

## **ELUMIS® – Ein moderner Baustein zur vereinfachten Unkraut- und Ungrasbekämpfung in Mais**

*ELUMIS® – A modern component for simplified broad-leaved and grass weed control in maize*

Martin Schulte\* & Magnus Steinheuer

Syngenta Agro GmbH, Am Technologiepark 1-5, D-63477 Maintal

\*Korrespondierender Autor, martin.schulte@syngenta.com

DOI: 10.5073/jka.2012.434.060

### **Zusammenfassung**

ELUMIS® ist ein neues flüssig formuliertes Maisherbizid, welches das gegen annuelle Hirsen und dikotyle Arten wirksame Triketon Mesotrione und den vorwiegend grasaktiven Sulfonylharnstoff Nicosulfuron enthält. Es wurde in den Jahren 2007 bis 2010 in europäischen Ländern der maritimen, süd- und nordöstlichen EPPO-Klimazonen unter Feldbedingungen in Mais auf Wirksamkeit und Kulturverträglichkeit geprüft. Eine wesentliche Neuerung gegenüber üblichen Tankmischungen auf Basis der Einzelwirkstoffe in ELUMIS ist die Formulierungstechnologie: Mit einer Öldispersion wurde die weltweit erste Fertigformulierung aus einem Sulfonylharnstoff und einem Triketon erreicht und somit eine deutliche Verbesserung der Handhabung gegenüber bisher üblichen Tankmischungen entsprechender Einzelkomponenten erreicht. Aufnahmeuntersuchungen mit <sup>14</sup>C-markierten Wirkstoffen ergaben bei der Öldispersion ELUMIS sowohl für Mesotrione als auch für Nicosulfuron eine raschere Blattaufnahme in Schadhirsen und Unkräutern als bei den bisher erhältlichen Einzelformulierungen oder einer Tankmischung. Mit einer Aufwandmenge von 1,5 l/ha erfasst ELUMIS vom frühen bis zum späten Nachauflauf neben einem breiten Spektrum von Unkräutern in Mais auch einjährige Schadhirsen, Flughafer, Ackerfuchsschwanz, Einjähriges Rispengras sowie die ausdauernden Arten Deutsches Weidelgras und Gemeine Quecke. Eine vergleichende Prüfung der Maisverträglichkeit von ELUMIS in umfangreichen Sortenversuchen ergab, dass ELUMIS in nahezu allen bei uns angebauten Maissorten sehr gut verträglich ist. Auf Böden mit einem pH-Wert über 6 und einer Ackerzahl über 30 besteht kein nennenswertes Schädigungspotenzial für auf Mesotrione empfindlich reagierende Hauptkulturen. ELUMIS ist vorwiegend blattaktiv; es kann bei Bedarf mit Residualwirkstoffen wie S-Metolachlor (in DUAL® GOLD und GARDO® GOLD) oder Terbutylazin (ebenfalls in GARDO® GOLD) kombiniert werden, um damit neben der sofortigen Blattwirkung auch eine Dauerwirkung auf nach der Anwendung keimende Hirsen und dikotyle Arten zu erreichen. Tankmischungen mit Wirkstoffen gegen dikotyle Unkräuter erhöhen darüber hinaus die Wirkungssicherheit auch bei schwierig bekämpfbare Arten, z. B. *Polygonum aviculare*.

**Stichwörter:** Herbizid, Mesotrione, Nicosulfuron, Öldispersion

### **Summary**

ELUMIS® is a new liquid maize herbicide containing mesotrione for control of annual millets and dicotyledonous weeds and nicosulfuron for control of grasses. Field testing on efficacy and crop tolerance of ELUMIS in maize was conducted in Europe in the maritime, south-eastern and north-eastern EPPO climate zone from 2007 to 2010. Essential innovation as compared to common tankmixtures of the sole ingredients of ELUMIS is the formulation technology for easy handling: The oil dispersion is the first formulation combining a triketone and a sulfonylurea. Uptake studies using <sup>14</sup>C-labelled active ingredients revealed for both mesotrione and nicosulfuron a faster foliar uptake from the ELUMIS formulation than from single a. i. formulations or a tankmixture. 1.5 l/ha ELUMIS applied from early to late post-emergence control a broad spectrum of broad-leaved weeds and grasses including perennials such as *Lolium perenne* and *Agropyron repens*. Comparative tests on various maize varieties revealed good crop tolerance in nearly all maize hybrids currently grown in Central Europe. In Central Europe on loamy soils with a pH above 6 the potential for a rotational crop injury is negligible for all main crops sensitive to mesotrione. ELUMIS primarily offers foliar activity; if required it can be combined with residual partners such as S-metolachlor (in DUAL® GOLD or GARDO® GOLD) or terbutylazine (also in GARDO® GOLD) to achieve apart from foliar also a satisfactory duration of activity on those grasses and dicotyledonous weeds germinating after application. Apart from this, tankmixtures of ELUMIS and other herbicides for broad-leaved weed control enhance the reliability of efficacy on difficult to control species, e. g. *Polygonum aviculare*.

**Keywords:** Herbicide, mesotrione, nicosulfuron, oil dispersion

## 1. Einleitung

In Mais stellt die Unkraut- und Ungrasbekämpfung die vorrangige Pflanzenschutzmaßnahme dar. Unkräuter in Mais treten auf vielen Standorten vergesellschaftet mit Ungräsern, allen voran den Wärme liebenden annuellen Hirsen, auf. Das in konventionellen Maissorten verfügbare kulturselektive Herbizid-Wirkstoffportfolio erlaubt aber im Nachauflauf keine gleichzeitige Bekämpfung aller wichtigen einjährigen Unkräuter und eines breiten Spektrums in Mais vorkommender Ungräser, einschließlich Hirse-Arten, mit nur einem Wirkstoff. Insbesondere die maisselektive Bekämpfung von Quecke, Ausfallgetreide und Flughafer ist bisher ausschließlich mit Sulfonylharnstoff-Präparaten im Nachauflauf möglich. Im mitteleuropäischen Maisanbau finden daher in der chemischen Unkrautbekämpfung Spritzfolgen oder Tankmischungen aus Präparaten mit Wirkungsschwerpunkt gegen dikotyle Arten und solchen gegen Ungräser verbreitet Anwendung. Hier bietet ELUMIS® dem Anwender eine deutlich einfachere Handhabung. Die flüssige Fertigformulierung ermöglicht die Bekämpfung der gesamten, in Mais bedeutsamen Unkraut- und Ungrasflora mit nur einer Überfahrt.

Generell stellt ELUMIS das Ergebnis langwieriger Formulierungsbemühungen dar, einen maisselektiven Sulfonylharnstoff mit einem Triketon in einer flüssigen Formulierung zu kombinieren. Damit ist es nun erstmalig gelungen, das gegen dikotyle Arten und annuelle Hirsen gerichtete Triketon Mesotrione (75 g/l) mit dem vorwiegend gegen Gräser wirksamen maisselektiven Sulfonylharnstoff Nicosulfuron (30 g/l) in einer flüssigen Formulierung zu kombinieren. Ziel der vorliegenden Untersuchungen war daher die Prüfung der Wirksamkeit und Maisverträglichkeit der neuartigen Formulierung unter Feldbedingungen in der maritimen EPPO-Klimazone sowie der Aufnahmekinetik der Wirkstoffe unter Gewächshausbedingungen.

## 2. Material und Methoden

### 2.1 Geprüfte Herbizide

Das geprüfte Präparat ELUMIS ist als Öldispersion (OD 105) mit 75 g/l Mesotrione und 30 g/l Nicosulfuron formuliert. Es handelt sich um eine neuartige Formulierung, die erstmals eine Kombination eines Triketon-Wirkstoffs mit einem Sulfonylharnstoff in einer wasserfreien Dispersion ermöglicht. Die in Deutschland zur Zulassung beantragte Aufwandmenge beträgt 1,5 l/ha im Nachauflauf. Geprüft wurde die Anwendung von ELUMIS vom Wachstumsstadium BBCH 11 bis BBCH 18 des Maises. Als Vergleichspräparate wurden die Wirkstoffe auf Basis der formulierten Handelsprodukte CALLISTO 100 SC (Mesotrione 100 g/l), MILAGRO 4 SC (Nicosulfuron 40 g/l), MILAGRO FORTE 6 OD (Nicosulfuron 60 g/l) oder Tankmischungen aus CALLISTO 100 SC und einem der beiden Nicosulfuron-haltigen Herbizide eingesetzt.

### 2.2 Feldversuche

Zur Prüfung der herbiziden Wirksamkeit und Kulturverträglichkeit von ELUMIS wurden während der Jahre 2007 bis 2009 Feldversuche in Maisanbaugebieten überwiegend der maritimen EPPO-Zone (maritimes Frankreich, Deutschland, Österreich, Großbritannien, Tschechien), 2010 in Deutschland, Österreich sowie Ländern der benachbarten nord- und südöstlichen EPPO-Klimazone (Slowakei, Litauen, Lettland) angelegt. Die Versuche wurden auf natürlich verunkrauteten Standorten nach spezifischen EPPO-Richtlinien durchgeführt; sie waren drei- bis vierfach wiederholt und hatten Parzellengrößen zwischen 15 und 33,6 m<sup>2</sup>. Die Maisverträglichkeit wurde in kommerziell erhältlichen und neu zur Zulassung anstehenden lokal angepassten Hybridsorten zur Silo- und Körnermaisproduktion untersucht. Die Applikation der Herbizide erfolgte mit bodengeführten Parzellenspritzgeräten mit einem Wasservolumen von 200 bis 300 l/ha, in einem Einzelfall auch mit einer Rückentragespritze mit 150 l/ha Wasser. Der Applikationszeitpunkt nach dem Auflaufen des Maises und der Unkräuter erfolgte gewöhnlich zwischen dem 2- und 8-Blatt-Stadium des Maises. Zur Erfassung der Wirkungsgrade wurde die Reduktion des Unkrautaufwuchses visuell im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle bonitiert. Analog dazu erfolgte die Erfassung der Mais-Phytotoxizität mittels visueller Bonitur der Reduktion Biomasse oder von Aufhellungen des Maises im Vergleich zur unkrautfreien Kontrolle.

### 2.3 Gewächshausversuche

Zur Untersuchung der Aufnahmekinetik der Wirkstoffe aus ELUMIS wurden von Dezember 2009 bis Januar 2010 vierfach wiederholte Gewächshausversuche mit *Chenopodium album* und *Setaria viridis* angelegt. Zur Analyse wurden den zu prüfenden Formulierungen ELUMIS 105 OD, CALLISTO 100 SC und MILAGRO 4 SC die mit <sup>14</sup>C-markierten Wirkstoffe Mesotrione bzw. Nicosulfuron zugesetzt. Nach vollständiger Ausbildung des vierten Blatts (*Setaria*) bzw. Laubblatts (*Chenopodium*) wurden 20 Tröpfchen einer wässrigen Emulsion bzw. Dispersion der Formulierungen zu je 0,2 µl, entsprechend einer Summe von 5000 Becquerel [Bq] Mesotrione oder 4000 Bq Nicosulfuron je Pflanze auf die Blattoberfläche des jüngsten Blattes der Pflanzen aufgebracht. Die Blattoberfläche wurde dann in Intervallen von 15 Minuten, 3, 6, 24 und 72 Stunden nach Applikation mit jeweils 2 ml einer Mischung aus 80 % Acetonitril und 20 % Wasser abgewaschen. Neben der Bilanzierung der aufgenommenen Wirkstoffmengen anhand der aufgetragenen und abgewaschenen Radioaktivität wurden zwei Pflanzen je Behandlung auch autoradiographisch auf die Wirkstoffverteilung nach Aufnahme untersucht (nicht dargestellt).

## 3. Ergebnisse

### 3.1 Herbicide Wirksamkeit und Kulturverträglichkeit

Es zeigt sich, dass ELUMIS mit der einfachen zur Zulassung beantragten Aufwandmenge von 1,5 l/ha im Nachaufbau bei sehr guter Maisverträglichkeit ein sehr breites Wirkungspotenzial auf ein umfassendes Spektrum von einjährigen zweikeimblättrigen und einkeimblättrigen Unkraut- bzw. Ungrasarten (einschließlich Hirse-Arten und *Agropyron repens*) besitzt (Tab. 1). Unter den Wirkungsstärken hervorzuheben ist die gute Bekämpfbarkeit von Storchschnabel-Arten (*Geranium* spp.), durch die sich die Einzelwirkstoffe Nicosulfuron und Mesotrione in analogen Aufwandmengen nicht auszeichnen.

Eine unsichere Wirkung von ELUMIS ist auf *Polygonum convolvulus* und *P. aviculare* festzustellen, in Tabelle 1 ersichtlich an der starken Streuung oder den Mittelwerten der Ergebnisse. Eine Wirkungsschwäche stellt die ausdauernde dikotyle Art *Cirsium arvense* dar.

Die Kulturverträglichkeit der einfachen und der doppelten zur Zulassung beantragten Aufwandmenge von ELUMIS in unkrautfreien Feldversuchen erwies sich als sehr gut (Tab. 2). Auch nach Behandlung mit der doppelten Aufwandmenge wuchsen sich leichte, anfängliche Schäden und Aufhellungen rasch wieder aus. Der Vergleich mit gleichen Wirkstoffmengen der Komponente Nicosulfuron im Präparat MILAGRO FORTE 6 OD ergab keine Unterschiede in der Maisverträglichkeit der geprüften neuen Sorten, die - anders als eine ältere Referenzsorte - allesamt als Nicosulfuronverträglich eingestuft wurden.

Neben den Wirksamkeits- und den unkrautfreien Verträglichkeitsversuchen wurde die Maisverträglichkeit von ELUMIS auch in umfangreichen Sortenversuchen an Standorten in Deutschland und Großbritannien vergleichend geprüft (nicht dargestellt). In 24 Wirksamkeitsversuchen der Jahre 2007-2009 führten 1,5 l/ha ELUMIS zu einer durchschnittlichen allgemeinen Anfangsphytotoxizität von nur 1,48 %. Nur 5 von 24 Versuchen zeigten überhaupt Phytotoxizität, mit einem einzelnen anfänglichen Maximalwert von 17 %, der bei einer späteren Bonitur auf 1,2 % absank. In vergleichenden Sortenprüfungen der Saison 2009 erwies sich von 134 in Deutschland geprüften neuen Maishybriden keine gegenüber der doppelten Aufwandmenge 3,0 l/ha ELUMIS als unverträglich.

**Tab. 1** Bekämpfungserfolge von 1,5 l/ha ELUMIS im Nachauflauf in Mais (Median, Mittelwerte und Streuung über die Versuchsjahre 2007-2010, % visuelle Reduktion Biomasse; Auswertung 21-57 Tage nach Applikation).

**Tab. 1** Post-emergent weed control and crop tolerance of 1.5 l/ha ELUMIS (median, average values and variation 2007-2010, % visual biomass reduction; evaluation 21-57 days after application).

	Anzahl Ergebnisse	ELUMIS 1,5 l/ha			
		Median	Mittelwert	Minimum	Maximum
<i>Agropyron, syn. Elytrigia, repens</i>	5	82,5	86,8	78,3	98,5
<i>Alopecurus myosuroides</i>	2	98,5	98,5	97	100
<i>Avena sativa</i>	1	100	100		
<i>Echinochloa crus-galli</i>	22	98,3	95,2	78,3	100
<i>Lolium perenne</i>	1	99	99		
<i>Panicum miliaceum</i>	1	99	99		
<i>Poa annua</i>	3	98,3	97,8	95	100
<i>Setaria spp./Pennisetum glaucum</i>	4	99,3	99,1	97,7	100
<i>Amaranthus retroflexus</i>	10	100	99,0	93,3	100
<i>Atriplex patula</i>	1	99,5	99,5		
<i>Brassica napus</i>	3	98,7	99,1	98,7	100
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	3	100	100	100	100
<i>Chenopodium album</i>	31	100	99,2	91,7	100
<i>Chenopodium ficifolium</i>	1	100	100		
<i>Chenopodium hybridum</i>	1	100	100		
<i>Chenopodium polyspermum</i>	3	100	99,9	99,7	100
<i>Cirsium arvense</i>	1	62,5	62,5		
<i>Datura stramonium</i>	1	100	100		
<i>Fumaria officinalis</i>	2	99,3	99,3	98,8	99,8
<i>Galeopsis tetrahit</i>	2	92,8	92,8	85,5	100
<i>Galinsoga spp.</i>	4	100	99,6	98,3	100
<i>Galium aparine</i>	6	98,5	97,5	93,8	100
<i>Geranium spp.</i>	2	95,3	95,3	95	95,5
<i>Lamium spp.</i>	8	100	99,4	97,5	100
<i>Matricaria chamomilla</i>	4	93,9	90,7	75	100
<i>Matricaria matricarioides, M. inodora</i>	3	98,2	97,1	93	100
<i>Matricaria maritima</i>	5	100	97,6	88,8	100
<i>Mercurialis annua</i>	1	86	86		
<i>Plantago major</i>	1	98,7	98,7		
<i>Polygonum aviculare</i>	5	96,7	74,3	26,7	99
<i>Polygonum convolvulus</i>	11	94,3	86,1	46,7	100
<i>Polygonum lapathifolium</i>	5	99,5	96	82,5	100
<i>Polygonum persicaria</i>	5	98,0	97,1	90	100
<i>Silene alba ssp.</i>	2	80,6	80,6	61,3	100
<i>Sinapis arvensis</i>	1	99	99		
<i>Solanum nigrum</i>	7	99,7	99,5	99	100
<i>Sonchus arvensis</i>	1	100	100		
<i>Stellaria media</i>	6	98,4	95,2	78,3	100
<i>Thlaspi arvense</i>	3	100	100	100	100
<i>Urtica urens</i>	2	95,5	95,5	92	99
<i>Veronica persica, V. arvensis</i>	5	98,7	92,8	67,8	100
<i>Viola spp.</i>	7	94,0	93,5	84,3	100

**Tab. 2** Kulturverträglichkeit der einfachen und doppelten Aufwandmenge von ELUMIS und Vergleichsmitteln im Nachauflauf in Mais unter unkrautfreien Bedingungen (Medianwerte und Streuung über die Versuchsjahre 2009-2010, % visuelle Phytotoxizität/Reduktion Biomasse, Auswertung 8-19 Tage nach Applikation).

**Tab. 2** *Post-emergent crop tolerance of target and double rate of ELUMIS and comparative standards in maize under weed-free conditions (mean values and variation 2009-2010, % visual phytotoxicity/biomass reduction, evaluation 8-19 days after application).*

Herbizidbehandlung	Anzahl Ergebnisse	Allgemeine Phytotoxizität			Anzahl Versuche mit Phytotoxizität > 0
		Mittelwert	Minimum	Maximum	
ELUMIS 1,5 l/ha	10	0,20	0	2,0	1/10
ELUMIS 3,0 l/ha	10	0,80	0	5,0	2/10
CALLISTO 100 SC 1,5 l/ha	10	0	0	0	-
CALLISTO 100 SC 3,0 l/ha	10	1,35	0	10,0	2/10
MILAGRO FORTE 6 OD 0,75 l/ha	10	0	0	0	-
MILAGRO FORTE 6 OD 1,5 l/ha	10	0,63	0	5,0	2/10

Die Ertragsermittlung mit Beerntung der Ganzpflanze (Silomais) oder der Körner unter unkrautfreien Bedingungen nach Anwendung der einfachen und der doppelten Aufwandmenge bestätigte die visuell bonitierte gute Maisverträglichkeit (Tab. 3).

**Tab. 3** Maiserträge nach Anwendung von ELUMIS mit einfacher und doppelter Aufwandmenge unter unkrautfreien Bedingungen (Mittelwerte; Versuchsjahre 2007-2010).

**Tab. 3** *Maize yields after application of ELUMIS at single and double target rate under weed-free conditions (average values; seasons 2007-2010).*

	n	Kontrolle, unkrautfrei	ELUMIS 1.5 l/ha	ELUMIS 3.0 l/ha	CALLISTO 100 SC 1.5 l/ha	CALLISTO 100 SC 3.0 l/ha	MILAGRO FORTE 6 OD 0.75 l/ha	MILAGRO FORTE 6 OD 1.5 l/ha
Silomais [Frischmasse t/ha]	6	545,0a	561,8a	556,4a	545,2a	549,6a	536,5a	540,7a
Körnermais [Trockenmasse dt/ha]	4	144,8b	146,8b	142,4b	145,0b	141,7b	142,3b	144,1b

n: Anzahl Ergebnisse; a, b: keine statistisch gesicherten Ertragsdifferenzen ( $\alpha = 0.05$ )

ELUMIS ist weitestgehend blattaktiv; es kann bei Bedarf mit weiteren Blatt- oder Residualwirkstoffen kombiniert werden, um damit das Wirkungsspektrum zu vervollständigen oder Dauerwirkung auf nach der Anwendung keimende Pflanzen zu erreichen. Entsprechende Tankmischungen wurden in Deutschland und Österreich in den Jahren 2009 bis 2011 geprüft. Die Tankmischung aus ELUMIS und GARDO<sup>®</sup> GOLD erhöht mittels der Terbutylazin-Zumischung nicht nur die Wirkungssicherheit und Dauerwirkung gegen viele Unkräuter, sondern erfasst mit dem Residualwirkstoff S-Metolachlor auch nach der Applikation auflaufende Hirsewellen (Tab. 3). Dabei besteht auch die Möglichkeit, die Aufwandmengen der Mischpartner etwas zu reduzieren. Eine Tankmischung aus ELUMIS und Prosulfuron (in PEAK<sup>®</sup>) erhöht die Wirkungssicherheit insbesondere gegen schwierig zu bekämpfende Knöterich-Arten (*Polygonum convolvulus*, *P. aviculare*). Auch die beachtliche Nebenwirkung der Mischung auf Zaun-Winde (*Calystegia sepium*), die in einzelnen Versuchen beobachtet wurde, lässt sich auf den Zusatz von Prosulfuron zurückführen. Nach Bedarf kann mittels weiterer Zumischung des Residualwirkstoffs S-Metolachlor (in DUAL<sup>®</sup> GOLD) die Dauerwirkung auf alle nach der Applikation keimenden Hirsen ausgedehnt werden (Tab. 4).

**Tab. 4** Bekämpfungserfolge gegen ausgewählte Arten mit Kombinationen aus ELUMIS und residualen Mischpartnern im Nachauflauf in Mais (Medianwerte; ELUMIS über die Versuchsjahre 2007-2010, Tankmischungen 2009-2010; % visuelle Reduktion Biomasse; Auswertung 21-57 Tage nach Applikation).

**Tab. 4** Post-emergent control of by tank-mixtures of ELUMIS and residual partners (median values; ELUMIS 2007-2010, tankmixtures 2009-2010; % visual biomass reduction, 21-57 days after application).

	ELUMIS		ELUMIS 1,0 l/ha + GARDO GOLD		ELUMIS 1,5 l/ha + GARDO GOLD		ELUMIS 1,5 l/ha + DUAL GOLD 1,25 l/ha + PEAK 0,02	
	1,5 l/ha	n	3,0 l/ha	n	4,0 l/ha	n	kg/ha	n
<i>Amaranthus retroflexus</i>	100	10	100	3	100	3	100	3
<i>Avena fatua</i>	100	1	93,3	1	100	1	100	1
<i>Calystegia sepium</i>	-	-	45,0	1	68,3	1	83,3	1
<i>Chenopodium album</i>	100	31	100	10	100	10	100	10
<i>Echinochloa crus-galli</i>	98,3	22	97,7	7	100	7	100	7
<i>Galium aparine</i>	98,5	6	100	1	100	1	100	1
<i>Polygonum convolvulus</i>	94,3	11	96,7	2	99,3	2	99,5	2
<i>Setaria spp./</i>								
<i>Pennisetum glaucum</i>	99,3	4	93,3	3	99,0	3	100	2
<i>Solanum nigrum</i>	99,7	7	100	1	100	1	100	1
<i>Stellaria media</i>	98,4	6	99,5	2	99,2	2	100	3
<i>Viola arvensis</i>	94,0	7	99,0	1	99,0	1	99,0	1

n: Anzahl Ergebnisse

### 3.2 Aufnahmekinetik

Da es sich bei ELUMIS um die erste Co-Formulierung eines Triketons und eines Sulfonylharnstoffs handelt, erhob sich die Frage nach einem Einfluss des Formulierungstyps und der inerten Beistoffe in den Formulierungen auf die Wirkstoffaufnahme. Die Intensität der Wirkstoffaufnahme während der ersten 72 Stunden nach Applikation wurde anhand von mit radioaktivem <sup>14</sup>C-markierten Wirkstoffen untersucht. Dabei zeigten sich deutliche Unterschiede während der ersten Stunden nach Applikation (Tab. 5a, 5b).

Die Aufnahme von Mesotrione und Nicosulfuron aus ELUMIS ging deutlich rascher vonstatten als diejenige aus CALLISTO 100 SC und MILAGRO 4 SC. Während des Untersuchungszeitraums blieben sowohl die Mesotrione-Aufnahme aus CALLISTO 100 SC in *Chenopodium album* als auch die Nicosulfuron-Aufnahme in *Setaria viridis* aus MILAGRO 4 SC hinter derjenigen aus ELUMIS und einer Tankmischung beider Einzelkomponenten deutlich zurück. Die Autoradiographien (nicht dargestellt) zeigten, dass die innerpflanzliche Translokation der Wirkstoffe nach der Aufnahme nicht durch die Formulierung beeinflusst wird.

### 3.3 Nachbau

In Frankreich 2008-2009 und Österreich 2010-2011 durchgeführte Studien zum Einfluss der ELUMIS-Anwendung in Mais auf ackerbauliche Folgekulturen ergaben keinerlei Schädigung, sowohl nach flacher als auch tiefer Bodenbearbeitung (nicht dargestellt). Weder die geprüften Sommerkulturen Sonnenblume, Sorghum, Deutsches Weidelgras, Erbse, Ackerbohne, Sojabohne und Ölkürbis noch die im Anwendungsjahr von ELUMIS nachgebauten Winterkulturen Winterweizen, Wintergerste und Winterraps wurden auf den Versuchsstandorten geschädigt. Da für die Wirkstoffe Mesotrione und Nicosulfuron im Einzelfall unter ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen ein Schädigungspotenzial auf empfindliche Folgekulturen bekannt ist, empfiehlt es sich bis auf weiteres, aus Vorsichtsgründen die von den Einzelwirkstoffen bekannten Nachbaurisiken auch für ELUMIS zu berücksichtigen. Auf Böden mit einem pH-Wert über 6 und einer Ackerzahl über 30 besteht bei der in

Mitteleuropa vorherrschenden Jahreswitterung kein nennenswertes Schadpotenzial für auf Mesotrone empfindlich reagierende Hauptkulturen. Eine tief wendende Bodenbearbeitung nach Mais verringert dieses Schadpotenzial darüber hinaus.

**Tab. 5a** Aufnahme von <sup>14</sup>C-Mesotrone aus verschiedenen Formulierungen und einer Tankmischung in eine empfindliche und eine weniger empfindliche Art der Zielflora (Mittelwerte aus vier Wiederholungen).

**Tab. 5a** Uptake of <sup>14</sup>C mesotrione from various formulations and a tank mixture in a sensitive and a less sensitive target species (means from four replicates).

Test-Art	Stunden nach Applikation	Aufnahme von <sup>14</sup> C Mesotrone		
		ELUMIS [% der appl. Menge]	CALLISTO 100 SC [% der appl. Menge]	CALLISTO 100 SC + MILAGRO 4 SC [% der appl. Menge]
<i>Setaria viridis</i>	0,25	11	11	9
	3	50	20	26
	6	52	29	34
	24	61	45	49
	72	58	45	68
<i>Chenopodium album</i>	0,25	38	19	7
	3	92	39	57
	6	92	46	73
	24	86	70	86
	72	93	73	94

**Tab. 5b** Aufnahme von <sup>14</sup>C-Nicosulfuron aus verschiedenen Formulierungen und einer Tankmischung in eine empfindliche und eine weniger empfindliche Art der Zielflora (Mittelwerte aus vier Wiederholungen).

**Tab. 5b** Uptake of <sup>14</sup>C nicosulfuron from various formulations and a tank mixture in a sensitive and a less sensitive target species (means from four replicates).

Test-Art	Stunden nach Applikation	Aufnahme von <sup>14</sup> C Nicosulfuron		
		ELUMIS [% der appl. Menge]	MILAGRO 4 SC [% der appl. Menge]	CALLISTO 100 SC + MILAGRO 4 SC [% der appl. Menge]
<i>Setaria viridis</i>	0,25	18	10	9
	3	41	22	18
	6	42	24	22
	24	43	38	21
	72	51	40	43
<i>Chenopodium album</i>	0,25	25	15	6
	3	55	35	32
	6	51	51	40
	24	51	47	48
	72	55	57	54

#### 4. Diskussion

Mit der zur Zulassung beantragten Aufwandmenge von 1,5 l/ha erfasst ELUMIS im Nachauflauf des Mais und der Zielflora alle in mitteleuropäischem Mais bedeutsamen Ungräser einschließlich der ausdauernden Gemeinen Quecke und Deutschem Weidelgras sowie ein überdurchschnittlich breites Spektrum einjähriger zweikeimblättriger Unkräuter. Die anwenderfreundlich formulierte Öldispersion ermöglicht eine raschere Wirkstoffaufnahme in empfindliche Zielunkräuter als die bisher erhältlichen Formulierungen der Einzelwirkstoffe Mesotrone und Nicosulfuron. Der Ölgehalt der Formulierung erlaubt insbesondere den Verzicht auf einen weiteren Additivzusatz, wenn ELUMIS in Tankmischungen

mit weiteren fest formulierten Sulfonylharnstoffpräparaten, wie z. B. PEAK (Prosulfuron) kombiniert wird.

ELUMIS wird von der weit überwiegenden Mehrzahl der angebauten marktgängigen Maishybriden sehr gut vertragen. Zu dieser guten Maisverträglichkeit trägt auch bei, dass heutige Maishybriden mehrheitlich sulfonylharnstofftolerant sind. Darüber hinaus führt ein Europäisches Patent (DE GENNARO und SMITH, 1997) die *Safening*-Eigenschaft einer Mischung aus Mesotrione und maisselktiven Sulfonylharnstoffen auf. Demnach werden durch hohe Aufwandmengen an Mesotrione verursachte Chlorosen auf empfindlichen jungen Maispflanzen bei unveränderter herbizider Wirksamkeit durch Zumischung von Sulfonylharnstoffen deutlich verringert. Das in diesem Patent detailliert belegte *Safening* von Mesotrione durch Kombination mit Nicosulfuron steht in Einklang mit der in den Feldversuchen beobachteten guten Maisverträglichkeit von ELUMIS.

Zur sicheren und ausreichenden Bekämpfung schwierig bekämpfbarer dikotyler Arten (z. B. *Polygonum convolvulus* und *P. aviculare*, insbesondere in fortgeschrittenen Entwicklungsstadien) wurden mit dem Zusatz von Mischpartnern wie Prosulfuron oder Terbuthylazin sehr gute Erfolge erzielt. Eine Tankmischung aus ELUMIS und Prosulfuron (in PEAK®) erhöht die Wirkungssicherheit insbesondere gegen schwierig zu bekämpfende Knöterich-Arten (*P. convolvulus*, *P. aviculare*). Daneben findet sich die aus kommerziellem Einsatz von PEAK bekannte herbizide Aktivität von Prosulfuron auf Winde-Arten auch in einzelnen Ergebnissen der Tankmischung aus ELUMIS und Prosulfuron wieder. Die ölhaltige Formulierung von ELUMIS bietet in dieser Kombination den Vorzug, dass sich der Zusatz eines Additivs zur Verbesserung der Wirkungssicherheit von PEAK erübrigt, da es wie alle sulfonylharnstoffhaltigen Granulatformulierungen auf den Zusatz von Netzmitteln oder Ölen mit einer deutlichen Steigerung der Wirkungssicherheit reagiert.

Die weitgehende Blattwirksamkeit von ELUMIS lässt sich darüber hinaus gezielt durch die Zumischung von residual wirksamen Partnern wie Terbuthylazin und/oder S-Metolachlor ergänzen. Damit lässt sich in Mais auch die Konkurrenz durch weitere nach Applikation auflaufende Hirse- und Unkrautwellen mit einer einmaligen Behandlung ausschalten.

Die in mehrjährigen Versuchsreihen geprüften unterschiedlichen Aufwandmengenverhältnisse von ELUMIS und geeigneten Tankmischpartnern ergaben eine große Flexibilität der Aufwandmengen bei vergleichbaren Bekämpfungserfolgen. Für eine praxisrelevante Unkrautbekämpfung in Mais erwiesen sich Tankmischungen aus ELUMIS und GARDO GOLD mit Aufwandmengen von 1,0-1,25 l/ha ELUMIS und 3,0-3,75 l/ha GARDO GOLD als besonders zweckmäßig. Auf Standorten, auf denen keine Dauerwirkung gegen Unkräuter benötigt wird, erfassen Mischungen aus 1,5 l/ha ELUMIS und 0,02 kg/ha PEAK auch im fortgeschrittenen Nachauflauf alle in Mais bedeutsamen Unkräuter und Ungräser einschließlich einiger ausdauernder Arten in nur einem Arbeitsgang. Aufgrund des Wirkungsspektrums von S-Metolachlor, das neben annuellen Hirsen auch Storch- und Reiherschnabel-Arten einschließt, eignet sich neben GARDO GOLD auch DUAL GOLD zur Zumischung zu einer Tankmischung aus ELUMIS und PEAK, um eine zusätzliche Residualwirkung auf nach der Anwendung auflaufende oder bei Anwendung im Keimblattstadium befindliche Schadhirse-, Storch- und Reiherschnabel-Pflanzen zu erzielen.

Einen Anwendervorteil von ELUMIS gegenüber Tankmischungen der Einzelwirkstoffe bieten die hohen Bekämpfungserfolge gegen Storchschnabel-Arten (*Geranium* spp.), die sich in Mais im Nachauflauf nur schwierig bekämpfen lassen. Mit Tankmischungen aus ELUMIS und dem Terbuthylazin- und S-Metolachlor-Mischpräparat GARDO GOLD wurden in der Saison 2011 auch gute Bekämpfungsergebnisse auf Gemeinen Reiherschnabel (*Erodium cicutarium*) erzielt. Kommerzielle Erfahrungen der Jahre 2009 und 2010 aus Polen ergaben, dass bei Anwendung von ELUMIS bis zur Ausbildung des zweiten Laubblatt-Stadiums von Storch- und Reiherschnabel-Pflanzen eine höhere Wirkungssicherheit erzielt wird als in weiter fortgeschrittenen Wachstumsstadien. Damit zeichnet sich ELUMIS als eine der wenigen im Mais zur Verfügung stehenden Möglichkeiten aus, diese sich zunehmend ausbreitenden Arten kulturselektiv im Nachauflauf chemisch zu bekämpfen.

## Literatur

DE GENNARO, F.P. AND W.F. SMITH, 1997: HERBICIDAL MIXTURES, PATENT EP 0 915 652 B1, WO97/48276, 1997.