ingerso Rand Kompressors (55l) erfolgt durch einen Verbrennungsmotor mit 19 PS Leistung [14]. Untersuchungen zu diesem Gerät zeigten neben der Lockerungswirkung, eine Erhöhung des Anteils luftgefüllter Poren, eine verbesserte Infiltrationsrate sowie ein verbessertes Wurzelwachstum [15-17].



Abbildung 5: Diskontinuierlich arbeitendes Gerät zur Bodenlockerung mit Druckluft, Air2G2 [Bildquelle: <http://www.air2g2.com/>]

Bei der Lockerung des Bodenaufbaus von Rasenflächen ausschließlich durch Druckluft, werden bislang nur diskontinuierlich arbeitende Geräte eingesetzt, wenngleich seit längerem auch Überlegungen zu kontinuierlich arbeitenden Maschinen bekannt sind (Abbildung 6) [18]. Eine Kombination aus mechanischer und pneumatischer Lockerung liegt bei dem 2004 auf den Markt gekommenen Javelin von SISIS vor [19]. Eigene Tastversuche auf einem nur gering verdichteten Golfgrün (USGA-Bauweise, Eindringwiderstand max. 2,5 MPa) zeigten bei diesem Gerät zwar eine weitere Reduktion des Eindringwiderstandes durch Zuschalten der Drucklufteinheit, allerdings lag das Reduktionsmaximum bei lediglich 0,14 MPa ohne Druckluft bzw. bei 0,22 MPa mit Druckluft. Diese extrem geringen Werte lassen sich vermutlich größtenteils auf die geringe Ausgangsverdichtung der Rasentragschicht zurückführen.

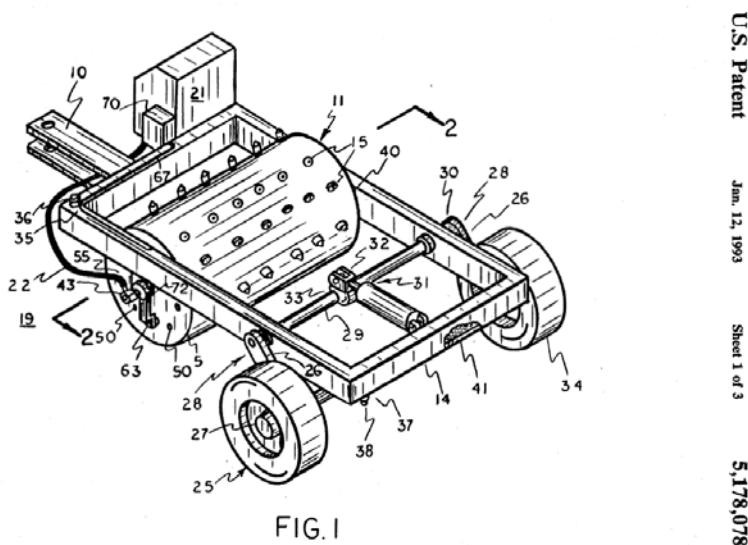


Abbildung 6: Patentzeichnung zu einem kontinuierlich arbeitenden Gerät zur Bodenlockerung mit Druckluft [18]

Beim Druckluftinjektionsverfahren, mehr als bei allen anderen Lockerungsverfahren, kommen jedoch insbesondere Ausgangsverdichtung und -porenvolumen größte Bedeutung zu. Selbst kleinflächige Inhomogenität kann zu stark abweichenden Ergebnissen führen. Dies erschwert umfangreiche grundlegende systematische Laborversuche zur Optimierung des Verfahrens, da für jede Variante einschließlich der erforderlichen Wiederholungen, ständig große Mengen an Substrat intensiv und gleichmäßig verdichtet werden müssen. Trotz dieser Herausforderung wurde durch die Novoter AG (Schweiz) am Institut für Agrartechnik der Universität Hohenheim eine großangelegte Versuchsserie zur Verfahrensoptimierung beauftragt. Die verhältnismäßig oberflächennah verlegte energiesparende Rasenheizung bzw. -kühlung der Novoter AG bedarf eines optimierten Bodenpflegesystems, das auch eine ausreichende Lockerung unterhalb der Verbundrohre sicherstellen kann. Ein neues Druckluftinjektionsverfahren könnte ein wesentlicher Bestandteil eines solchen Systems werden. Im Rahmen der Grundlagenuntersuchung unter Laborbedingungen, wurde unter anderem der Einfluss der Parameter Arbeitstiefe, Druck, Impulsdauer und -häufigkeit, und nicht zuletzt der der Lanzenkopfgeometrie auf die Lockerung untersucht. Als Substrat diente Lavaterr. Nach anschließender zielorientierter Reduktion der Varianten, erfolgte eine Evaluierung der Ergebnisse auf Praxisflächen. Eigens für diesen Zweck wurde in Hohenheim ein mobiles entkoppeltes Einzellanzen-Prüfgerät entwickelt (Abbildung 7). Gemessen wurde die Veränderung des Eindringwiderstandes radial in 5 cm, 10 cm und 15 cm, bezogen auf die Injektionsstelle. Abbildung 8 zeigt die Wirkung der Druckluft im radialen Schnitt, ausgehend von der Injektionsstelle, beispielhaft für eine der untersuchten Varianten.



Abbildung 7: Hohenheimer Einzellanzen-Prüfgerät zur entkoppelten Druckluftinjektion

Auf den meisten Rasenflächen gehört die mechanische Bodenpflege zur guten fachlichen Praxis. Die Geräte sind extrem leistungsfähig und haben einen hohen Entwicklungsstand erreicht. Bei der Mehrzahl der Rasenspielfelder werden sie deshalb auch zukünftig im Rahmen von Regel- und Regenerationspflege aber auch im Zuge von Renovationsmaßnahmen schwerpunktmäßig eingesetzt werden. Allerdings erfordern Neuentwicklungen bei der Konstruktion intensiv genutzter Rasenflächen, wie bestimmte Mikrobewässerungssysteme oder einige der sogenannten Hybridrasensysteme alternative Lösungen für die Bodenpflege. Ebenso gehören dazu Rasenheizungs- oder Kühlungsanlagen, die vor dem Hintergrund eines nachhaltigen Umgangs mit Ressourcen, zur Verbesserung der Energieeffizienz und damit -einsparung oberflächennah verlegt werden. Für derartige Rasensysteme könnten Druckluftinjektionsverfahren eine erfolgversprechende Möglichkeit zur Bodenpflege darstellen.

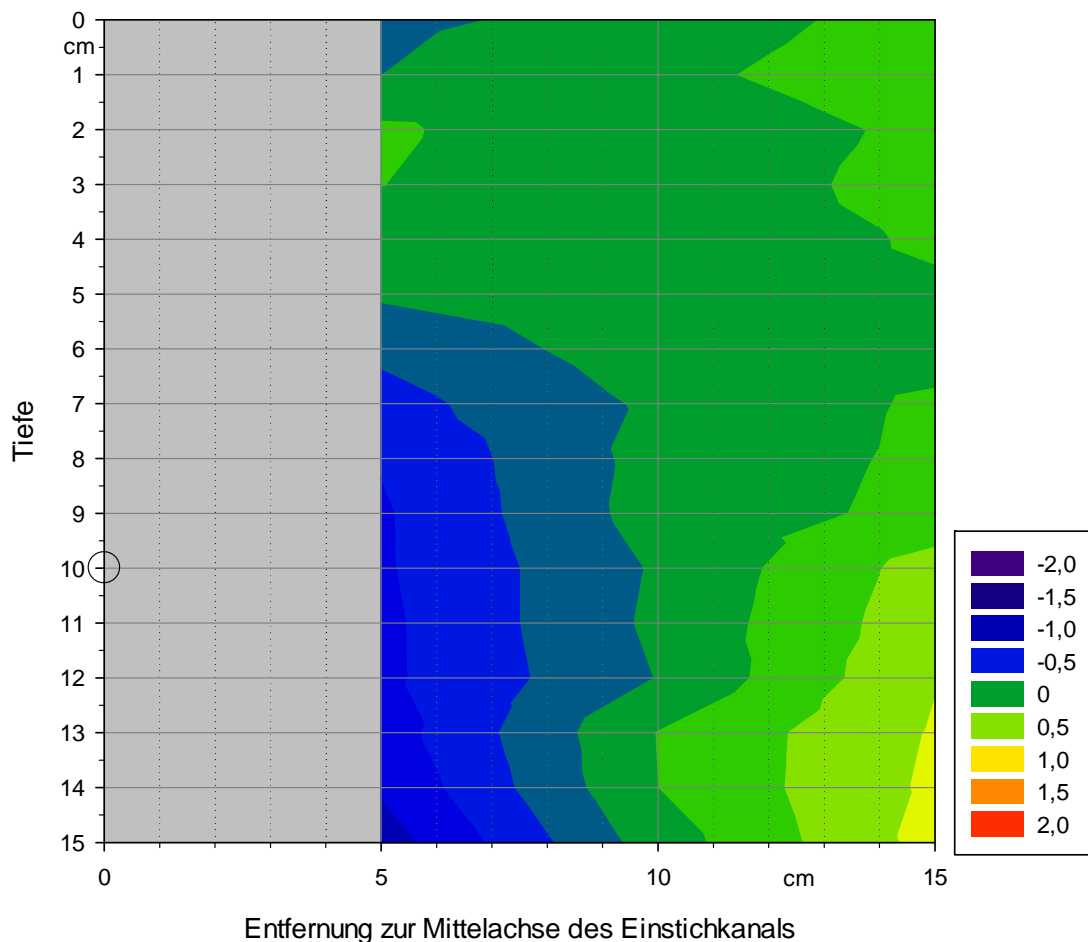


Abbildung 8: Veränderung des Eindringwiderstandes (MPa) nach Druckluftinjektion (7 bar, 10 cm Tiefe) zur Bestimmung der lateralen Ausbreitung der Lockerungswirkung (Arithmetisches Mittel aus 5 Einzelmessungen auf einem Rasenspielfeld)

Literatur

- [1] Mc Ewen, S. M., 1929: Subsoiler and aerator. United States Patent US 1739765 A. Angemeldet am 31. Jan. 1927, offengelegt am 17.12.1929.
- [2] Zinck, E., 1982: Terralift – Verfahren zur Anwendung von Druckluft für die Bodenpflege und die Bodenheilung. Informationsschrift für Anwender. Bad Kreuznach. März 1982.
- [3] Zinck, E., 1984: Vorrichtung zur Bearbeitung pflanzenbaulich genutzten Bodens. DE 3245912 A1. Angemeldet 11.12.1982, offengelegt 14.06.84
- [4] List, W., und Roß, Th., 1986: Bodenlockerung / Tiefenlockerung: Technische und bodenmechanische Fragen bei Einsatz des Terralift-Verfahrens am Standort Marl 46. Abschlussarbeit HS Osnabrück, 1986.
- [5] Siebert, J., und Weigandt U., 1989: Bodenlüftungsverfahren: Untersucht auf ihre Lockerungswirkung und die Verteilung von eingebrachten Stoffen in sandigen Böden mit und ohne Baumbewuchs. Dargestellt am Beispiel des „Gaspo-Sanators“. Abschlussarbeit HS Osnabrück, 1989.
- [6] Smiley, Th., et al., 1990: EVALUATION OF SOIL AERATION EQUIPMENT. Journal of Arboriculture 16(5): May 1990. S. 118-123.

- [7] Schneider, M., 1999: Untersuchung und Wertung bodenlockernder und belüftender Geräte für den Garten- und Landschaftsbau in Bezug auf Nachhaltigkeit, Wirkungsweise und – weite. Diplomarbeit im Studiengang Gartenbauwissenschaften. Institut für Gärtnerischen Pflanzenbau. Fachgebiet Technik im Gartenbau. Humboldt Universität. Berlin. 75 S.
- [8] Fite, K., et al., 2011: Evaluation of a Soil Decompaction and Amendment Process for Urban Trees. *Arboriculture & Urban Forestry* 2011. 37(6): S. 293–300.
- [9] Labbanca, B., 1997: A new kind of Aerator. An unlikely source for new aerater technology. *Turf North*. 7/1997. Reprint from *Turf Magazine*.
- [10] Torello, W. A., 1999: University of Massachusetts, Amherst. Schriftliche Mitteilung vom 29.05.1998 an John Morawiec, Aerragreen LTD, Stockbridge MA.
- [11] Morhard, J., 2004: Untersuchungen zur Bodenbearbeitung auf Strapazierrasenflächen. Dissertation, Verlag Grauer, Beuren Stuttgart, 164 S; S. 164.
- [12] Aerragreen Specifications, Model TG3805, (erhalten von Gerl, M., 30.03.2000 Zaundorf, sowie mündl. Mitteilung).
- [13] Black, G., 2014: DEEP TURF AERATOR WITH MULTIPLE INDEPENDENTLY CONTROLLABLE PROBES AND HYDRAULIC DRIVE. (Patentschrift CA 2808761 A1 2014/08/26. Canadian Intellectual Property Office. Angemeldet 26.02.2013, offengelegt 26.08.2014.
- [14] GT-Air Inject Air2G2. GT-Equipment Katalog 2014. GT Equipment GmbH, Augsburg. S. 21.
- [15] Torello, W. A., 1999: University of Massachusetts, Amherst. Schriftliche Mitteilung vom 29.05.1999 an Glen Black, Nugreen Ltd., Jacksonville Florida.
- [16] Pullis, M., 2013: ISTRC Report 2013 for Brae Burn Country Club (Green 7), West Newton MA, October 2013.
- [17] Sorochan, J. and Dickson, K., 2014: GT Airinject Final Report Draft. University of Tennessee, Knoxville.
- [18] Pendergrass, D. B., 1993: PROCESSAND APPARATUS FOR SOIL TREAT-MENT. United States Patent US 005178078 A. Angemeldet 07.10.1991, offengelegt 12.01.1993.
- [19] Green, D., 2005: A Breath of Compressed Air. *Greenkeeper International*. 10/2005. S. 31-33.