

## **Untersuchungen zur Lebensdauer der Diasporen von *Datura stramonium* L.**

### *Studies on the longevity of the diaspores of *Datura stramonium* L.*

Hans-Peter Söchting<sup>1\*</sup>, Pauline Clauß<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Julius Kühn-Institut Braunschweig, Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland

<sup>2</sup>Technische Universität Braunschweig, Institut für Geoökologie

\*hans-peter.soechting@julius-kuehn.de

DOI: 10.5073/20220117-140535

## **Zusammenfassung**

Nicht zuletzt durch den Klimawandel und sich verändernde Anbaumethoden im Ackerbau breitet sich die neophytische Unkrautart *Datura stramonium* in Deutschland weiter aus. Als Spätkeimer profitiert die Art in landwirtschaftlichen Kulturen davon, dass dann Unkrautregulierungsmaßnahmen bereits abgeschlossen sind und sie sich dann dementsprechend gut entwickeln kann. Kenntnisse zur Samenbildung, zum Keimverhalten sowie zur Samenüberdauerung der Art sind für eine integrierte Bekämpfung notwendig. Um den Einfluss des Samenalters auf die Keimung der Samen zu untersuchen, wurde ein Keimtest mit Diasporen 16 verschiedener Jahrgänge aus dem Zeitraum 1973 bis 2019 durchgeführt. Ermittelt wurde die kumulative Keimrate und der KR50-Wert (Zeitpunkt an dem 50 % der Gesamtkeimrate erreicht sind). Parallel dazu wurde bei 10 der 16 geprüften Jahrgänge ein Triphenyltetrazoliumchlorid-Test durchgeführt, um auf diese Weise die Keimfähigkeit der Populationen im Labortest mit der generellen Lebensfähigkeit der Diasporen zu vergleichen. Die Ergebnisse dokumentieren eine lange Überlebensdauer der Samen, was bei der Bekämpfung der Art berücksichtigt werden muss.

**Stichwörter:** *Datura stramonium*, Diasporen, Keimung, TTC-Test, Weißer Stechapfel

## **Abstract**

Not least due to climate change and changing cultivation methods in agriculture, the neophytic weed specie *Datura stramonium* continues to spread in Germany. As a late germinating weed, the specie benefits in agricultural crops from the fact that weed control measures have often already been completed and it can then develop accordingly well. Knowledge of seed formation, germination behaviour and seed persistence of the species is necessary for integrated control. To investigate the influence of seed age on seed germination, a germination test was carried out with diaspores of 16 different vintages from the period 1973 to 2019. The cumulative germination rate and the KR50 value (time at which 50% of the total germination rate is reached) were determined. In parallel, a triphenyltetrazolium chloride test was carried out on 10 of the 16 vintages tested in order to compare the germination capacity of the populations in the laboratory test with the general viability of the diaspores. The results document a long survival time of the seeds, which need be taken into account when controlling the species.

**Keywords:** *Datura stramonium*, diaspore, emergence, jimson weed, TTC-test

## **Einleitung**

Zu den neophytischen Unkrautarten, die vermehrt in der Landwirtschaft auftreten, zählt in Deutschland *Datura stramonium* (Weißer Stechapfel) (MEINLSCHMIDT & HÄNSEL, 2008). *Datura stramonium* ist ein tropanalkaloidhaltiges Unkraut (ROTH et al., 1994) und steht in Deutschland auf der offiziellen Giftpflanzenliste des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU). Aufgrund zu hoher Tropanalkaloidgehalte in verschiedenen Getreideerzeugnissen kam es in Deutschland in der jüngeren Vergangenheit vermehrt zu Rückrufen von Lebensmitteln (EUROPEAN COMMISSION: RASFF Portal, 20.02.2021). Aus diesem Grund rückte die Pflanzenart in den Fokus wissenschaftlicher

30. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung, 22. – 24. Februar 2022 online  
Untersuchungen, um die Kontaminationswege vom Acker in das verarbeitete Lebensmittel ausfindig zu machen. Da die Keimungsbiologie für die Ausbreitung der Art von besonderer Bedeutung ist, wurden dazu am Julius Kühn-Institut (JKI) in Braunschweig Untersuchungen durchgeführt, von denen hier einige Ergebnisse präsentiert werden. Daraus wurden Schlussfolgerungen abgeleitet, wie sich die Art weiter in Deutschland ausbreiten und als Ackerunkraut an Bedeutung gewinnen wird und welche integrierten Maßnahmen in der Landwirtschaft zur Bekämpfung der Pflanze sinnvoll sind.

## **Material und Methoden**

### ***Einfluss des Samenalters auf die Keimfähigkeit der Samen von *Datura stramonium****

Die Versuche erfolgten in Anlehnung an die ISTA-Richtlinie (ISTA, 2014; ISTA, 2020) und das Handbuch der Genbank WEL (LANG et al., 2014). Als Gefäße für die Keimtests wurden Glas-Petrischalen mit Deckel und 9 cm Durchmesser verwendet. In jede Petrischale wurde ein Filterpapier vom Typ MN (Macherey-Nagel) 827 mit einem Durchmesser von 8,5 cm und einer Stärke von 0,7 mm gelegt. Je Variante wurden 100 Samen desselben Jahrgangs zufällig ausgewählt und in vier Wiederholungen mit je 25 Samen mit einer Pinzette in Petrischalen gleichmäßig verteilt. Den Petrischalen mit den Samen wurden jeweils 5,5 ml Nährlösung (2,0 mM Ca (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> + 0,1%ige Previcur Energy Lösung) zugefügt. Die Petrischalen mit den Samen wurden in Klimaschränke eingestellt (20°C), die auf 14 Stunden Tag und 10 Stunden Nacht eingestellt waren. Die Lichtintensität in der Tagesperiode betrug 3.750 Lux (Leuchtstoffröhren, Philips Master TL-D Reflex 18W/840). Täglich wurden die Petrischalen mit den Samen kontrolliert und bei Bedarf mit Leitungswasser nachbefeuchtet, um eine Austrocknung zu verhindern. Sobald Samen gekeimt waren, wurden sie gezählt und mit einer Pinzette der Petrischale entnommen. Als gekeimt galt ein Samen, bei dem die gesunde Keimwurzel deutlich erkennbar war.

Verwendet wurden Samen aus dem JKI die bei 5°C und Dunkelheit gelagert worden waren. Die Samen stammten aus den Jahren 1973, 1974, 1982, 1995, 1996, 1998, 1999, 2007, 2008, 2011, 2013, 2015, 2016, 2017, 2018 und 2019. Der Mittelwert der Anzahl gekeimter Samen, die prozentuale kumulative Keimrate und der KR50-Wert (50 % der Gesamtkeimrate) wurden berechnet. Für die Auswertung wurde eine lineare Regressionsanalyse durchgeführt.

Für die statistische Auswertung und das Erstellen der Abbildungen wurden sowohl die Statistiksoftware „RStudio“ (Version 4.0.3), als auch „Excel“ (Excel 2019, Microsoft Corporation) genutzt.

### ***Überprüfung der Lebensfähigkeit der Samen von *Datura stramonium* mit dem Triphenyltetrazoliumchlorid-Test***

Mit dem Triphenyltetrazoliumchlorid-Test (TTC-Test) kann indirekt die Atmungsaktivität im Gewebe der Samenzellen bestimmt werden. Der Test beruht auf der Aktivität von Dehydrogenase-Enzymen, welche in den Mitochondrien der Zellen die Atmungsreaktionen katalysieren (FRANCA-NETO & KRZYZANOWSKI, 2019). Der TTC-Test wurde in Anlehnung an das Handbuch der Genbank WEL „Qualität und Keimungseigenschaften von Saatgut in der Genbank WEL“ (LANG et al., 2014) durchgeführt. Für den Test wurden je 100 Samen der Populationen 1973, 1974, 1982, 1995, 1998, 1999, 2008, 2015, 2016 und 2018 ausgewählt. Ziel dieser Untersuchung war es, die Keimfähigkeit der Populationen im Labortest (siehe oben) mit der generellen Lebensfähigkeit der Pflanzensamen (TTC-Test) zu vergleichen. In vier Wiederholungen wurden pro Population 25 Samen in Schnappdeckelgläser gefüllt und in Leitungswasser über Nacht eingeweicht. Am Folgetag wurden die Samen mit einem Skalpell längs geteilt und die größere Hälfte wurde für den Test verwendet. Über den Längsschnitt war es möglich, den Keimling im Samen gut zu erkennen. Jeweils 25 Samenhälften je Wiederholung wurden in ein Schnappdeckelglas gegeben und mit 2 ml der TTC-Lösung bedeckt. Dabei handelt es sich um eine 1%ige Lösung von Triphenyltetrazoliumchlorid (TTC). Um nach dem Verschließen der Gläser eine entsprechende Reaktion zu erzeugen, wurden die Gläschen für

30. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung, 22. – 24. Februar 2022 online sechs Stunden bei 30 °C in einen Trockenschrank und anschließend über Nacht in einen Kühlraum (ca. 6-8°C) gestellt. Da Triphenyltetrazoliumchlorid sehr lichtempfindlich ist, wurden die Gläser und die Lösung grundsätzlich mit Alufolie abgedeckt. Nach der Reaktionszeit wurde die TTC-Lösung durch ein Sieb gegossen und die Samenhälften mit Leitungswasser abgespült. Danach wurden die Samenhälften unter einem Präpariermikroskop (Vergrößerung 20fach) begutachtet. Die Samen der vier Wiederholungen einer Population wurden, entsprechend der sichtbaren Einfärbung den drei Kategorien (lebend, tot, intermediär) zugeordnet (Tab. 1) und gezählt. Anschließend wurde der Mittelwert der Samenanzahl berechnet.

**Tabelle 1** Beschreibung der Bezeichnungen ‚lebend‘, ‚intermediär‘ und ‚tot‘ entsprechend der variierenden Färbungen des Samengewebes und der Keimlinge

**Table 1** Description of the designations 'live', 'intermediate' and 'dead' according to the varying colourations of the seed tissue and the seedlings

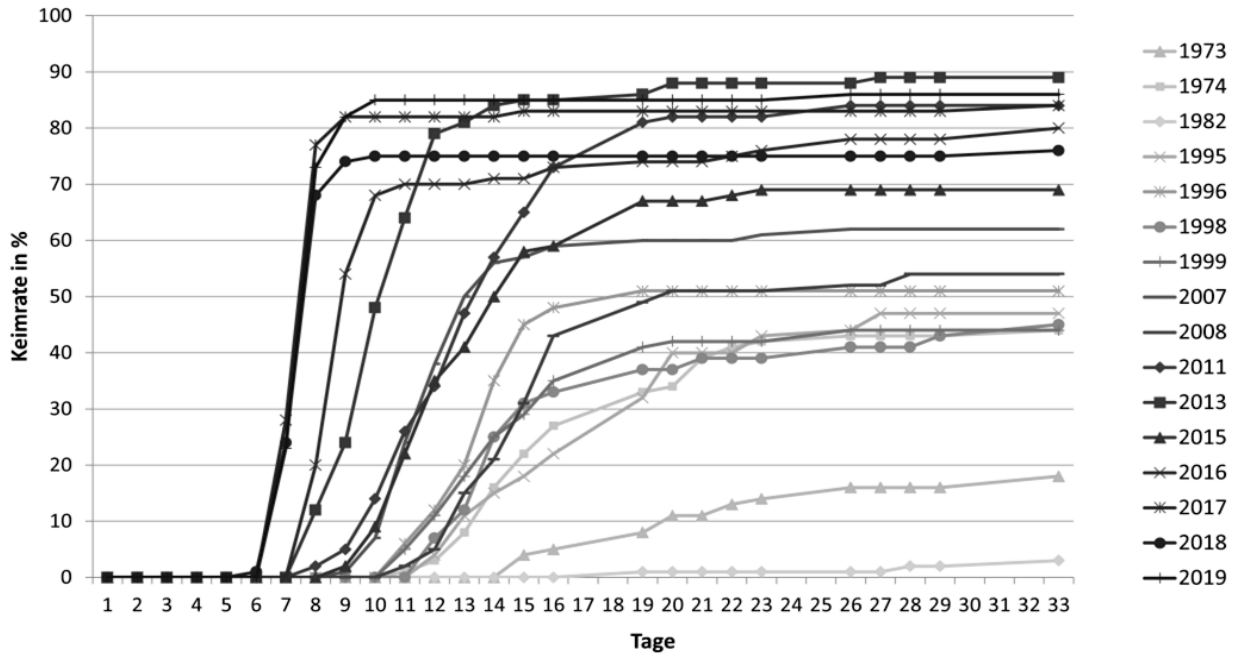
Wert	Bezeichnung	Beschreibung
1	lebend	gesamtes Gewebematerial des Samens mit Nährgewebe und Keimling ist deutlich rot gefärbt
0,5	intermediär	nur leicht oder teilweise gefärbter Keimling im Samengewebe
0	tot	Samen ohne eine Spur von Färbung bzw. leicht gefärbtes Gewebematerial aber ungefärbter Keimling

Die Auswahl der Samen erfolgte zufällig. Für die statistische Auswertung und das Erstellen der Abbildungen wurden sowohl die Statistiksoftware „RStudio“ (Version 4.0.3), als auch „Excel“ (Excel 2019, Microsoft Corporation) verwendet. Für die Auswertung wurde eine lineare Regressionsanalyse durchgeführt.

## Ergebnisse

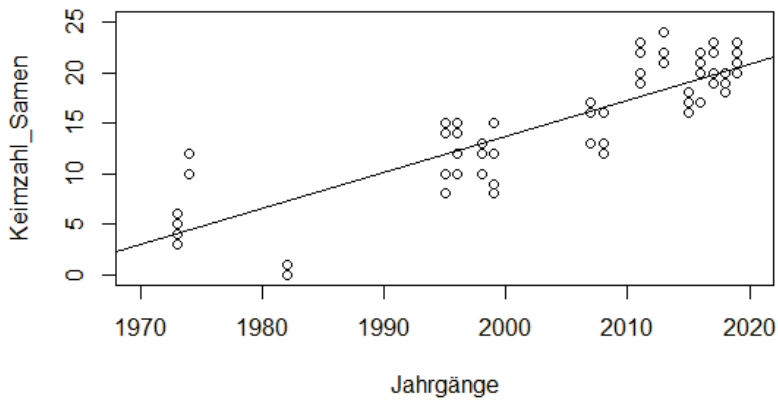
### ***Einfluss des Samenalters auf die Keimfähigkeit der Samen von *Datura stramonium****

Das Alter der Samen (Jahrgänge des Zeitraums 1973 bis 2019) hatte einen signifikanten Einfluss auf die Keimfähigkeit der Populationen. Die Keimfähigkeit, bestimmt durch die Anzahl gekeimter Samen pro Population im Keimversuch, fiel mit abnehmendem Alter der Samen ab (Abb. 1 und 2). Analog zur Keimfähigkeit nahm auch die Keimgeschwindigkeit mit zunehmendem Samenalter ab. Die jüngeren Jahrgänge 2017, 2018 und 2019 keimten am schnellsten. Nach einer Woche waren bei diesen drei Populationen rund 75 % der Samen gekeimt, während bei allen älteren Populationen durchweg noch keine Keimung zu verzeichnen war. Der älteste Jahrgang 1973 keimte erst 15 Tage nach Versuchsbeginn, etwa eine Woche später als die jüngeren Jahrgänge. Obwohl die Keimungsgeschwindigkeit, verglichen mit den Keimungsgeschwindigkeiten der jüngeren Jahrgänge, etwas niedriger war, hatte der Jahrgang 2013 die höchste maximale Keimfähigkeit mit einem Prozentsatz von 89 %.



**Abbildung 1** Prozentuale Keimrate von *Datura stramonium*-Populationen von 1973 bis 2019 in Abhängigkeit vom Alter der Samen über einen Zeitraum von 33 Tagen bei 20/10°C im Wechsel von 14/10 Stunden und 14-stündiger Beleuchtung bei 20°C. Die Kurven beschreiben kumulativ die prozentuale Anzahl der gekeimten Samen aus vier Wiederholungen einer Population an den jeweiligen Boniturterminen.

**Figure 1** Percentage germination rate of *Datura stramonium* populations from 1973 to 2019 as a function of seed age over a period of 33 days at 20/10°C alternating between 14/10 hours and 14-hour illumination at 20°C. The curves cumulatively describe the percentage of germinated seeds from four replicates of a population on the respective assessment dates.

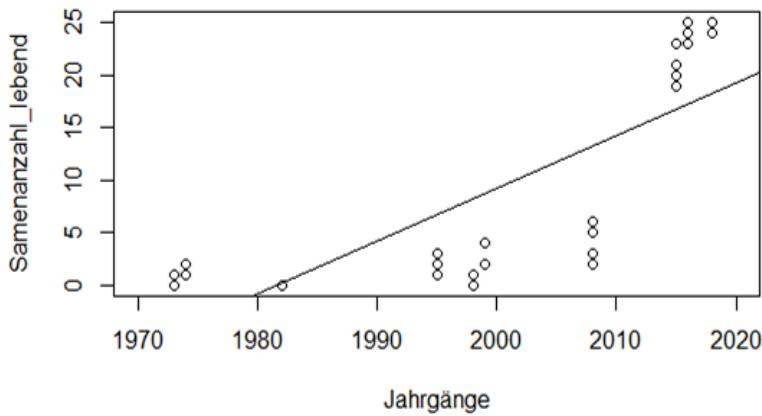


**Abbildung 2** Linearer Zusammenhang zwischen der Anzahl gekeimter Samen und den Samenjahrgängen 1973, 1974, 1982, 1995, 1996, 1998, 1999, 2007, 2008, 2011, 2013, 2015, 2016, 2017, 2018 und 2019. **○** steht für die Anzahl gekeimter Samen einer Wiederholung eines bestimmten Jahrgangs. Für jeden Jahrgang wurden vier Wiederholungen mit je 25 Samen über einen Zeitraum von 33 Tagen bei 20/10°C im Wechsel von 14/10 Stunden und 14-stündiger Beleuchtung bei 20°C zum Keimen angeregt.

**Figure 2** Linear relationship between the number of germinated seeds and the seed vintages 1973, 1974, 1982, 1995, 1996, 1998, 1999, 2007, 2008, 2011, 2013, 2015, 2016, 2017, 2018 and 2019. **○** presents the number of germinated seeds of a replicate of a given vintage. For each vintage, four replicates of 25 seeds each were induced to germinate over a period of 33 days at 20/10°C, alternating between 14/10 hours and 14 hours of light at 20°C.

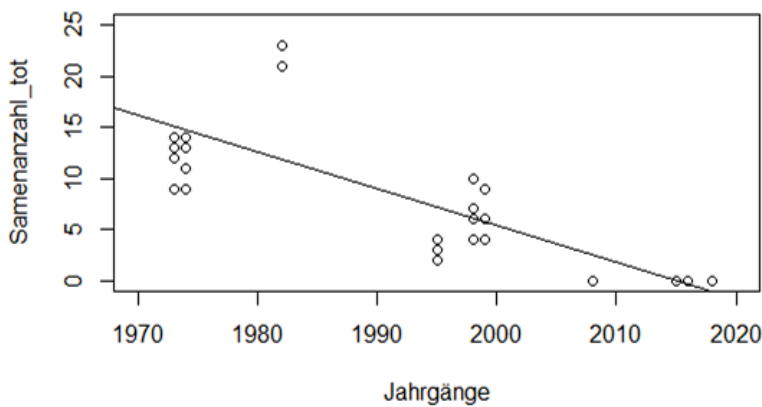
### **Überprüfung der Lebensfähigkeit der Samen von *Datura stramonium* mit dem Triphenyltetrazoliumchlorid-Test**

Das Alter der Samen (Jahrgänge im Zeitraum 1973 bis 2019) hatte einen signifikanten Einfluss auf die Anzahl lebender und toter Samen der Populationen. Bei jüngeren Jahrgängen stieg die Anzahl lebender Samen (Abb. 3) und die Anzahl toter Samen nahm ab (Abb. 4). Der Anteil intermediärer Samen (Abb. 5) lag bei den mittleren Jahrgängen 1995 bis 2008 am höchsten. Die Jahrgänge 1973, 1974, 1995 und 1998 hatten nur einen Anteil lebender Samen von unter 10 %, bei den jüngeren Jahrgängen 2015, 2016 und 2018 waren im Mittel über 20 der insgesamt 25 Samen (80 %) lebend. Die Jahrgänge 2008, 2015, 2016 und 2018 wiesen keine toten Samen auf. Auffällig war die sehr hohe Anzahl toter Samen der Population 1982. Im Mittel wurden 22,5 von insgesamt 25 Samen (90 %) als tot bewertet und die Population hatte keine lebenden Samen.



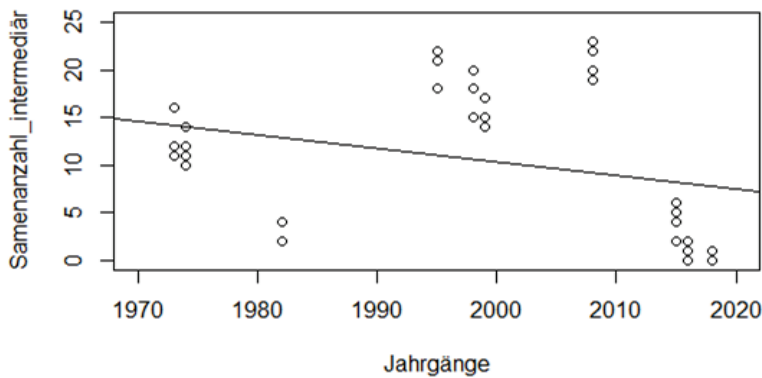
**Abbildung 3** Linearer Zusammenhang zwischen der Anzahl lebender Samen und den Samenjahrgängen 1973, 1974, 1982, 1995, 1998, 1999, 2008, 2015, 2016 und 2018. **○** steht für die Anzahl lebender Samen einer Wiederholung eines bestimmten Jahrgangs. Für jeden Jahrgang wurde die Lebensfähigkeit der Samen anhand vier Wiederholungen mit je 25 Samen untersucht.

**Figure 3** Linear relationship between the number of germinated seeds and the seed vintages 1973, 1974, 1982, 1995, 1998, 1999, 2008, 2015, 2016 and 2018. **○** presents the number of germinated seeds of a replicate of a given vintage. For each vintage, seed viability was assessed using four replicates of 25 seeds each.



**Abbildung 4** Linearer Zusammenhang zwischen der Anzahl toter Samen und den Samenjahrgängen 1973, 1974, 1982, 1995, 1998, 1999, 2008, 2015, 2016 und 2018. **○** steht für die Anzahl toter Samen einer Wiederholung eines bestimmten Jahrgangs. Für jeden Jahrgang wurde die Lebensfähigkeit der Samen anhand vier Wiederholungen mit je 25 Samen untersucht.

**Figure 4** Linear relationship between the number of germinated seeds and the seed vintages 1973, 1974, 1982, 1995, 1998, 1999, 2008, 2015, 2016 and 2018. **○** presents the number of germinated seeds of a replicate of a given vintage. For each vintage, seed viability was assessed using four replicates of 25 seeds each.



**Abbildung 5:** Zusammenhang zwischen der Anzahl intermediärer Samen und den Samenjahrgängen 1973, 1974, 1982, 1995, 1998, 1999, 2008, 2015, 2016 und 2018. **O** steht für die Anzahl intermediärer Samen einer Wiederholung eines bestimmten Jahrgangs. Für jeden Jahrgang wurde die Lebensfähigkeit der Samen anhand vier Wiederholungen mit je 25 Samen untersucht.

**Figure 5** Linear relationship between the number of germinated seeds and the seed vintages 1973, 1974, 1982, 1995, 1998, 1999, 2008, 2015, 2016 and 2018. **O** presents the number of germinated seeds of a replicate of a given vintage. For each vintage, seed viability was assessed using four replicates of 25 seeds each.

## Diskussion

In den hier dargestellten Versuchen wurde die Keimfähigkeit von *Datura stramonium*-Samen in Abhängigkeit vom Samenalter untersucht und die generelle Lebensfähigkeit der Samen im TTC-Test geprüft. Eine deutliche Abnahme der Keimfähigkeit zeigte sich mit zunehmendem Alter der Samen. Die Unterschiede in den Keimraten der 16 Populationen, die im Zeitraum zwischen 1973 und 2019 am JKI geerntet wurden, könnten natürlich auch durch unterschiedliche Witterungsbedingungen der jeweiligen Erntejahre, differierende Erntezeitpunkte oder Einflüsse bei der Zwischenlagerung der Samen hervorgerufen worden sein, bevor sie in einen auf 5°C eingestellten Kühlraum dauerhaft eingelagert wurden. Die Unterschiede in den Keimraten waren jedoch nicht nur signifikant, sondern wurden auch durch den TTC-Test bestätigt. Die geringeren Keimraten und das spätere Einsetzen der Keimung bei älteren Populationen lassen darauf schließen, dass die Unterschiede hauptsächlich auf Alterungsprozesse zurückzuführen sind. Auffällig war die sehr schlechte Keimfähigkeit der Population 1982. Möglich ist, dass die Samen zum Erntezeitpunkt noch unreif waren oder falsch zwischengelagert wurden. Auch ungünstige Klimaverhältnisse im Erntejahr der Samen könnten ein Grund gewesen sein. Auf Basis des TTC-Tests wurde bestätigt, dass analog zur Keimfähigkeit auch die generelle Lebensfähigkeit der *Datura stramonium*-Samen, bestimmt durch die Anzahl lebender Samen, mit zunehmendem Samenalter ab und die Anzahl toter Samen zunahm. Nichtsdestotrotz wiesen auch die ältesten Jahrgänge 1973 und 1974 lebensfähige und intermediäre Samen auf und Samen dieser Jahrgänge konnten unter günstigen Laborbedingungen zur Keimung angeregt werden. Ähnliche Ergebnisse zeigt ein Experiment von TOOLE & BROWN (1946), bei dem *Datura stramonium*-Samen 38 Jahre im Boden eingegraben wurden und 91 % der Samen nach diesem Zeitraum noch als lebensfähig galt. Bei den jüngeren Jahrgängen 2015, 2016 und 2018 zeigte der TTC-Test fast nur lebende Samen, was sich im Keimversuch durch den großen Anteil gekeimter Samen dieser Populationen bestätigte. Generell zeigte ein Vergleich von TTC-Test zu Keimtest bei allen Populationen, dass der Anteil lebender Samen (lebensfähig) und intermediärer Samen (eventuell lebensfähig) zusammengefasst größer war als der Anteil der Samen, der im Keimversuch keimte. Bei den als intermediär bezeichneten Keimlingen findet aufgrund der Färbung in einzelnen Gewebebereichen zelluläre Atmungsaktivität statt, was ein Beweis für Lebensfähigkeit darstellt. Ob dies jedoch für eine Keimung ausreicht oder der Anteil von lebensfähigem Gewebe zu gering ist, ist daran nicht eindeutig auszumachen. Der Vergleich von TTC-Test und Keimtest zeigt dennoch, dass bei allen Populationen ein Teil der Samen

30. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung, 22. – 24. Februar 2022 online keimte, der beim TTC-Test als intermediär eingestuft wurde, womit diese zum Großteil als lebensfähig bewertet werden können. Unterschiede in den Ergebnissen ergeben sich durch die subjektive Bewertung der Sameneinteilung in die drei Vitalitätszustände. Bei Untersuchungen CONCLINS (1976) wiesen nicht voll ausgereifte *Datura stramonium*-Samen aus noch grünen Kapseln nur eine Keimung von 67 % auf, wobei die Samen derselben Pflanze nach einem Monat eine Keimung von 100 % erreichten. Voll ausgereifte Samen erreichten bei sofortigem Aussäen hohe Keimraten aber keine Keimung ein paar Monate später. Nach CONCLIN (1976) könnte neben einer Dormanz auch die Entwicklung einer undurchlässigen Samenschale dafür verantwortlich sein. Eine mit der Zeit undurchlässigere Samenschale könnte in dem hier durchgeführten Keimversuch auch zum späteren Einsetzen der Keimung der älteren Samen beigetragen haben. Leider waren für die Untersuchung keine „frischen“ *Datura stramonium*-Samen des Jahrgangs 2020 verfügbar, mit denen eine Überprüfung der Dormanzeigenschaften und das Vorhandensein primärer Dormanz an gerade ausgereiften Samen hätte stattfinden können.

Neben veränderten und einseitigen Bewirtschaftungs- und Anbaumaßnahmen in der Landwirtschaft, wie z. B. vermehrter Maisanbau, führen auch steigende Temperaturen und derzeitige Klimaentwicklungen zu einer verstärkten Ausbreitung von *Datura stramonium* (FOLLAK, 2008). Analog zu anderen europäischen Ländern ist durchaus anzunehmen, dass sich *Datura stramonium* aufgrund dieser Rahmenbedingungen auch in Deutschland weiter ausbreiten und als Ackerunkraut an Bedeutung gewinnen wird. Für eine erfolgreiche Bekämpfung der Unkrautart in der Landwirtschaft sollte generell der Aufwuchs bzw. das Ausreifen der Pflanzen verhindert werden, da bereits eine Pflanze pro Hektar das Potential besitzt, die gesamte Erntemenge bei Getreide zu kontaminieren. Integrierte Maßnahmen wie ein intensiver Fruchtwechsel, eine spezifisch ausgerichtete Bodenbearbeitung, frühe Saattermine und dichte Kulturpflanzenbestände sind hier neben der chemischen Unkrautkontrolle als mögliche Maßnahmen zu nennen.

## Literatur

- BMU, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit. 2012:  
<https://www.giznord.de/giznord/aktinfo/giftpflanzenliste.html>. Abgerufen am 20.02.2021.
- CONKLIN, M.E., 1976: Genetic and biochemical aspects of the development of *Datura*. Basel, München, Paris, London, New York, Sydney: Karger (Monographs in developmental biology, Vol. 12).
- EUROPEAN COMMISSION, 2021: RASFF Portal – the Rapid Alert System for Food and Feed.  
<https://webgate.ec.europa.eu/rasff-window/portal/?event=searchResultList>.  
Abgerufen am 20.02.21.
- FOLLAK, S., 2008: Zum Auftreten einiger bemerkenswerter neophytischer Unkräuter in landwirtschaftlichen Kulturen. Linzer biologischer Beitrag **40/1**, 371–380.
- FRANCA-NETO, J.D.B., F.C. KRZYZANOWSKI, 2019: Tetrazolium: an important test for physiological seed quality evaluation. *Journal Seed Science* **41** (3), 359–366.
- ISTA, 2014: Leitfaden zur Qualitätsprüfung von On-farm erzeugtem Saatgut von Gemüsearten. International Seed Testing Association. Bassersdorf, Switzerland.
- ISTA, 2020: International Rules for Seed Testing 2020. International Seed Testing Association. Bassersdorf, Switzerland.
- LANG, J., D. LISTL, P. GLABB, C. REISCH, P. POSCHLOD, 2014: Qualität und Keimungseigenschaften von Saatgut in der Genbank WEL. Handbuch Genbank WEL.
- MEINLSCHMIDT, E., S. HÄNSEL, 2008: Untersuchungen zur Biologie und Bekämpfung von Weißem Stechapfel (*Datura stramonium* L.) in Mais. *Journal of Plant Protection, Special Issue XXI*, 569–574.



30. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung, 22. – 24. Februar 2022 online

ROTH, L., M. DAUNDERER, K. KORMANN, 1994: Giftpflanzen - Pflanzengifte: Vorkommen, Wirkung, Therapie. allergische und phototoxische Reaktionen. 4., überarb. und wesentlich erw. Aufl.: Landsberg: ecomed Verl.-Ges.; 1994.

TOOLE, E.H., E. BROWN, 1946: Final results of the Duval buried seed experiment. *Journal of Agricultural Research* **72**, 201–210.