

Ralf Dittrich¹, Laura Degenkolb², Maja Schuck³, Olivia Dittrich⁴

Unkrautauftreten auf Wegen und Plätzen in Sachsen und Wirkung thermischer Bekämpfungsverfahren

Weeds on hard surfaces in Saxony and efficacy of thermic weed control

Zusammenfassung

In den Jahren 2006 bis 2008 fanden Unkrautaufnahmen auf 52 Wegen und Plätzen in Chemnitz und Umgebung statt. Mehr als 70 Unkrautarten wurden festgestellt. Dominierte Arten waren *Poa annua* L. und *Taraxacum officinale* WIGGERS. Sie traten auf mehr als 90% der Flächen auf. Laubmoose und *Plantago major* L. erreichten Stetigkeiten um 80%. Auf fast 70% der Flächen wurde *Solidago canadensis* L. gefunden, ein Neophyt.

Poa annua erreichte den höchsten mittleren Deckungsgrad. Hohe Deckungsgrade wurden auch bei Laubmoosen und *Taraxacum officinale* festgestellt.

Von 2006 bis 2010 wurden auf Wegen und Plätzen in Chemnitz Untersuchungen zur Wirkung von drei thermischen Bekämpfungsverfahren gegen Unkräuter durchgeführt. Folgende Verfahren wurden untersucht:

1. Heißschaumverfahren „Waipuna“ in den Jahren 2006 und 2007, insgesamt 9 Flächen, zwei Anwendungen pro Jahr;
2. Heißdampfverfahren „OMK“ im Jahr 2008, 11 Flächen, drei bis vier Anwendungen pro Jahr;
3. Heißwasser-Heißdampfverfahren „Geysir“ in den Jahren 2009 und 2010, insgesamt 10 Flächen, drei bis vier Anwendungen pro Jahr.

Die drei Verfahren wirkten meist gut gegen einjährige Unkräuter und Moose. Sie waren nicht ausreichend wirksam gegen *Taraxacum officinale*.

Keines der drei Verfahren bekämpfte die Unkräuter vollständig mit der oben genannten Anzahl von Anwendungen. Bei mehrjähriger Anwendung des Heißwasser-Heißdampfverfahrens „Geysir“ konnte der Unkrautbesatz auf den Flächen verringert werden.

Stichwörter: Unkraut, Wege, Plätze, thermische Unkrautbekämpfung, Heißschaum, Heißwasser, Heißdampf

Abstract

During the years 2006 to 2008 a research of weed occurrence on footpaths and places was carried out in the city of Chemnitz and in the surrounding area. More than 70 weed species were found. Dominant species were *Poa annua* L. and *Taraxacum officinale* WIGGERS. They were found on more than 90 of the places. Mosses and *Plantago major* L. occurred on about 80% of the locations. *Solidago canadensis* L., an invasive species, was found on almost 70% of the places.

Poa annua had the highest average weed cover. Mosses and *Taraxacum officinale* had also a high weed cover.

During the time span from 2006 to 2010 a research of the efficacy of thermic weed control systems was carried out in the city of Chemnitz. The following systems were tested:

1. Hot foam system „Waipuna“ in 2006 and 2007, altogether 9 areas, 2 applications per year;

Institut

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Dresden¹
Friedrich-Schiller-Universität Jena²
Universität Leipzig³
Gymnasium Einsiedel, Chemnitz⁴

Kontaktanschrift

Ralf Dittrich, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Referat Pflanzenschutz, Postfach 54 01 37, 01311 Dresden, E-Mail: ralf.dittrich@smul.sachsen.de

Zur Veröffentlichung angenommen

15. Februar 2012

2. Hot steam system „OMK“ in 2008, 11 areas, 3 to 4 applications per year;
3. Hot water – hot steam system „Geysir“, in 2009 and 2010, altogether 10 areas, 3 to 4 applications per year.

These three systems had mostly good efficacy against annual weeds and mosses. They failed to control *Taraxacum officinale*.

None of the three systems provided a complete weed control with the above-mentioned number of applications. Weed cover was reduced by perennial application of the hot steam – hot water system „Geysir“.

Key words: Weeds, hard surfaces, footpaths, places, thermic weed control, hot foam, hot water, hot steam

Einleitung

Unkräuter auf Wegen und Plätzen werden aus verschiedenen Gründen bekämpft. Das können ästhetische Gründe sein, aber auch rechtliche Forderungen, zum Beispiel die Erhaltung der Verkehrssicherheit und der Betriebssicherheit.

Kenntnisse zum Unkrautaufreten sind wichtig für eine erfolgreiche Bekämpfung. In Sachsen lagen bisher keine Daten über Unkräuter auf Wegen und Plätzen vor. Auch aus anderen Teilen Deutschlands sind bisher nur wenige Ergebnisse von Erhebungen bekannt. Deshalb wurde im Rahmen dieser Arbeit das Unkrautaufreten auf Wegen und Plätzen in einer sächsischen Region untersucht.

Nichtchemische Bekämpfungsverfahren wurden als Alternativen zum Herbizideinsatz entwickelt. Es gibt verschiedene thermische und mechanische Verfahren. Heißschaum und Heißdampf zur Unkrautbekämpfung sind relativ neu. In den letzten Jahren wurde auch ein Heißwasser-Heißdampf-Verfahren entwickelt. Zur Wirkung dieser Verfahren gibt es bisher nur wenige Daten. Deshalb wurde im Rahmen einer mehrjährigen Arbeit die Wirkung von drei thermischen Bekämpfungsverfahren gegen häufig vorkommende Unkräuter im kommunalen Bereich untersucht.

Material und Methoden

In den Jahren 2006 bis 2008 fanden Unkrautaufnahmen auf 52 Wegen und Plätzen in Chemnitz und Umgebung statt. Die Höhenlage beträgt etwa 300 m über dem Meeresspiegel, im Mittel der Jahre fallen etwa 740 mm Niederschläge. Die Flächen hatten eine unterschiedliche Bauart und Nutzungsintensität sowie unterschiedliche Licht- und Wasserverhältnisse. Auf jeder Fläche wurden die Unkräuter bestimmt. In einigen Fällen war keine Bestimmung der Art möglich, zum Beispiel bei sehr kleinen oder beschädigten Unkräutern. In solchen Fällen wurden Gattungsnamen oder Sammelbegriffe wie „Laubmoose“ verwendet.

Stetigkeit und Häufigkeit der Unkräuter wurden für 20 Flächen zusammenfassend ermittelt. Dies waren Flächen mit mittlerer bis stärkerer Verunkrautung. Auf diesen

Flächen wurde auch die Wirkung der Bekämpfungsverfahren untersucht. Ende April oder Anfang Mai wurden für jede Art der Deckungsgrad und das phänologische Entwicklungsstadium nach der BBCH-Skala erfasst.

Von 2006 bis 2010 wurden auf Wegen und Plätzen in Chemnitz Untersuchungen zur Wirkung von drei thermischen Bekämpfungsverfahren gegen Unkräuter durchgeführt. Die Größe einer Fläche betrug durchschnittlich 263 m². Folgende Verfahren wurden untersucht:

1. Heißschaumverfahren „Waipuna“ in den Jahren 2006 und 2007, insgesamt 9 Flächen, davon 3 mit Pflaster und 6 mit Steinsand, zwei Anwendungen pro Jahr;
2. Heißdampfverfahren „OMK“ im Jahr 2008, 11 Flächen mit Pflaster oder Platten, drei bis vier Anwendungen pro Jahr;
3. Heißwasser-Heißdampfverfahren „Geysir“ in den Jahren 2009 und 2010, insgesamt 10 Flächen mit Pflaster oder Platten, drei bis vier Anwendungen pro Jahr.

Vor der ersten Behandlung erfolgte eine Unkrautaufnahme wie oben dargestellt. Zu mehreren Terminen wurde die Wirkung gegen die einzelnen Arten nach einer einheitlichen Methodik bonitiert. Es gab keine unbehandelte Kontrolle. Der Unkrautdeckungsgrad vor der ersten Behandlung war die Bezugsgröße für das Schätzen des Wirkungsgrades. Die grafischen Darstellungen zeigen den maximalen Wirkungsgrad (WG) in %, welcher einige Tage nach einer Behandlung bonitiert wurde. Ebenso wird der Wirkungsgrad unmittelbar vor einer Behandlung und kurz vor Vegetationsende dargestellt.

Die Temperatur beim Heißschaum beträgt nach Angaben des Anbieters etwa 97°C, an der Ausbringlanze noch etwa 95°C. Beim Heißdampf wird das Wasser auf etwa 170°C erhitzt und mit düsenbestückten Lanzen ausgebracht. Das Heißwasser-Heißdampf-Gemisch besteht nach Angaben des Anbieters zu etwa 80% aus 100°C heißem Wasser und zu etwa 20% aus Heißdampf mit einer Temperatur von etwa 150°C. Beide treten gleichzeitig aus der Düse aus. In allen Fällen erfolgte die Ausbringung mit handgeführten Lanzen, die durch einen Schlauch mit dem Gerät verbunden waren.

Die Ergebnisse wurden nicht im direkten Vergleich im Exaktversuch gewonnen, sondern in verschiedenen Jahren auf unterschiedlichen Praxisflächen. Deshalb werden die Ergebnisse der drei Bekämpfungsverfahren nicht in einer Grafik oder Tabelle nebeneinander dargestellt, sondern für jedes Verfahren einzeln.

Die Langzeitwirkung des Heißwasser-Heißdampfgemisches wurde vom Frühjahr 2008 bis zum Frühjahr 2011 auf drei überwiegend schattigen Standorten in der Chemnitzer Innenstadt untersucht. Vor der ersten Behandlung wurden im Zeitraum vom 24. April bis 8. Mai für jede Art der Deckungsgrad und das phänologische Entwicklungsstadium nach der BBCH-Skala erfasst. Bis zum 22. September 2008 erfolgten die Behandlungen mit Heißdampf, danach wurde auf Heißwasser-Heißdampfgemisch umgestellt. Da die Wirkung beider Verfahren ähnlich ist und der Einsatz des Gemisches in dem Zeitraum deutlich über-

wiegt, wird in der zusammenfassenden Auswertung über drei Jahre die Bezeichnung Heißwasser-Heißdampfgemisch verwendet. Die Hofffläche im Eichamt Chemnitz mit hohem Fugenanteil wurde 2008 viermal, 2009 viermal und 2010 dreimal behandelt. Die Wegefläche im Stadthallenpark Chemnitz mit mittlerem Fugenanteil wurde 2008, 2009 und 2010 jeweils dreimal behandelt. Der Platz zwischen den Denkmälern in der Brückenstraße in Chemnitz mit geringem Fugenanteil wurde 2008 dreimal, 2009 viermal und 2010 dreimal behandelt.

Ergebnisse

Unkrautaufreten

Auf den 52 Flächen traten mehr als 70 Unkrautarten auf. Die Arten mit Stetigkeiten ab 10% sind in Abb. 1 dargestellt. *Poa annua* L. und *Taraxacum officinale* WIGGERS waren die dominierenden Arten. Sie traten auf mehr als 90% der Flächen auf. Laubmoose und *Plantago major* L. erreichten Stetigkeiten um 80%. Auf fast 70% der Flächen wurde *Solidago canadensis* L. gefunden, ein Neophyt. Mit hohen Stetigkeiten von mehr als 50% traten auch *Sagina procumbens* L., *Matricaria discoidea* DC. und *Polygonum aviculare* L. auf. Mit *Taraxacum officinale*, *Plantago major* und *Solidago canadensis* sind eine Reihe mehrjähriger Arten in der „Spitzengruppe“. Andere mehrjährige Arten wie *Lolium perenne* L. und *Trifolium repens* L. sind wahrscheinlich aus benachbarten Rasenflächen ein-

gewandert. Sie waren auf den untersuchten Wegen und Plätzen mit Stetigkeiten von 42% und 35% zu finden. Mit *Capsella bursa-pastoris* MED. und *Stellaria media* L. (VILL.) waren auch typische einjährige und einjährig überwinternde Acker- und Gartenunkräuter vertreten mit Stetigkeiten von 44% und 36%.

Auf allen 20 ausgewählten Flächen war *Poa annua* vertreten. Diese Art erreichte gleichzeitig den mit Abstand höchsten mittleren Deckungsgrad. Hohe Stetigkeiten in Verbindung mit hohen Deckungsgraden wurden auch bei Laubmoosen und *Taraxacum officinale* festgestellt (vgl. Abb. 2).

Wirkung von Heißschaum

Die Abb. 3 und 4 zeigen hohe mittlere Wirkungsgrade gegen *Poa annua* und gegen Laubmoose nach Anwendung von Heißschaum. Auch nach etwa 3 Monaten, vor der 2. Behandlung, wurden noch Wirkungsgrade im Bereich von 60% und 70% bonitiert. Der Rückgang des Wirkungsgrades bei *Poa annua* beruht auf einem Neuaufbau aus Samen in Form einer „zweiten Unkrautwelle“ im Sommer. Behandelte *Poa*-Pflanzen trieben nicht wieder aus. Auffällig war die gute Wirkung gegen Laubmoose auch auf stark vermoosten Flächen. Hohe Wirkungsgrade nach Anwendung von Heißschaum wurden auch gegen andere Arten, besonders gegen einjährige und einjährig überwinternde Unkräuter ermittelt.

Die Wirkung gegen *Taraxacum officinale* war bei zwei Behandlungen im Jahr nicht ausreichend. Nach etwa einer

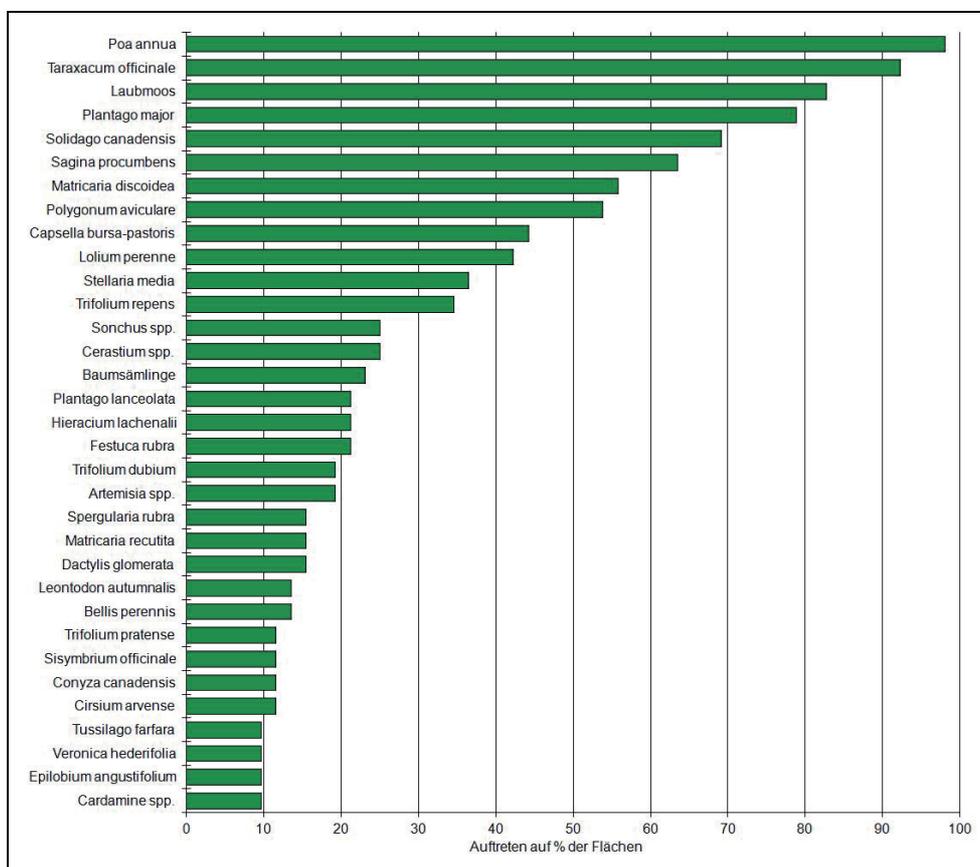


Abb. 1. Stetigkeit von Unkräutern auf 52 Wegen und Plätzen in Chemnitz und Umgebung 2006 bis 2008.

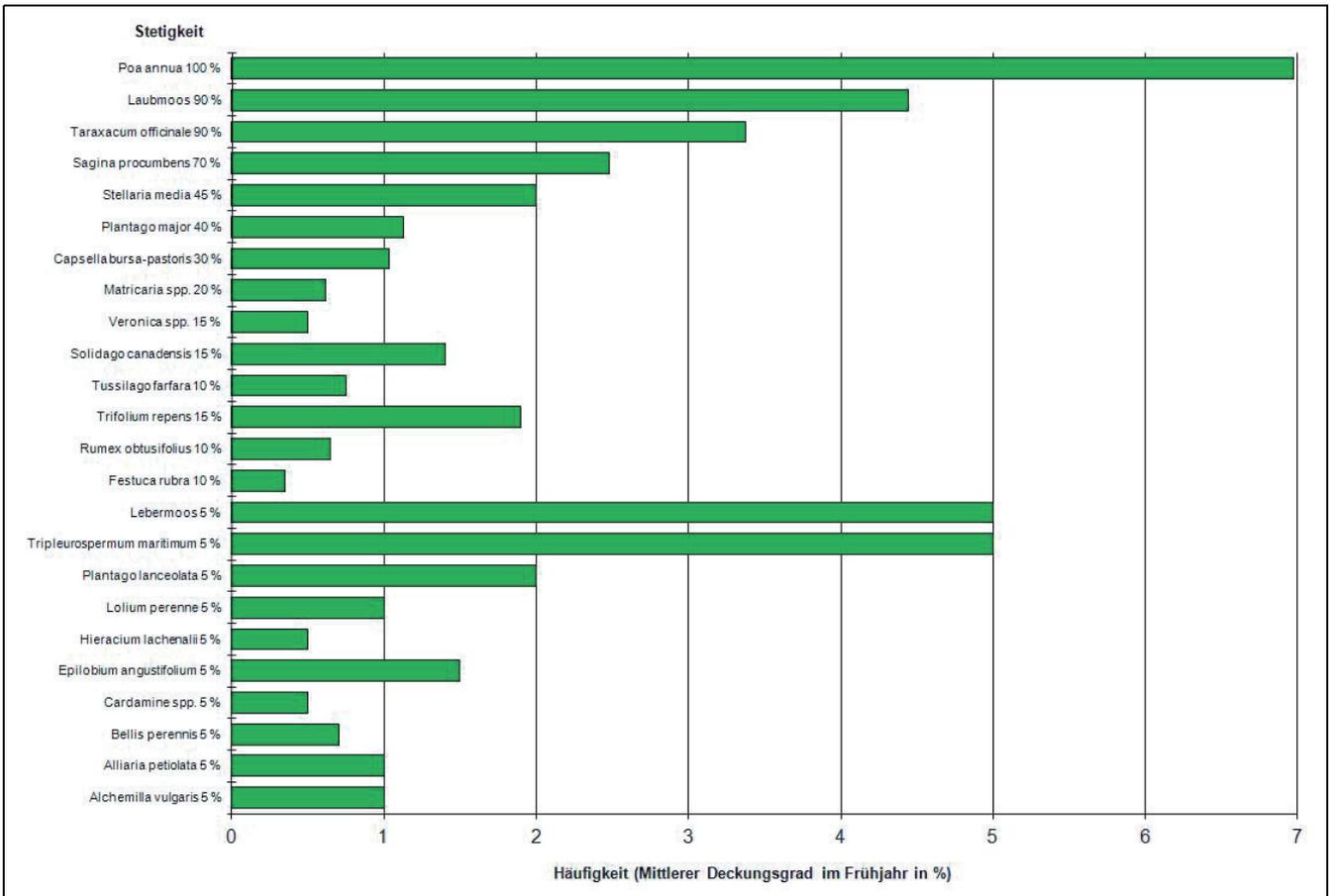


Abb. 2. Stetigkeit und Häufigkeit von Unkräutern auf 20 Wegen und Plätzen in Chemnitz und Umgebung 2006 bis 2008.

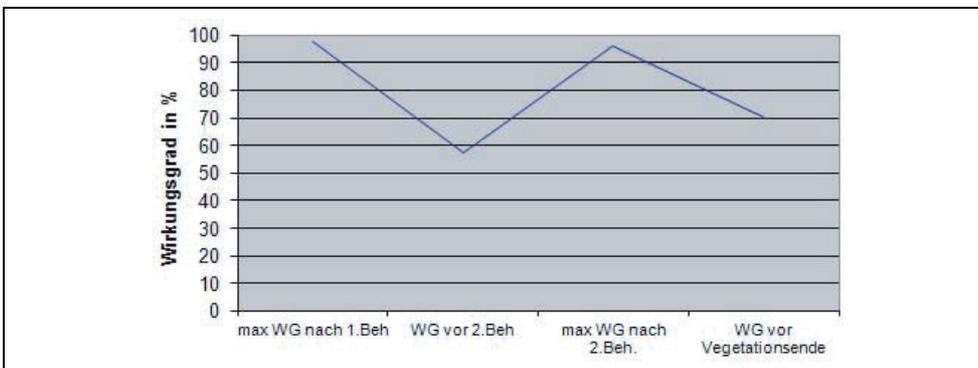


Abb. 3. Wirkung von Heißschaum gegen *Poa annua*, Mittelwerte von 9 Flächen 2006 bis 2007.

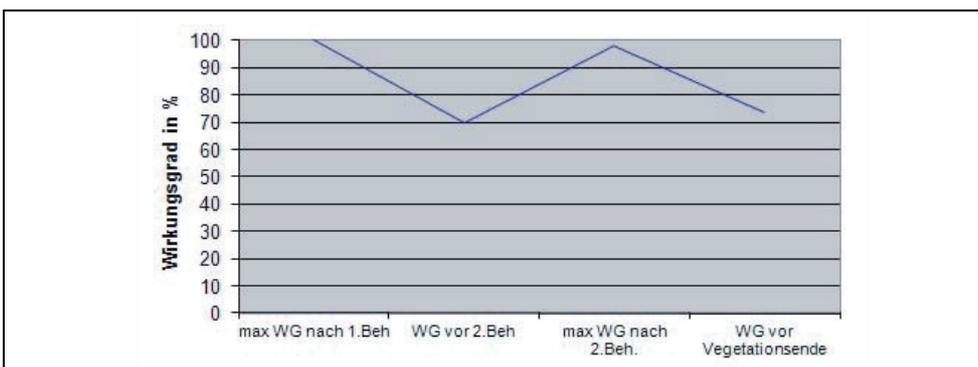


Abb. 4. Wirkung von Heißschaum gegen Laubmoos, Mittelwerte von 7 Flächen 2006 bis 2007.

Woche trieben die Pflanzen aus den Wurzeln wieder aus. Dadurch ging der Wirkungsgrad zwischen den Behandlungen stärker zurück als bei den anderen Arten (vgl. Abb. 5). Nach dem Wiederaustrieb war an behandelten *Taraxacum*-Pflanzen eine schnelle Blüten- und Samenbildung zu beobachten.

Wirkung von Heißdampf

Die Wirkung gegen *Poa annua* war erst nach der dritten Behandlung gut, wie Abb. 6 zeigt. Es war ein Unterschied zwischen dreimal und viermal behandelten Flächen zu sehen.

Die Wirkung gegen Laubmoose war im Jahresverlauf weniger gut (s. Abb. 7). Nach der ersten Behandlung hielt die Wirkung länger an als nach späteren Anwendungen. Die Abschlusswirkung war bei viermaliger Behandlung wesentlich besser als auf dreimal behandelten Flächen.

Die Wirkung gegen *Taraxacum officinale* war weder bei dreimal noch bei viermal behandelten Flächen ausreichend (vgl. Abb. 8). Es sind kaum Unterschiede zwischen unterschiedlich oft behandelten Flächen erkennbar. Die Pflanzen trieben in der Regel aus dem Wurzelstock innerhalb weniger Tage neu aus. Durch die Bekämpfungsmaßnahmen wurden die Pflanzen aber offenbar geschwächt, und es war im Herbst weniger Blattmasse vorhanden als zur Aufnahmebonitur. Ähnliche Ergebnisse wurden für *Sagina procumbens* ermittelt, das auf 10 Standorten auftrat.

Einjährige und einjährig überwinterte Dikotyle wie *Capsella bursa-pastoris* und *Stellaria media* wurden durch drei Behandlungen mit Heißdampf gut bekämpft.

Wirkung von Heißwasser-Heißdampfgemisch

Die Wirkung des Heißwasser-Heißdampfgemisches gegen *Poa annua* war im Frühjahr weniger gut, im zweiten Halbjahr besser (s. Abb. 9). Die Wirkungsgrade bei drei Behandlungen waren meist höher als bei vier Behandlungen, wahrscheinlich weil dreimal behandelte Flächen in der Regel geringer mit *Poa annua* verunkrautet waren als viermal behandelte.

Die Wirkung gegen Laubmoos war im Jahresverlauf stark schwankend, wie Abb. 10 zeigt. Am Ende der Vegetationsperiode wurden noch Wirkungsgrade zwischen 40% und 50% bonitiert.

Die Wirkungen gegen *Taraxacum officinale* waren bei dreimal und bei viermal behandelten Flächen sehr ähnlich (vgl. Abb. 11). Während der Vegetationsperiode waren große Schwankungen der Wirkungsgrade festzustellen. Insgesamt war die Wirkung nicht ausreichend. Für *Sagina procumbens* als weitere ausdauernde Art wurden ähnliche Ergebnisse ermittelt.

Langzeitwirkung von Heißwasser-Heißdampfgemisch

Im Untersuchungszeitraum war auf allen drei Standorten und bei allen bonitierten Unkrautarten eine Verringerung

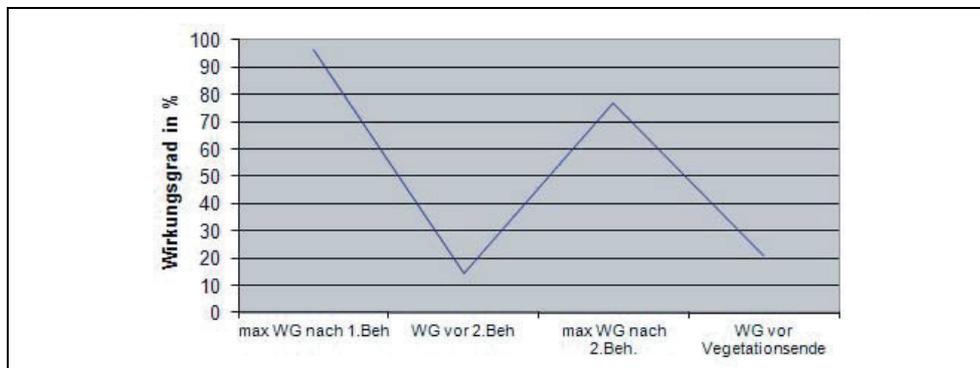


Abb. 5. Wirkung von Heißschaum gegen *Taraxacum officinale*, Mittelwerte von 7 Flächen 2006 bis 2007.

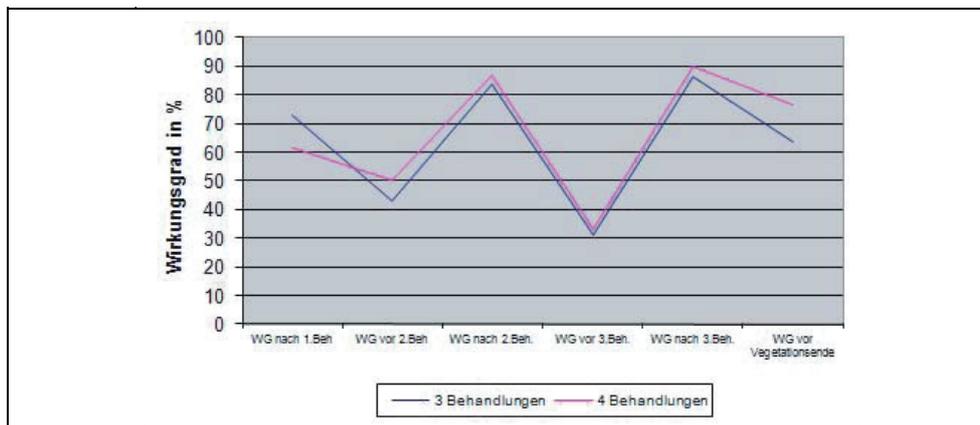


Abb. 6. Wirkung von Heißdampf gegen *Poa annua*, Mittelwerte von 10 Flächen 2008, davon 7 Flächen dreimal behandelt und 3 Flächen viermal behandelt.

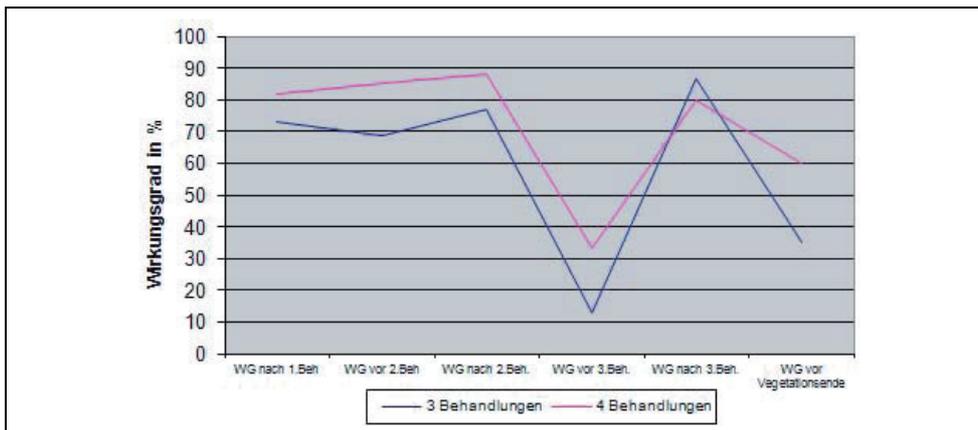


Abb. 7. Wirkung von Heißdampf gegen Laubmoose, Mittelwerte von 10 Flächen 2008, davon 7 Flächen dreimal behandelt und 3 Flächen viermal behandelt

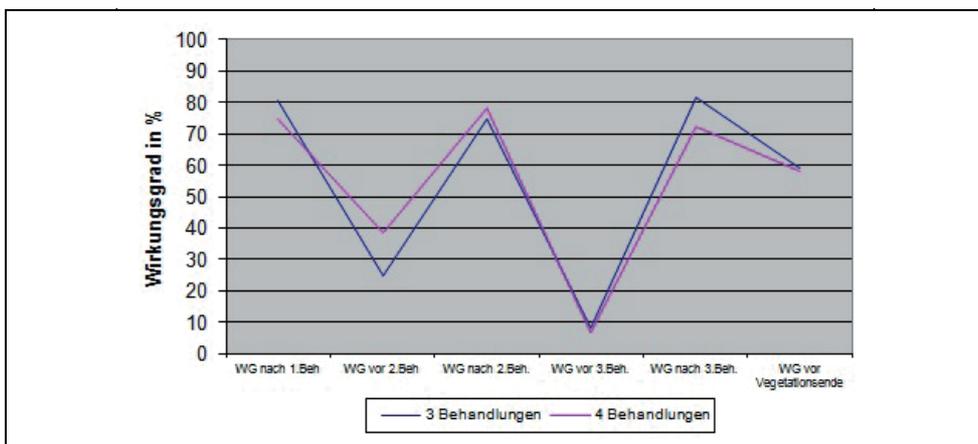


Abb. 8. Wirkung von Heißdampf gegen *Taraxacum officinale*, Mittelwerte von 10 Flächen 2008, davon 7 Flächen dreimal behandelt und 3 Flächen viermal behandelt.

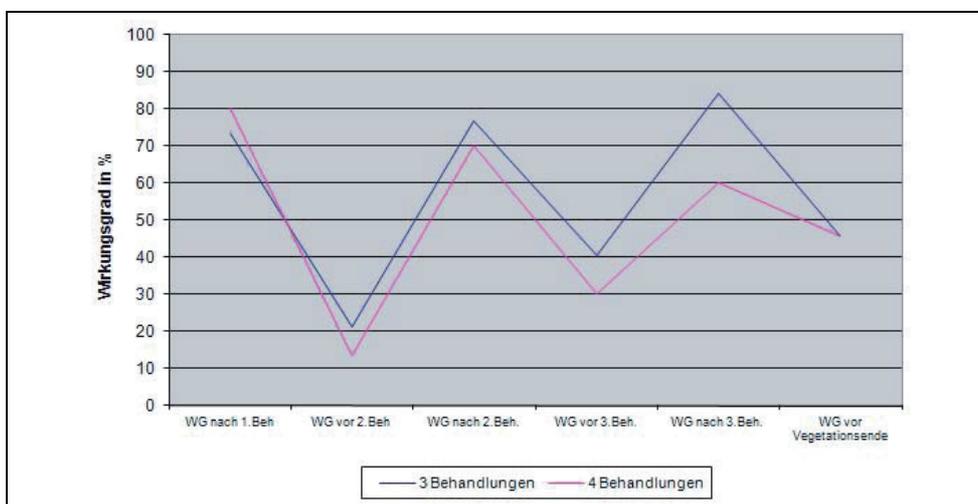


Abb. 9. Wirkung von Heißwasser-Heißdampfgemisch gegen *Poa annua*, Mittelwerte von 10 Flächen 2009 bis 2010, davon 7 Flächen dreimal behandelt und 3 Flächen viermal behandelt.

des Deckungsgrades festzustellen (s. Abb. 12 bis 14). Bei mehrjährigen Unkräutern wie *Taraxacum officinale* und *Sagina procumbens* war dieser Rückgang weniger deutlich als bei einjährigen Arten. In einigen Fällen wurde für einzelne Arten keine Veränderung oder eine Zunahme im Vergleich zum Vorjahr bonitiert. Langfristig betrachtet führten die Behandlungen jedoch zu einem geringeren Unkrautdeckungsgrad.

Auf dem Hof des Eichamtes, einer überwiegend schattigen Pflasterfläche mit hohem Fugenanteil, wurde ein hoher Besatz an Lebermoos durch das Heißwasser-Heißdampfgemisch gut bekämpft (vgl. Abb. 12). Zu Beginn der Untersuchungen hatten Lebermoose auf Teilflächen bereits die Pflastersteine überwachsen, es bestand Rutschgefahr. Nach drei Behandlungsjahren war der Moosbesatz auf akzeptable Werte zurückgegangen.

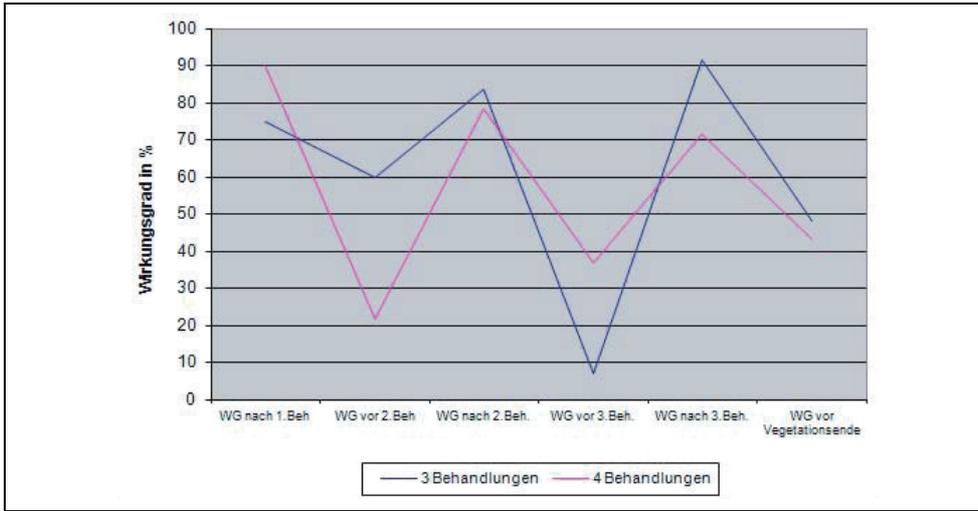


Abb. 10. Wirkung von Heißwasser-Heißdampfgemisch gegen Laubmoose, Mittelwerte von 8 Flächen 2009 bis 2010, davon 5 Flächen dreimal behandelt und 3 Flächen viermal behandelt.

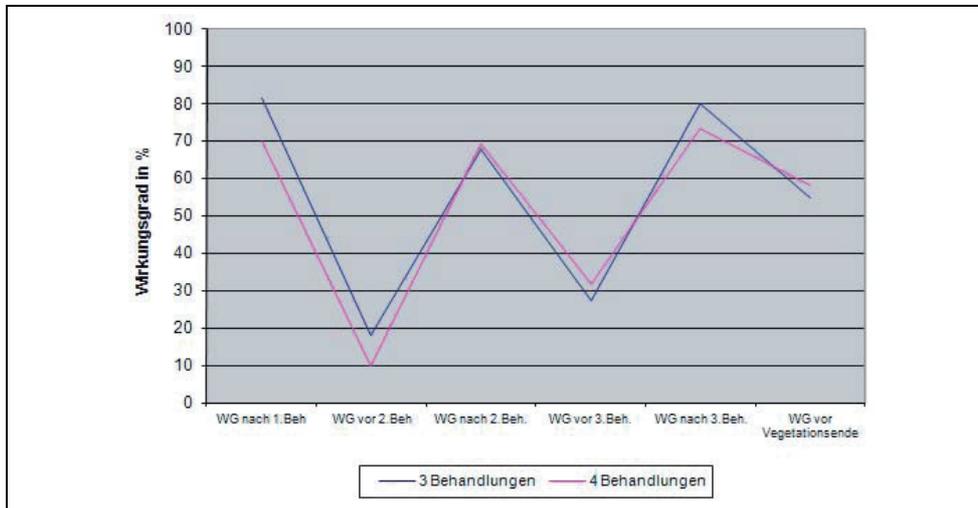


Abb. 11. Wirkung von Heißwasser-Heißdampfgemisch gegen *Taraxacum officinale*, Mittelwerte von 10 Flächen 2009 bis 2010, davon 7 Flächen dreimal behandelt und 3 Flächen viermal behandelt.

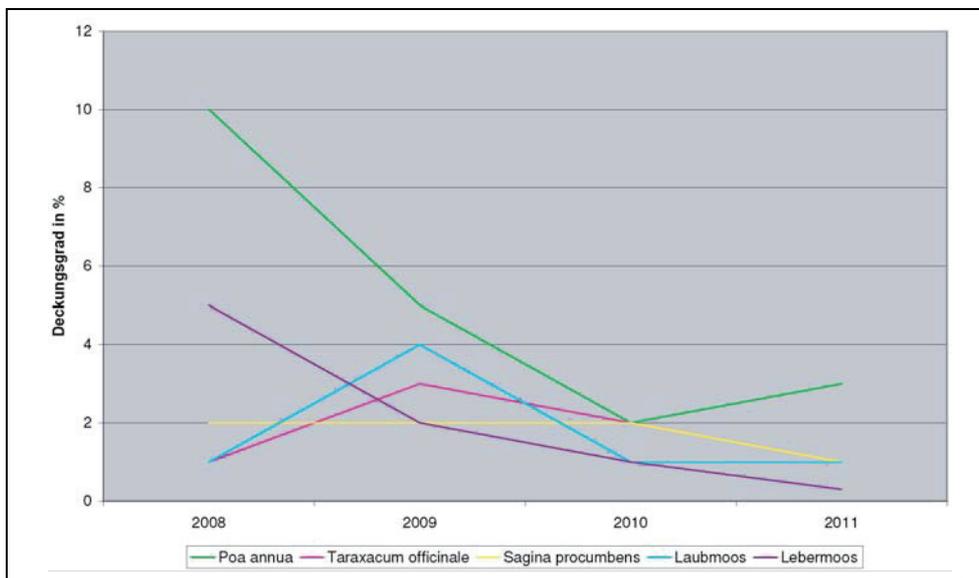


Abb. 12. Langzeitwirkung von Heißwasser-Heißdampfgemisch gegen Unkräuter auf dem Hof des Eichamtes Chemnitz, Fläche mit historischem Natursteinpflaster 2008 bis 2011.

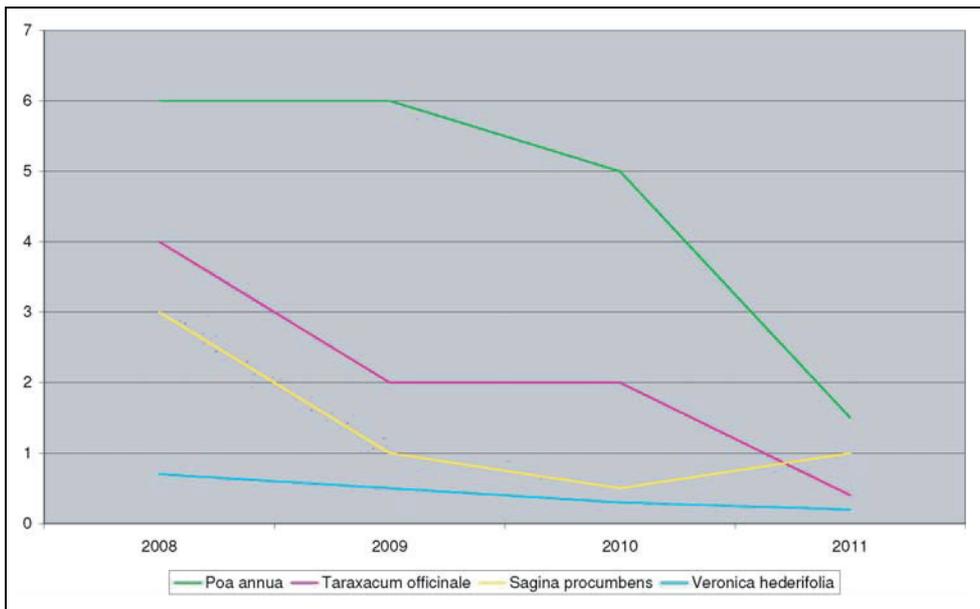


Abb. 13. Langzeitwirkung von Heißwasser-Heißdampfgemisch gegen Unkräuter auf Wegen im Stadthallenpark Chemnitz, Fläche mit Steinplatten und Natursteinpflaster 2008 bis 2011.

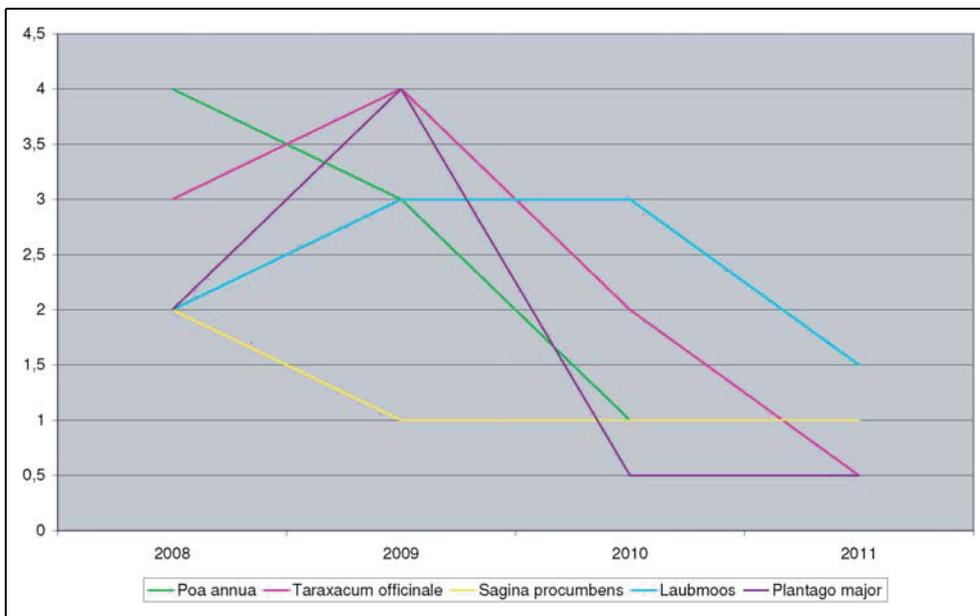


Abb. 14. Langzeitwirkung von Heißwasser-Heißdampfgemisch gegen Unkräuter auf dem Platz zwischen den Denkmälern in Chemnitz, Brückenstraße, Fläche mit Betonplatten 2008 bis 2011.

Diskussion

Die hohe Anzahl von mehr als 70 Unkrautarten auf 52 Flächen zeigt, dass viele Pflanzenarten sich an die extremen Lebensbedingungen auf Wegen und Plätzen anpassen können. Es wurden Hauptunkräuter deutlich, die in der Region Chemnitz mit höchster Stetigkeit auftreten. In Untersuchungen von VERSCHWELE (2006) wurden auf 36 Gehwegen in Braunschweig insgesamt 35 Pflanzenarten gefunden. Die häufigsten Arten waren *Sagina procumbens*, *Taraxacum officinale*, *Poa annua*, *Plantago major*, *Polygonum aviculare* und *Coryza canadensis*. Die letztgenannte Art trat in Chemnitz und Umgebung seltener auf. Die anderen von VERSCHWELE (2006) genannten Hauptunkräuter waren auch in Chemnitz häufig zu finden.

Poa annua, Laubmoose und *Taraxacum officinale* traten mit höchster Stetigkeit auf und erreichten die höchsten Deckungsgrade. Deshalb sollten diese Unkräuter bei der Entwicklung von Bekämpfungskonzepten besondere Beachtung finden.

Da die Ergebnisse der einzelnen Bekämpfungsverfahren in verschiedenen Jahren auf unterschiedlichen Praxisflächen gewonnen wurden, ist ein direkter Vergleich der Wirkungsgrade nicht möglich. Die Anzahl von jeweils 9 bis 11 Flächen erlaubt eine Beurteilung der Wirkung gegen die Hauptunkräuter.

In den einjährigen Untersuchungen, aber auch in den Untersuchungen zur Langzeitwirkung wird deutlich, dass die thermischen Bekämpfungsverfahren besser gegen einjährige Unkräuter und Moose, aber weniger gut gegen

mehnjährige Arten wirken. Besonders *Taraxacum officinale* zeigte ein hohes Regenerationsvermögen. Wenn thermische Verfahren zweimal bis viermal pro Jahr angewendet werden, dann ist eine Umschichtung der Artenanteile zugunsten mehrjähriger Unkrautarten wie *Taraxacum officinale* zu erwarten.

Die vorliegenden Daten zeigen, dass durch einen mehrjährigen Einsatz von Heißwasser-Heißdampfgemisch der Unkrautbesatz auf Wegen und Plätzen verringert werden kann.

Weitere Untersuchungen sind notwendig, um die Wirkung thermischer Verfahren der Unkrautbekämpfung auf Wegen und Plätzen besser bewerten zu können.

Literatur

VERSCHWELE, A., 2006: Unkräuter auf Wegen und Plätzen – erste Ergebnisse aus dem CleanRegion-Projekt. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch. **400**, 244-245.