GOETHESCHULE NEU-ISENBURG
S. ERMAKOV, F. HEHLEIN, M. STEZALY,
F. Saurer

Untersuchungen zu *GLYPHOSAT*

Shall the earth indeed bring forth
'THISTLES AND THORNS`? I.MOSE, K 3, V 18

How dangerous is GLYPHOSATE?

Research into the efficiency and the biological degradability of a highly controversial herbicide

Chemie-& Umwelt-AG Goetheschule Neu-Isenburg

„Vertreibung aus dem Paradies“ / http://www.zeno.org/nid/

Unkraut /https://de.wiki.org./wiki/unkraut

Nach der Vertreibung“ / http://www.kunstkopie.de/a/ramboux-johann/

Disteln im Hafer / https://de.wiki.org./wiki/unkraut

Summary:

The herbicide GLYPHOSATE is in criticism, due to

- its toxicity to water organisms,
- its carcinogenic potency in case of misuse,
- reduction of herbal diversity; therefore,…
- …the indirect damage to the food chain, due to reduction of insect biomass and even to increased insect extinction,
- its bad reputation as a broad-range herbicide.

For those reasons on the 27th November 2017 the EU-License was supposed to be not renewed.
Never the less 18 of 28 EU-States (including Germany) voted for a 5-year renewal. So *GLYPHOSATE* can still be used in the EU.

The arguments for the usage of GLYPHOSATE are:

- chemical alternatives are higher in toxicity and mechanical alternatives are not effective or too labor intensive (especially in precipices of vineyards),
- if used as intended, there is **no carcinogenic risk**,
- securing human nutrition in cultivated fields is more important than concern for insects,
- the reduction in biodiversity and the extinction of insects are only minimally due to GYPHOSATE effects, to a greater extent are due to corn mono-cultures for biogas production,
- usage of *GLYPHOSATE* also **provides ecological advantages** (less erosion due to less intense mechanical groundwork).

Our hypotheses are:

Glyphosate does not accumulate in the ground; furthermore it is not toxic to molds and rather degraded by them.

Goals for the future:

In a long term project cultivation of a Glyphosate degrading fungus, with low cultivation requirements, could be researched. This fungus could be used to inoculate contaminated grounds and to eliminate the toxic residues.

Wie gefährlich ist GLYPHOSAT?

Untersuchungen zur Wirksamkeit und biologischen Abbaubarkeit eines umstrittenen Herbizids

von Sergey ERMAKOV, Felix HEHLEIN, und Michael STEZALY
Chemie-& Umwelt-AG Goetheschule Neu-Isenburg

1. Einleitung

(1) Allgemeines/Geschichte

Das Herbizid GLYPHOSAT ist weltweit das meistverwendete Unkrautvernichtungs-mittel (1). Es wurde schon 1950 vom Schweizer Chemiker *H. Martin* für die Firma CILAG synthetisiert; 1971 ließ der Agrar-Multi MONSANTO es als Herbizid patentieren und seit 1974 wird es als Pflanzenschutzmittel vermarktet –oft in Kombination mit gentechnisch verändertem Glyphosat-resistenten Saatgut.
In China, Indien, USA sowie 17 weiteren Ländern werden jährlich mindestens 700.000 Tonnen produziert (2). Deutschland verbraucht davon weniger als 1%.

(2) Vor- und Nachteile, Besonderheiten

Glyphosat besitzt **folgende Vorteile**	Glyphosat weist folgende **Nachteile** auf (4):	**Wirkungsweise:** Wie wirkt Glyphosat?
1) Sehr geringe Toxizität für Tiere 2) Sehr gut wasserlöslich (hydrophil): deshalb keine Speicherung im Fettgewebe und somit keine Anreicherung in der Nahrungskette (keine Bio-Akkumulation): 3) Hoher Siedepunkt /geringer Dampfdruck: deshalb keine gasförmige Ausbreitung über die Luft; 4) Bindung an Bodenminerale: deshalb kaum Auswaschung ins Grundwasser und praktisch keine Aufnahme über die Wurzeln; 5) Relativ schnelle Zersetzung im Boden: deshalb kaum Beeinträchtigung der Keimung.	1) Kein spezifischer Entgiftungs-stoffwechsel im Säuger-Organismus vorhanden. 2) In Blut- und Urinproben von besonders belasteten Bevölkerungs-gruppen (z.B. Landarbeiter) bereits nachweisbar, wie auch in manchen Biersorten – in extrem geringen Konzentrationen! 3) Schädlich für Wasserorganismen, 4) Als Säure (unverdünnt!) schädigend für Augen und Haut. 5) Als „Total-Herbizid“ schädigend für die Artenvielfalt (Vernichtung der pflanzlichen Lebensgrundlage, vor allem für Insekten).	Die Wirkungsweise von Glyphosat beruht auf der spezifischen Hemmung eines Synthesewegs, der nur bei grünen Pflanzen – und nicht bei Tier oder Mensch! – auftritt (dem *Shikimisäure-Chorisminsäure-Weg* zu den aromatischen Aminosäuren Phe, Tyr und Trp); deshalb sollte die spezifische, unmittelbare Giftwirkung direkt auch nur bei Pflanzen auftreten. **Eine unspezifische Toxizität, die auf der Reaktion des Glyphosat-Moleküls mit anderen Molekülen der Zelle beruht, ist dadurch natürlich nicht ausgeschlossen**. Deshalb steht Glyphosat als „Chemie-Gift“ auch in der Kritik.

Unsere Hypothese ist

- **dass Glyphosat als spezifisches Herbizid keine generelle Vergiftung des Bodens verursacht,**
- **dass es insbesondere auf Schimmelpilze nicht giftig wirkt,**
- **sondern dass Glyphosat vielmehr durch Schimmelpilze abgebaut werden kann.**

Dies soll in Petrischalen-Kulturen getestet werden.

➢ **Auf lange Sicht könnte ein Pilz, der zum Glyphosat-Abbau fähig und leicht kultivierbar wäre, mittels Grubbern in belastete Böden eingebracht werden und dort Glyphosat-Rückstände schnell unschädlich machen.**

2. Material und Methoden

2.1. Material

GLYPHOSAT, als „*VOROX-Unkrautfrei-Direkt*“ (28,3%iges Konzentrat in 5ml Fläschchen) stammte von Fa. *Syngenta*, Maintal Als Pilzquelle dienten Pflanzenrotten von Jakobskreuzkraut und Rainfarn, die Brutblatt-Setzlinge stammten aus privater Topfzucht. Die Pflanzen wurden in Blumenerde von *Raiffeisen* angezüchtet. Agar war von *Becton & Dickinson*, Dextran, Fructose und Tween in „biochem. Qualität“. von *ALDRICH*. Calciumcarbonat, Calciumsulfat, rotes Eisenoxid und Kaliumdihydrogenphosphat (alle in p.a.-Qualität) von Fa. *MERCK*.

2.2.Methoden

(1) Lösungen, Medien und Agarplatten

1. Stammlösung Glyphosat: 5ml Glypho-Konzentrat wurden lt. Vorschrift in 200ml Aqua dest. gelöst. Dieses Volumen soll für 10 m² Fläche ausreichen. Daraus berechnen wir einen Bedarf von 628µl pro Petrischale (F= 314cm²).
2. Suspensionslösung für Pilze: 16g Tween 80 wurden in 800ml A. dest. unter Rühren und leichtem Erwärmen gelöst. Pro Ansatz wurden 50ml eingesetzt.
3. Nährbouillon für Pilze (8):1,5 g Pepton, 5g Calciumcarbonat, 1,5g Hefeextrakt und 5g Fructose (Fruchtzucker) wurden in 500ml A. dest. suspendiert und im Dampfkochtopf sterilisiert. Nach Absetzen/Klären wurden 50ml Überstand eingesetzt.
4. Minimal-Bouillon mit Glyphosat: 0,5g Pepton, 0,5g Hefeextrakt, 4,5 g Calcium-carbonat (Kalk), 0,5g Calciumsulfat (Gips) und 2,5g Dextran wurden in 500ml A. dest. gemischt und im Dampfkochtopf sterilisiert. Nach Abkühlen und Absetzen werden mit diesem Überstand 5ml Glyphosat-Konzentrat auf 200ml aufgefüllt.
   a) von dieser Stammlösung werden genau 50ml in der Petrischale eingesetzt,
   b) von dieser Stammlösung werden 25ml auf 50ml (= 1:2) verdünnt und ebenfalls in einer Petrischale eingesetzt.

5. a) Malz-Agar: 0,5g Salmiak (Ammoniumchlorid), 0,9g Phosphat-Salz (Kalium-dihydrogenphosphat), 1,5 g Dextrin und 2,5g Glycerin plus 150ml Malzbier (= ca. 14g Zucker) werden mit 10g Agar vermischt und im Dampfkochtopf gelöst.
   b) Gemüsesaft-Agar: 250ml Tomatensaft (Aldi Süd) werden mit 80g Bäckerhefe verrührt und mit A. dest. auf 500ml aufgeführt.
   Beide Brühen werden im Dampfkochtopf sterilisiert; ca. 10ml werden in Petrischalen eingegossen.

(2) Test auf Herbizid-Wirkung

In 10 großen Petrischalen (d= 20cm) mit je a. 400ml feuchter Blumenerde wurden je 20 Brutblatt-Keimlinge ausgesät, nach Bedarf gegossen (i. a. 150ml, 1mal pro Woche, vom Rand der Schale!) und mit steigenden Mengen Glyphosat bzw. mit 10% Essigsäure (entspricht „*Round up neu*“) nach folgendem Schema versetzt:

Tab.:

Platten-Nr.	Vol. [µl] Glyphosat-Stammlösung	C_{rel} (bez. empfohlener Dosis)	Vol. [ml] A. dest.	Applikation (wo / wann)	Zusätze?
I	0	0	628	vorab/ Boden	-
II	63	1/10	565	vorab/ Boden	
III	126	1/5	502	vorab/ Boden	-
IV	314	1/2	314	vorab/ Boden	-
V	628	1	0	vorab/ Boden	-
VI	1.256	2	0	vorab/ Boden	-

Platten-Nr.	Vol. [µl] Glyphosat-Stammlösung	C_{rel} (bez. empfohlener Dosis)	Vol. [ml] A. dest.	Applikation (wo / wann)	Zusätze?
VII	628	1	0	direkt/ **auf die Pflanze**	**-**
VIII	628	1	0	vorab/ Boden	**+ Fe_2O_3**
IX	628	1	0	vorab/ Boden	**+ Fe_2O_3** + **KH_2PO_4**
X	[628]	[1]	0	direkt/ **auf die Pflanze**	**-**

Die zeitliche Entwicklung wurde dokumentiert, zur Wachstumsbestimmung das jeweilige größte Exemplar wurde ausgezupft und gewogen.

(3) Schimmelpilz-Ansätze

1.) 6 verschiedene verrottete Pflanzenreste (= **A**) wurden mit 2%iger Tween-Lösung (ca. 1g auf 50ml) verrührt. (I-VI = **B**).
2.) Die 6 Proben wurden auf 6 Malz-Agar-Platten und auf 3 Gemüse-Agar-Platten ausplattiert (je 0,5ml /Platte). Diesen 9 Platten waren unmittelbar vorher 0,5ml Glyphosat-Stammlösung aufgetropft worden (c= 7,075mg/ml), m = 3,538mg); als Kontrolle dienten 6 Malz-- und 3 Gemüse-Agar-Platten (mit ebenfalls 0,5ml Pilzproben), die mit 0,5 A. dest. betropft worden waren (= **C**). Nach einer Woche bei Raumtemperatur wurden die Ansätze und Kontrollen verglichen und fotographisch dokumentiert.
3.
a) Zur Isolierung von Glyphosat-resistenten Einzelstämmen wurden aus den Pilzkultur-Gemischen der Glyphosat-Ansätze ausgewählte Kolonien partiell ausgestochen und auf Gemüse-Agar vereinzelt (= **E**)
b) Zur Gewinnung einer Schwimm-Kultur wurden je ein weiterer Teil der o.g. Kolonien einzeln in Nährlösung eingebracht und bei Raumtemperatur 10 Tage kultiviert (= **D**).
Alle Ansätze wurden fotographisch dokumentiert, das Wachstum mit /ohne Glyphosat verglichen und das Aussehen (Farbe/Form) beschrieben.

(4) Glyphosat-Abbau-Test

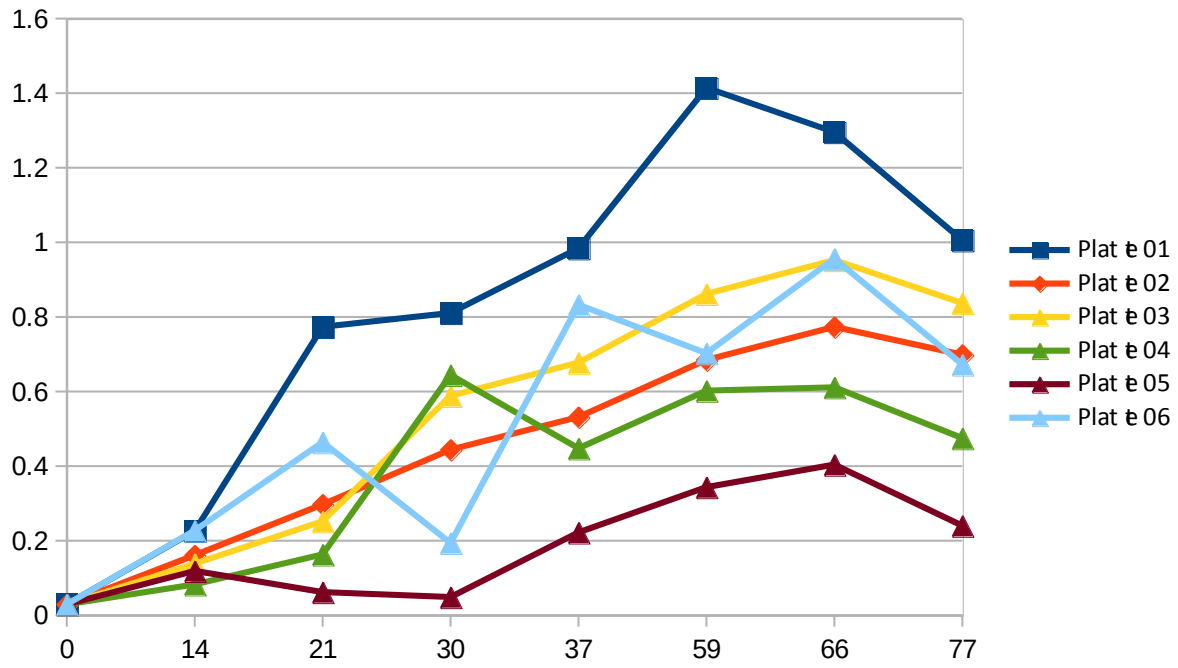
Aus einer „schwimmenden Pilzkultur“ haben wir den Belag entnommen und auf 2 Petrischalen überführt, die mit 50ml Glyphosat Minimal-Bouillon gefüllt waren. (5g/200ml Nährlösung und dasselbe 1:2 verdünnt).

Nach 20 Tagen haben wir die Lösungen abgesaugt, exakt auf 50ml aufgefüllt und in den o.g. Herbizid-Test eingesetzt. Als Kontrollen dienten Glyphosat-Minimal-Bouillon frisch und Glyphosat-Stammlösung.

3. Ergebnisse

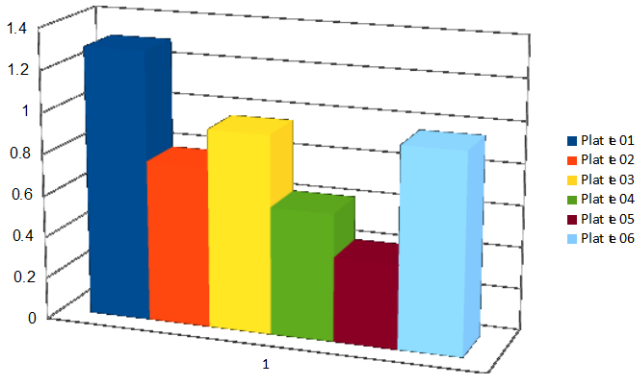
3.1.1. Wachstums von Brutblatt unter Glyphosat bei Bodenapplikation

Die 10 Ansätze über 77 Tage zeigten folgende Verläufe:



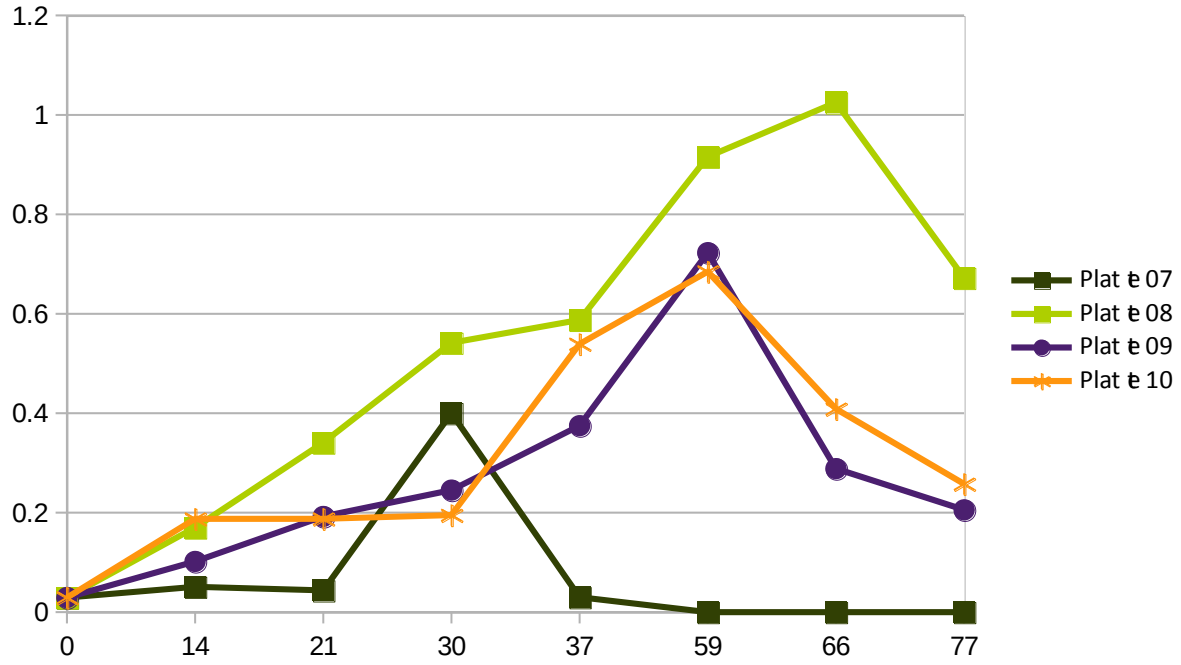
Grafik 1: *Wachstum von Brutblatt (Einzelpflanzen) bei verschiedenen Glyphosat-Konzentrationen bei Boden-Applikation*

Man erkennt, dass das Einbringen in den Boden keinen direkten Einfluss auf das Wachstum hat, weil kein Zusammenhang mit der Konzentration besteht. Da das Maximum des Wachstums bis zum 59.bzw. bis zum 66. Tag auftrat,- und danach abflachte – soll das Ergebnis in folgender Darstellung nochmals hervorgehoben werden:



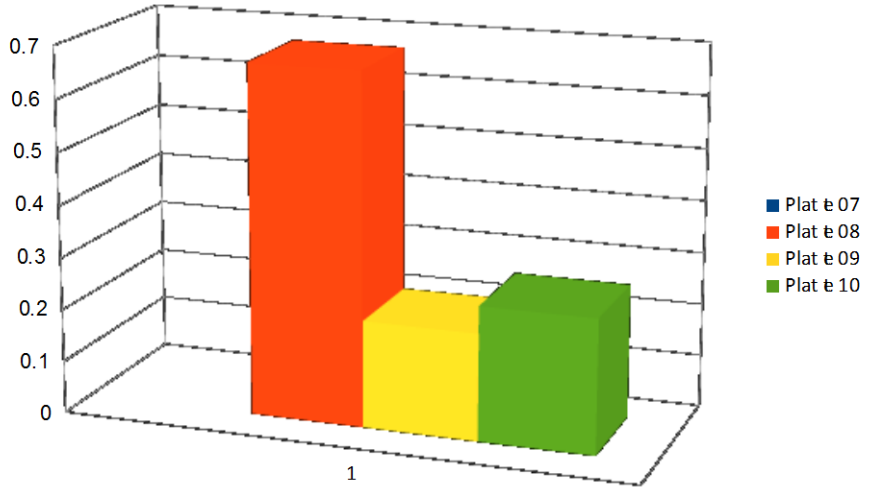
In der Säulendarstellung der Einzelwerte am 66. Tag ist noch deutlicher zu erkennen, dass das Wachstum keinen (negativen) Zusammenhang mit der Konzentration von Glyphosat im Boden zeigt.

3.1.2. Wachstum von Brutblatt bei Blatt-Applikation (und Boden-Applikation mit verschiedenen Boden-Zusätzen)



Grafik 3 : *Wachstum von Brutblatt unter Direkt-Applikation von Glyphosat (Platte 7) ,*
Bodenapplikation mit Eisenoxid-Zusatz (Platte 8),
…mit Eisenoxid /Kaliumphosphat-Zusatz (Platte 9)
und mit Round up-neu Direktapplikation (Platte 10).

Die Grafik zeigt, dass Glyphosat-Direktapplikation praktisch vom 1.Tag an das Wachstum bei fast allen Keimlingen verhindert. Eisenoxid-Zusatz (bei Bodeneinsatz) ergibt einen nur unwesentlich besseren Verlauf wie Bodeneinsatz mit doppelter Dosis (vgl. Grafik 1, Platte 6).
Zusätzliche Phosphatgabe bewirkt dagegen eine Verringerung des Wachstums.
Round up-neu ist nicht ganz so wirksam wie Original-Glyphosat.
Auch hier soll nochmals das Wachstum-Maximum an Einzelpflanzen dargestellt werden:



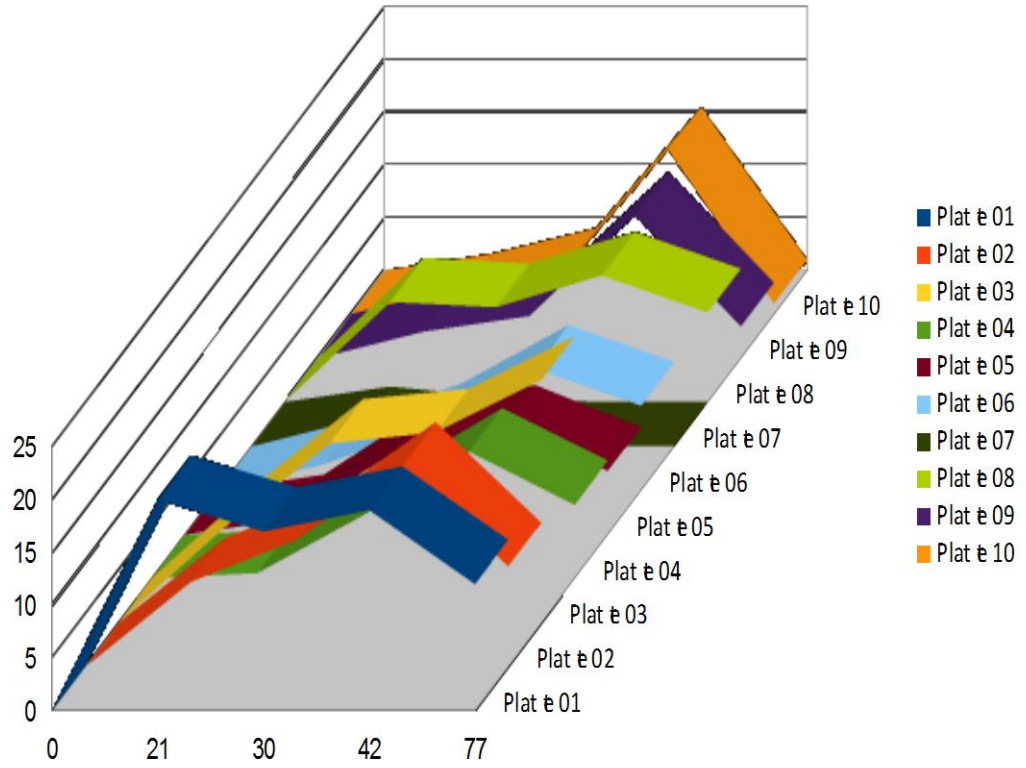
Grafik 4: *Frischmasse von Brutblatt (ausgewählte Einzelpflanzen nach 59 Tagen) unter verschiedenen Applikationsarten und verschiedenen Round up-Herbiziden (Glyphosat und Essigsäure) sowie mit Boden-Zusätzen.*

Die Säulen zeigen einen klaren Zusammenhang zwischen Applikationsart und Wirkung: Bei Direkt-Applikation sterben alle Keimlinge ab, bei Boden-Applikation wachsen sie, wenn auch hier etwas geringer als ganz ohne Glyphosat (vgl. Graphik 2, Säule 1). Der Unterschied zwischen Eisenoxid-Zusatz – der Glyphosat im Boden binden soll – und Eisenoxid mit Phosphat-Zusatz – welches Glyphosat

wieder freisetzen soll, erscheint in der Säule (bei Tag 59) relativ hoch und ist aber auch über den Gesamtverlauf festzustellen (grüne/orange Kurve).
Die Direkt-Applikation von Essigsäure hemmt das Wachstum, aber weniger stark als Glyphosat.

3.1.3. Angehens- und Absterbe-Raten von Brutblattsämlingen

Die Angehensraten unter Glyphosat im Zeitverlauf zeigt folgende Darstellung:



Grafik 5: *Anzahl der „überlebenden" und im Wachstum befindlichen Brutblatt-Sämlinge in Abhängigkeit von Herbizid-Menge, -Art und Applikationsweise über 77 Tage*

Wir konnten beobachten, dass die Pflänzchen auch innerhalb eines Ansatzes zu sehr unterschiedlichen Zeiten „ausschlagen", die Zustände reichen von „*noch keimungsfähig*", bzw. „*gerade angegangen*" (gezählt als 0), über „*halbe Größe*" (Wert = 0,5) bis „Vollwachstum" (Wert = 1).
Die Grafik zeigt,

- dass sowohl Glyphosat als auch Essigsäure nur bei Blatt-Applikation herbizid wirken, wobei ersteres schneller und stärker wirkt (Platte 7, bzw. 10),
- dass bei der Applikation im Boden die Angehens-Raten sehr unterschiedlich ausfallen, wobei aber auch hier keine Abhängigkeit von der eingesetzten Menge zu erkennen ist,
- dass die Überlebensrate nach 42 Tagen generell abnimmt.

3.2.1. Pilzkultivierung unter Glyphosat

Die Wirkung von *Glyphosat* auf Pilze (im Vergleich mit Wasser - jeweils in Malz- und Gemüse-Agar) zeigen folgende Kulturen:

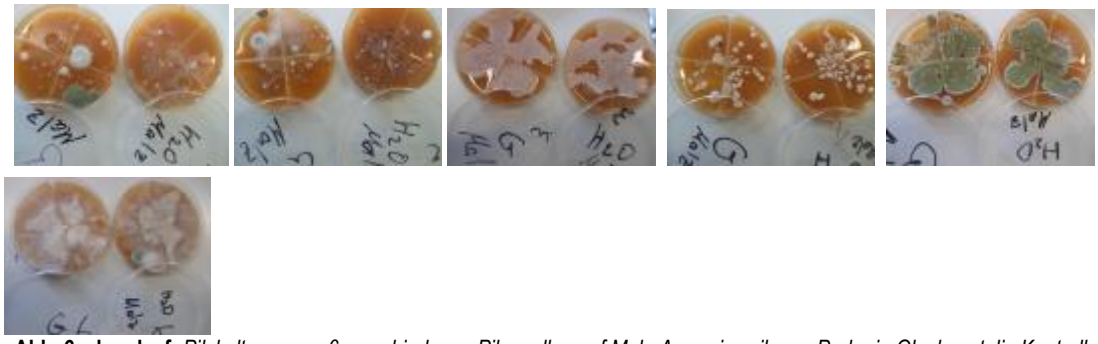


Abb. 6 a,b,c,d,e,f: *Pilzkulturen aus 6 verschiedenen Pilzquellen auf Malz-Agar, -jeweils re.: Probe in Glyphosat, li.: Kontrolle in H_2O*

Abb. 7 a,b,c,: *Pilzkulturen aus 3 Pilzquellen (entspricht oben Nr.III –VI) auf Gemüse-Agar, -jeweils re.: Probe in Glyphosat, li.: Kontrolle in H_2O*

Man sieht viele, sehr unterschiedliche Kolonien von Schimmelpilzen, die grau, manchmal leicht grünlich, oder auch weiß (Watte- oder spinnweb-artig) aussehen. Außerdem finden wir (z. B. in 6d) weiße glänzende, punktförmige Kolonien, die wahrscheinlich Hefe-Pilze sind. In 6a treten sogar rot gefärbte Einzelkolonien auf. Es zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen Malz- und Gemüse-Agar gleicher Pilz-Quelle (z. B. zwischen 6f / 7c).
Es zeigen sich keine Unterschiede zwischen Glyphosat-Probe und H_2O-Kontrolle!

3.2.2. Versuch der Gewinnung von Glyphosat-resistenten Reinkulturen

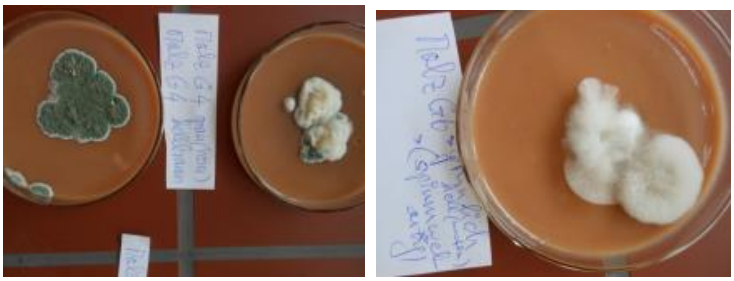
Ausgewählte Kolonien aus den Glyphosat-Ansätzen wurden auf Gemüse-Agar weitergezüchtet; das Ergebnis zeigen folgende Aufnahmen:

Abb. 8 a,b,,: *Vereinzelungsversuch von Pilzen aus Glyphosat-haltigem Malz- (=a), bzw. Gemüse-(=b)-Agar auf Gemüse-/Tomatensaft-Agar (Übersicht)*

Das erfolgreiche Anzüchten der Glyphosat-belasteten Ausgangskulturen zeigt, dass die ausgestochenen Pilzarten voll vital sind.

Im Folgenden sollen ausgewählte Vertreter dargestellt und beschrieben werden:

Abb.8a-e: *Einzelkolonien aus Glypho-Malz-Agar* ***: a-1):*** *grauer, pelzartiger Bewuchs neben Weißschimmel* ***a-2):*** *grauer, krustiger Belag* ***b-1):*** *Weiße erhabene Einzelkolonie* ***b-2):*** *graue, krustige Form, (wie a-2))* ***c-1):*** *weiß-pelziger Bewuchs neben hellgrauer, fädiger Kontamination (?)*



d-1): *dunkelgrau, auffällig: weißer Rand (am Rand: Kontamination)* ***d-2):*** *weiße, erhabene Kolonie mit gelbem Zentrum und grauem krustigen Rand* ***e-1):*** *weiße, pelzige Einzelkolonie*

Die Ansätze *a-1)* und c-2) zeigen, dass verschiedene Pilz-Arten nebeneinander existieren können, bzw., dass in einer einheitlich aussehenden Kolonie auch unterschiedliche Typen enthalten sein können (die sich dann auseinander entwickeln). Offensichtlich sind in unserem Versuch auch Sekundär-Kontaminationen aufgetreten (c-1), d-1)).

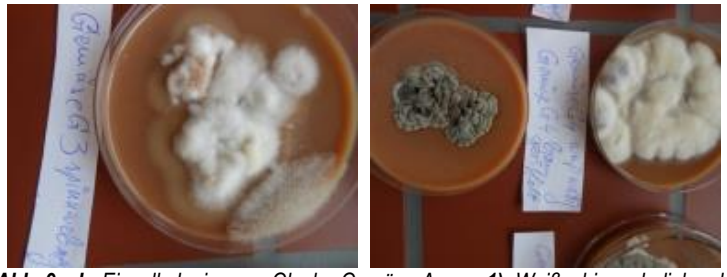


Abb. 9 a,b: *Einzelkolonien aus Glypho-Gemüse-Agar:****a-1):*** *Weißschimmel, dick-pelzig, teilw. hellrot gepunktet; randständig: mausgrauer, pelziger Belag* ***b-1):*** *grauer, krustiger Belag* ***b-2):*** *Weiße, erhabene Riesenkolonie*

Sowohl aus Glyphosat-belastetem Malz-, wie auch aus entsprechendem Gemüse-Agar lassen sich unterschiedlichste Glyphosat-selektierte Pilze weiterzüchten!

3.2.3. Schwimmkultur-Ansatz

Von den Glyphosat-haltigen Malz- und Gemüse-Agarplatten haben wir zugleich Vereinzelungsansätze als Schwimmkolonien mit Glyphosat angesetzt:

Abb. 9a,b: ***Schwimmkolonien mit Glyphosat a):*** *Weißschimmel (aus Malz G III):dichter und dicker, weißer, pelziger Belag wurde für den Abbau-Ansatz weiterverwendet]* ***b):*** *Grauschimmel (aus Gemüse G V): hellgraues Zentrum mit weißer, spinnweb-artiger Peripherie*

3.2.4. Abbau-Test

Der Pilzkolonie wurde eine Woche lang Gelegenheit gegeben sowohl sich auszubreiten, als auch das Glyphosat als Phosphat- und Stickstoffquelle zu nutzen, also das Herbizid abzubauen. Danach wurde das Substrat mit einer Spritze entnommen, auf das Ausgangsvolumen aufgefüllt. Von dieser Lösung, deren Ausgangskonzentration der empfohlenen Anwendungs-konzentration entsprach, wurden entsprechende Mengen auf unbelastete Brutblatt-Pflanzen nach Vorschrift aufgebracht.
Nach einer Woche zeigte sich augenscheinlich (nach Farbe, Welkungsstadium, Turgor) keine Veränderung im Vergleich zu den Kontrollen. Deshalb wurde mit gleicher Dosis der Ansatz wiederholt und gleichzeitig eine Positiv-Kontrolle mit Glyphosat-haltiger, nicht-gebrauchter Nährlösung auf unbelastete Brutblatt-Kulturen durchgeführt.
Nach der 2. Woche zeigte sich weder in der Probe noch in der Kontrolle eine Reaktion der Pflanzen (*A*), worauf erneut die Probe mit „gebrauchter“ Nährlösung versetzt wurde, die Kontrolle nun sogar mit Glyphosat-Anwendungslösung behandelt wurde. Außerdem versuchten wir eine neue Negativ-Kontrolle, nämlich frische Brutblattkeimlinge (die wir natürlich unbehandelt ließen).
Auch nach der 3. Woche war in keinem Ansatz irgendeine Schädigung der Pflanzen zu erkennen; allerdings fiel uns hier auf, dass in allen unseren Brutblatt-Kulturen kein Wachstum mehr stattgefunden hatte (*B*) und auch die frischen, unbehandelten Sämlinge nicht angegangen waren (*C*).
Daraus ist zu schließen,

- dass unser Testmaterial „Brutblatt“ eine Mindestmenge an Tageslicht und zugleich eine Mindesttagestemperatur braucht um anzugehen (*C*), bzw. um zu wachsen (*B*) und wahrscheinlich um überhaupt Baustoffwechsel betreiben zu können (*Bryophyllum* ist eine Pflanze aus der Familie der Dickblattgewächse, *Crassulaceae,* die ursprünglich aus dem tropischen Madaskar stammt.).
- dass diese Bedingungen im November / Dezember, als wir unsere letzten Versuche gestartet haben, nicht gegeben waren und sich die Pflanzen in einer Art Ruhestadium (ohne Synthese von Shikimi-Säure!) befanden;
- dass deshalb eine mögliche Glyphosat-Wirkung -oder auch deren Verminderung- nicht festgestellt werden konnte.

Ein Test mit Brutblatt ist also zumindest in dieser Jahreszeit nicht geeignet um einen Glyphosat-Effekt festzustellen oder auszuschließen; deshalb wollen wir diesen Versuch im Frühjahr nochmals wiederholen.

Nachtrag:

Nach Abschluss dieser Projektarbeit, Ende Februar 2018, stellten wir nach einer mehrtägigen Schönwetter-Periode in den Brutblatt-Ansätzen fest,

- *dass unsere unbehandelten Kulturen ein frisches Grün angenommen hatten und weitergewachsen waren,*
- *dass die Brutblatt-Keimlinge fast alle ausgeschlagen hatten, sowie*
- *dass die Probe und alle Positiv-Kontrollen verwelkt waren.*

Der Versuch muss also, wie oben angegeben, wiederholt werden.

4. Diskussion

In unseren ersten Brutblatt-Versuchen konnten wir zeigen, dass Glyphosat ein sehr wirksames Herbizid ist, das Unkräuter sicherlich effektiv bekämpfen kann, sofern diese photosynthetisch aktiv sind, d. h. sich in der Wachstumsphase befinden.

Die wichtigsten *Destruenten,* die Schimmelpilze, werden dagegen nach unseren Versuchen höchstens im Einzelfall, nicht aber generell beeinträchtigt, wie der direkte Vergleich mit /ohne Glyphosat gezeigt hat. Dies ist für den Nährstoff-Kreislauf sehr wichtig: Die biologische Bedeutung der Pilze liegt nämlich darin, dass sie pflanzliche Biomasse zersetzen und dadurch die Nährstoffe für neues Pflanzenwachstum verfügbar machen; insoweit sprechen also unsere Experimente zumindest nicht gegen eine maßvolle oder reduzierte Glyphosat-Anwendung.

Es könnte allerdings sein, dass unterschiedliche Pilzarten auch unterschiedlich empfindlich auf das Herbizid reagieren, darauf deuten auch die Ergebnisse unserer Flüssigkultivierung hin: Dies würde bedeuten, dass Glyphosat -Anwendung langfristig zu einer Verschiebung des Spektrums der Pilzarten im Boden führen könnte. Ob Pilze dagegen Glyphosat sogar abbauen können, lässt sich aus unseren Versuchen aktuell noch nicht beantworten da unsere Pflanzen in der Winterzeit nicht in der Wachstumsphase waren und deshalb unempfindlich gegen Glyphosat waren.
Für die Abbaufähigkeit der Pilze spricht die "biologische Halbwertszeit" im Boden von nur 21 Tagen; dagegen spricht, dass das Resistenz-Gen, das Firma Monsanto in die gentechnisch veränderten Pflanzen eingebaut hat, von Bakterien (Salmonellen) stammt und nicht von Pilzen. Die Fortführung der Abbau-Tests ist auf jeden Fall im Frühjahr geplant.

Das Restrisiko, das von der großflächigen Anwendung von Glyphosat ausgeht, muss abgewogen werden gegen die Vorteile, die Glyphosat gegenüber anderen Herbiziden aufweist:

- Glyphosat ist weniger giftig als andere Herbizide und weniger persistent;
- es begünstigt das bodenschonende Grubbern; dadurch kann in erosionsgefährdenden Lagen das erosionsanfällige Pflügen vermieden werden;
- es senkt, neben dem Arbeits-, Zeit- und Kostenaufwand, auch den Energieverbrauch durch selteneren Einsatz der Ackerschlepper; der geringere Diesel-Einsatz ergibt somit eine CO_2-Einsparung (Klimaschutz!);
- es ermöglicht in sehr ungünstigen Steillagen (z.B. Weinanbau) überhaupt erst einen Anbau;
- es bietet im Getreideanbau wirksamen Schutz vor Miss-Ernten durch Verunkrautung

Aus diesen Gründen sollte man statt eines totalen Glyphosat-Verbots eine Beschränkung und wirksame Kontrolle des Herbizid-Einsatzes einführen.
Die Vermutung, dass das aktuelle "Insektensterben", das z. Zt. auch auf Glyphosat zurückgeführt wird, ist nicht haltbar, da Glyphosat nicht *insektizid* ist, sondern *herbizid*.

Das Insektensterben kann nicht durch eine bewusst herbeigeführte "Verunkrautung" von Getreidefeldern bekämpft werden, sondern nur durch naturbelassene Ausweichflächen, artenreiche Blumenwiesen, Anlegung von "Bienenweiden" und evt. durch Einschränkung von *Insektiziden* (nicht *Herbiziden*) gestoppt werden!

5. Quellenangabe:

(1) *Wikipedia.org./wiki/Glyphosat*
(2) *Wikipedia.org./wiki/Round up*
(3) www.glyphosat.de/nutzen-und-vorteile
(4) Steinbüchel, Pötter: „Mikrobiologisches Praktikum“, S. 204-206; Springer, 2003.
(5) M. Marquard:“Was spricht für das Pestizid [sic!], was dagegen?“ www.spiegel.de > wissenschaft > Natur > Gl
(6) Paganelli, et al. „Teratogenic effects on Vertebrates…“, 19. 10. 2010 zit. nach: *www.mdr.de/inves/glyphosat-120*
(7) U. Kulke: „Insektensterben und Politheuschrecken“ 30. 10.2017, >Die Achse des Guten<
(8) „Glyphosat-BfR“ www.BfR.bn.bund.de
(9) “Das vergessene Resistenzproblem” news.doccheck.com
(10) Landwirtschaftsminister Ch. Schmidt, bei *Markus Lanz*, ZDF 07.12. 2017

Danksagung:

Wir bedanken uns ganz herzlich

- bei Frau S. Schmidt, Förderverein der Goetheschule N.,-I.,
  sowie bei Frau H. Dombrowe und Dr. Bucher, Umweltamt Stadt NI.,
  für großzügige finanzielle Förderung,
- bei Herrn Frank Tobian für Hilfe bei der graphischen Gestaltung,
- und bei Herrn Dr. R. Friedel OStR *i. n.* für die Stellung des Themas und die Betreuung des Projekts.