

## **Chemische Unkrautkontrolle bei der Anpflanzung von Kurzumtriebsplantagen mit Pappeln (*Populus*) und Weiden (*Salix*)**

*Chemical weed control by planting of poplar (*Populus*) and willow (*Salix*) short rotation coppice*

**Klaus Gehring\*, Thomas Festner und Stefan Thyssen**

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz, Lange Point 10, 85354 Freising

\* Korrespondierender Autor, klaus.gehring@lfl.bayern.de



DOI 10.5073/jka.2014.443.081

### **Zusammenfassung**

In einer Versuchsserie von 2010 – 2012 mit insgesamt fünf Feldversuchen an drei Standorten konnte die Notwendigkeit einer effizienten Unkrautkontrolle bei der Anlage von Pappel- und Weiden-Kurzumtriebsplantagen (KUP) auf Ackerstandorten nachgewiesen werden. Auf der Basis von Selektivitätsprüfungen wurden Herbizide mit einer sicheren Kulturverträglichkeit für die Anwendung im Vor- und Nachaufbauverfahren bestimmt. In weiteren Versuchen wurden Präparatekombinationen als Tankmischungen und Spritzfolgebehandlungen für eine möglichst effiziente und nachhaltige Unkrautkontrolle entwickelt. Aufgrund dieser Ergebnisse wird empfohlen bei der Anlage von Pappel- und Weiden-KUP eine Voraufbaubehandlung als Tankmischung mit einer an das standortspezifische Unkrautpektrum angepassten Präparatekombination mit Artist, Cadou SC, Sencor WG, Spectrum, Spectrum Plus oder Stomp Aqua für eine breit wirksame Unkrautkontrolle vorzunehmen. Folgeverunkrautungen können bei Bedarf im Nachaufbauverfahren mit den Herbiziden Aramo oder Lontrel 100 reguliert werden. Es wird angestrebt, für die erfolgreich geprüften Herbizide eine Ausweitung des Anwendungsgebietes für den Einsatz in Pappel und Weiden-KUP nach Art.51 der EU-Zulassungsverordnung (EG) Nr. 1107/2009 zu erlangen.

**Stichwörter:** Bioenergie, Ertrag, Feldversuche, Herbizide, Kulturverträglichkeit, Lückenindikationsverfahren, nachwachsende Rohstoffe

### **Abstract**

Five field trials were carried out from 2010 – 2012 on three different locations. The trials conformed high requirement of effective weed control by planting poplar and willow short rotation coppice (SRC) on arable area. The selectivity of different pre-emergent and post-emergent herbicide treatments was tested. Further trials focused on sufficient and long-standing herbicide efficacy of tank mixture and sequence treatments. As results of these trials it is advisable to use proper soil active herbicides like Artist, Cadou SC, Sencor WG, Spectrum, Spectrum Plus or Stomp Aqua as pre-emergent tank mixture treatment after planting of poplar and willow SRC. Aramo and Lontrel 100 can be used as post-emergent treatment for control of specific weeds. We intend to register the successful tested herbicides for minor use in poplar and willow SRC under licensing referred to Art. 51 regulation (EC) no 1107/2009.

**Keywords:** Field trials, herbicide, yield, minor use program, renewable energy crop, selectivity

### **Einleitung**

Die Endlichkeit fossiler Energieträger ist mit steigenden Energiekosten und einer zunehmenden Nachfrage regenerativer Energiequellen verbunden. Der Bereich alternativer Energien ist breit aufgefächert. In dem für die Landwirtschaft wichtigen Bereich der sogenannten „Bioenergie“ ist es wünschenswert, neben dem großen Segment der Biogasproduktion, weitere nachwachsende Rohstoffe für die stoffliche oder energetische Verwertung zu nutzen. Biomasse aus schnellwachsenden Kurzumtriebsplantagen (KUP), in der Regel Pappeln (*Populus*) oder Weiden (*Salix*), kann als „Feldhackschnittel“ zur umweltfreundlichen Energieversorgung verwendet werden. Die relativ geringen Standortansprüche dieser Ackerholzkulturen ermöglichen den Anbau auf ansonsten ertragsschwachen Standorten und entschärfen somit den Konflikt zwischen „Tank und Teller“. Die mehrjährigen Anlagen leisten zudem einen Beitrag zur Verbesserung der Agrobiodiversität und zur Reduktion von Treibhausgasemissionen (Rowe, 2009). Obwohl eine hohe Abhängigkeit von einer effizienten Unkrautkontrolle bei der Etablierung der KUP bekannt ist, sind die verfügbaren Informationen für einen sachgerechten Herbizideinsatz weitgehend

rudimentär. Während einzelne Quellen nur auf den Bedarf für den Einsatz von blatt- und bodenwirksamen Herbiziden verweisen (BURGER und WAUER, 2011; UNSELD *et al.*, 2012), sind andere Informationen hinsichtlich der Verfügbarkeit der Präparate bereits veraltet (HOFMANN, 2008) oder beziehen sich auf Herbizide, die in Deutschland nicht verfügbar sind oder aufgrund von Anwendungsverböten nicht eingesetzt werden können (WILLOUGHBY und CLAY, 1999; TUBBY und ARMSTRONG, 2002).

Mit der nachfolgend beschriebenen Arbeit wurde die Entwicklung von ausreichend effizienten und kulturverträglichen Anwendungsverfahren für die chemische Unkrautkontrolle bei der Etablierung von KUP mit Pappeln und Weiden angestrebt. Hierdurch sollen der Fachberatung und der landwirtschaftlichen Produktionspraxis konkrete Empfehlungen für eine sachgerechte Herbizidbehandlung hinsichtlich der Präparateauswahl und der Präparatekombination sowie die notwendige Aufwandmengengestaltung zur Verfügung gestellt werden.

### **Material und Methoden**

Zur Überprüfung der Herbizideinsatzfähigkeit in Pappel- und Weiden-KUP wurden im Zeitraum von 2010 bis 2012 fünf Feldversuche an den Standorten Freising (11.728° ö.L. / 48.404° n.B.; WGS84), Haindlfing (Landkreis Freising; 11.726° ö. L. / 48.434 n. B., WGS84) und Puch (Landkreis Fürstenfeldbruck; 11.205° ö. L. / 48.194°n.B.; WGS84) durchgeführt. Die Standorte liegen im Bodenklima-Raum 115, respektive im Tertiär-Hügelland Donau-Süd (ROSSBERG *et al.*, 2007). Die Region zeichnet sich durch ein subozeanisches bis subkontinentales Klima mit einer Jahresmitteltemperatur von 8,3 °C und einem durchschnittlichen Jahresniederschlag von 844 l\*m<sup>-1</sup> aus. Die mittlere Vegetationsdauer mit Tagesmitteltemperaturen von > 10 °C beträgt 164 Tage. Die Böden an den Versuchsstandorten sind als Parabraunerden bzw. Braunerden aus Lößlehm mit Bodenwertzahlen im Bereich 50 – 66 zu beschreiben. Die Feldversuche wurden als randomisierte Exaktversuche in vierfacher Wiederholung mit Parzellengrößen von 10 m<sup>2</sup> angelegt. Pro Parzelle wurden 24 Weiden- bzw. Pappel-Stecklinge in einem Verbund von 0,75 x 0,5 m angepflanzt. Hierbei handelte es sich um je 12 Pflanzen von zwei verschiedenen Sorten. Die Anpflanzung der Stecklinge erfolgte jeweils nach Vegetationsbeginn, d.h. im Zeitraum von Ende März bis Anfang April. Als Pflanzmaterial wurden die in Bayern häufig verwendeten Sorten „HYBRID 275“ und „MAX4“ (Pappeln) bzw. „INGER“ und „TORDIS“ (Weiden) in handelsüblicher Qualität eingesetzt. Bei den Ackerflächen traten die betriebsüblichen Vorfrüchte Winterweizen, Triticale, Mais bzw. Kartoffeln auf. Die Bodenbearbeitung erfolgte regelmäßig mit einer Pflugfurche im Herbst und einer Grubberbehandlung im Frühjahr. Hierauf wurden die Pflanzflächen mit einer Kreiseleggenbearbeitung für das manuelle Ausstecken vorbereitet.

Die Herbizidbehandlungen wurden mit einer handgeführten, selbstfahrenden Pressluftparzellenspritze (Fabrikat Schachtner) mit einer Fahrgeschwindigkeit von 3,9 km\*h<sup>-1</sup>, einem Arbeitsdruck von 2,0 bar und einer Wasseraufwandmenge von 300 l\*ha<sup>-1</sup> mit AIRMIX® 11003 Luftinjektordüsen ausgebracht. Im Versuchsjahr 2010 wurden in zwei Versuchen an den Standorten Haindlfing und Puch einzelne Herbizide hinsichtlich ihrer Selektivität geprüft. Hierbei wurden verschiedene Breitbandherbizide kurz nach dem Stecken, d.h. am Folgetag, und das Graminizid ARAMO (Tepaloxymid) sowie das Spezialpräparat LONTREL 100 (Clopyralid) nach dem Austrieb in einfacher und doppelter Dosierung gemäß der höchsten zugelassenen Aufwandmenge in anderen Kulturen eingesetzt. In 2012 wurden am Standort Freising nochmals Selektivitätsprüfungen mit den Präparaten ARTIST und CADOU SC als Alternativen für das mittelfristig nicht mehr verfügbare Präparat TERANO vorgenommen (Tab. 1).

**Tab. 1** Auf die Selektivität in Pappeln und Weiden geprüfte Herbizide (Haindlfing 2010, Puch 2010, Freising 2012).

**Tab. 1** *Herbicides tested for selectivity in poplar and willow.*

Präparat	Wirkstoff, -konzentration (g*I <sup>-1</sup> bzw. kg <sup>-1</sup> ), Formulierung	AWM (l bzw. kg*ha <sup>-1</sup> )		Termin
		x1	x2	
ARTIST	Flufenacet + Metribuzin, 250 + 175, WG	2,50	5,00	VA
CADOU SC	Flufenacet, 500, SC	0,48	0,96	VA
KATANA	Flazasulfuron, 250, WG	0,20	0,40	VA
MAISTER FLÜSSIG	Foramsulfuron + Iodosulfuron, 30 + 0,93, OD	1,50	3,00	VA
NOZOMI	Flumioxazin, 500, WG	1,20	2,40	VA
SENCOR WG	Metribuzin, 700, WG	0,75	1,50	VA
SPECTRUM	Dimethenamid-P, 720, EC	1,40	2,80	VA
STOMP AQUA	Pendimethalin, 455, CS	4,40	8,80	VA
TERANO	Flufenacet + Metosulam, 600 + 25, WG	1,00	2,00	VA
(SPECTRUM PLUS)	Pendimethalin + Dimethenamid-P, 250 + 212,5, EC	4,00	8,00	VA
ARAMO	Tepaloxymid, 50, EC	2,00	4,00	NA
LONTREL 100	Clopyralid, 100, SL	1,20	2,40	NA

Legende: WG = Wasserdispersierbares Granulat, SC = Suspensionskonzentrat, OD = Ölige Dispersion, EC = Emulsionskonzentrat,

SL = Wasserlösliches Konzentrat, CS = Kapselsuspension, AWM = Aufwandmenge, x1 = Standarddosierung, x2 = Doppeldosis,

VA = nach dem Stecken, NA = nach dem Austrieb, (...) = Präparat noch nicht zugelassen

In den Versuchsjahren 2011 wurden an den Standorten Haindlfing und Puch und im Jahr 2012 am Standort Freising vorwiegend Herbizide in Tankmischungen und Spritzfolgebehandlungen eingesetzt, wobei neben einer ausreichenden Selektivität auch eine praxistaugliche Breitenwirkung angestrebt wurde (Tab. 2). Auch diese Anwendungen wurden im Vergleich mit einer doppelten Dosierung geprüft.

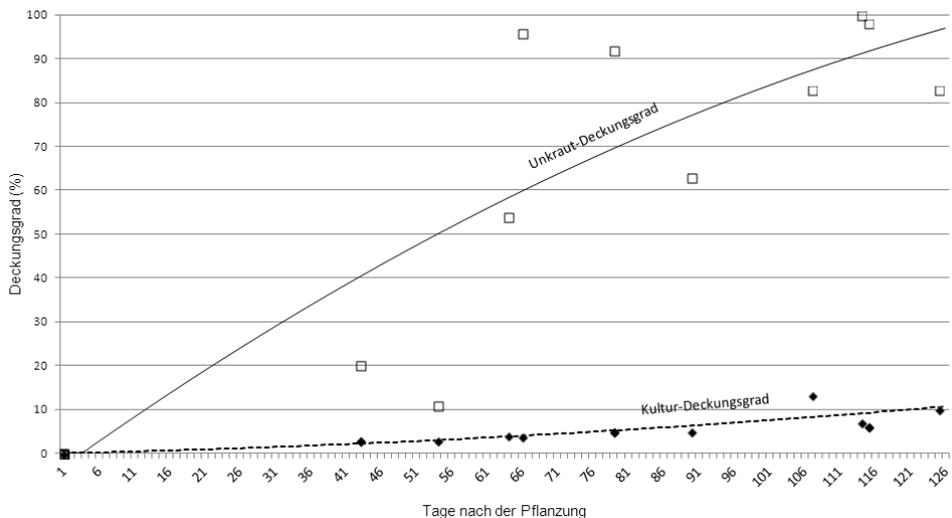
Die Wirksamkeit und die Kulturverträglichkeit der Herbizidbehandlungen wurde in Anlehnung an den die EPPO-Richtlinien PP 1/152(4) und PP 1/135(3) überprüft und bewertet, da für die Prüfung des Herbizideinsatzes in KUP keine expliziten EPPO-Richtlinien vorliegen. In Ergänzung zu den wiederholt durchgeführten Boniturerhebungen wurde nach der Vegetationsperiode eine Beerntung der Versuchsanlagen mit Feststellung des variantenspezifischen Trockenmasseertrages der einjährigen Pflanzen vorgenommen. Die Versuche wurden mit der Windows-Software PIAF (ZINK UND SCHLÜTER, 1999) geplant, dokumentiert und ausgewertet. Die statistische Analyse der Ertragshebungen wurde mit Hilfe der in PIAF integrierten parametrischen SAS-Routinen vorgenommen. Die Daten der visuellen Bonituren wurden auf der Ebene der variantenspezifischen Mittelwerte verglichen. Eine varianzanalytische Bewertung der Boniturergebnisse wurde nicht vorgenommen.

**Tab. 2** Für den Einsatz in Pappel- und Weiden-Kurzumtriebsplantagen geprüfte Herbizid-Tankmischungen und Spritzfolgen (Haindlfing 2011, Puch 2011; Freising 2012).

**Tab. 2** *Herbicides tested for use in poplar and willow short rotation coppice as tank mixtures and sequence treatments.*

Var. Nr.	Tankmischung/Spritzfolge	Aufwandmenge (l bzw. kg*ha <sup>-1</sup> )	Termin
1	SPECTRUM PLUS + CADOU SC	4,0 + 0,48	VA
2	SPECTRUM PLUS + SENCOR WG	4,0 + 0,5	VA
3	STOMP AQUA + ARTIST	2,5 + 2,5	VA
4	STOMP AQUA + CADOU SC	4,0 + 0,48	VA
5	STOMP AQUA + NOZOMI	3,0 + 1,0	VA
6	STOMP AQUA + SPECTRUM	3,0 + 1,0	VA
7	STOMP AQUA + SENCOR WG	3,0 + 0,5	VA
8	STOMP AQUA + SPECTRUM / LONTREL 100	3,0 + 1,0 / 1,2	VA / NA
9	STOMP AQUA + SPECTRUM / ARAMO	3,0 + 1,0 / 2,0	VA / NA

Legende: VA = nach dem Stecken, NA = nach dem Austreiben



**Abb. 1** Entwicklung des Deckungsgrades (%) von Pappeln und Weiden und der standortspezifischen Unkrautflora nach der Pflanzung; Boniturwerte (Haindlfing 2010, Puch 2010 mit je 2 Kulturen) und mittlerer polynomischer Trend.

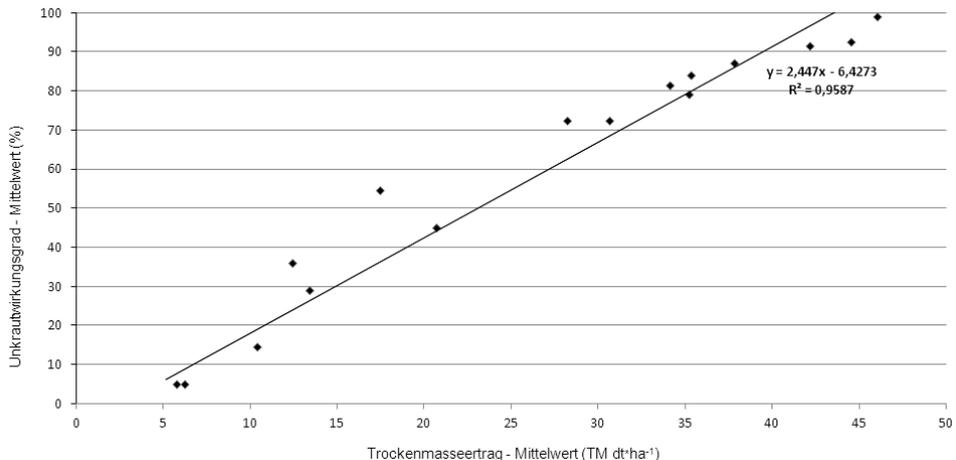
**Fig. 1** *Development of poplar, willow and site specific weeds (% coverage) after planting; single values (2 trials with 2 crops) and mean polynomial trend.*

## Ergebnisse

Für die Pappel- und Weiden-KUP ist für die Etablierung in der ersten Vegetationsperiode eine äußerst geringe Konkurrenzleistung gegenüber einer standortspezifischen Ackerunkrautflora bekannt (LEDIN und WILLEBRAND, 1996; WILLOUGHBY *et al.*, 2009). Die Notwendigkeit einer ausreichenden Unkrautkontrolle bestätigten die Ergebnisse hinsichtlich der Deckungsgradentwicklung und der Ertragsleistung. Die Feldversuche in 2010 zeigten eine sehr zögerliche Entwicklung des Deckungsgrades bei Pappeln und Weiden. 125 Tage nach der

Pflanzung konnten die Kulturen einen mittleren Deckungsgrad von nur ca. 10 % erreichen. Die standortspezifische Unkrautflora entwickelte in diesem Zeitraum einen nahezu flächendeckenden Bestand (Abb. 1).

Der hohe Konkurrenzdruck einer Ackerunkrautflora, vor allem im Bezug auf den Wachstumsfaktor Wasser, resultierte in einer starken Abhängigkeit der Trockenmasseertragsleistung in den einjährigen KUP von der Unkrautbekämpfungsleistung der verschiedenen, selektiven Herbizidbehandlungen (Abb. 2).



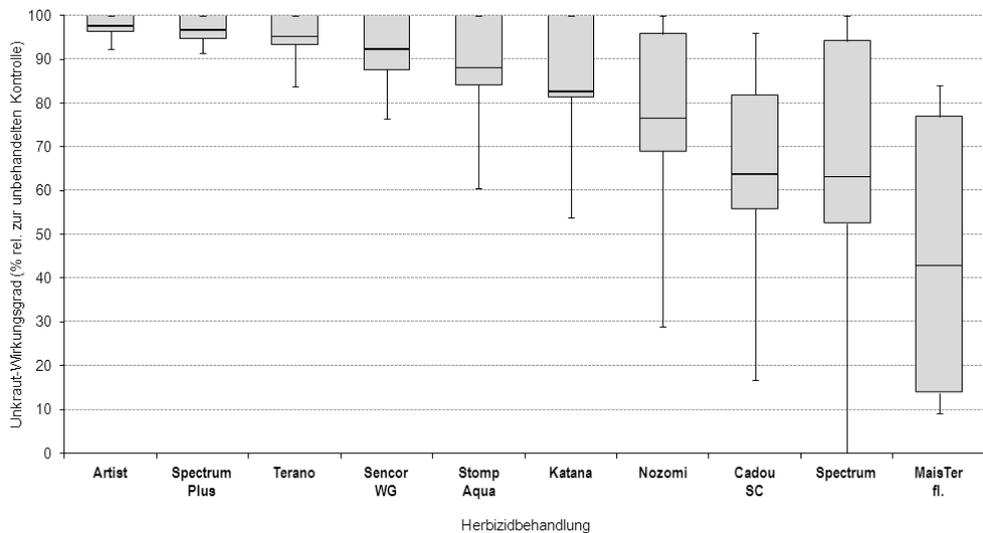
**Abb. 2** Trockenmasseertrag von einjährigen Pappel- und Weiden-Kurzumtriebsplantagen in Abhängigkeit von der Unkrautbekämpfungsleistung unterschiedlicher Behandlungsvarianten (Haindlfing und Puch, 2010, 8 Behandlungsvarianten, Mittelwerte und linearer Trend).

**Fig. 2** First year dry matter yield of poplar and willow short rotation coppice according to the weed control efficacy of different treatments; 2 trials, 8 treatments, mean values and linear trend.

### Ergebnisse der Selektivitätsprüfung

Die Auswahl der zu prüfenden Herbizide (Tab.1) orientierte sich an den verfügbaren Informationen (WILLOUGHBY und CLAY, 1999; DAWSON, 2007) und der bereits vorhandenen Registrierung einzelner Präparate in den Kulturgruppen Ziergehölze bzw. Baumschulgehölze. Die Kulturverträglichkeit der Herbizidbehandlungen in den Feldversuchen 2010 war demzufolge weitgehend unproblematisch. Anwendungen mit Stomp Aqua (Pendimethalin) verursachten temporäre Chlorosen in der Größenordnung von 3 bis 20 % in der Pappel-Sorte „HYBRID 275“. Die Sorte „MAX“ und beide Weiden-Sorten zeigten keinerlei Phytotox-Symptome auf den Einsatz von STOMP AQUA. Das Spezialherbizid LONTREL 100® (Clopyralid) löste in der Nachauflaufbehandlung in beiden Kulturen und den jeweiligen Sorten leichte Phytotox-Reaktionen (4 – 10 %) in Form von Blattrollen aus, die im Verlauf der Vegetation kompensiert wurden. Das in Zierkoniferen für die Voraustrieb- oder Unterstockbehandlung bereits registrierte Herbizid KATANA® (Flazasulfuron) verursachte in der Vorauflaufbehandlung in Pappel- und Weiden-KUP unabhängig von der Sorte massive Kulturschäden in Form von Wachstumsrückstand (33 – 95 %), in Weiden deutliche Chlorosen (5 – 38 %) und in beiden Kulturen eine Ausdünnung durch Pflanzenverluste im Bereich von 0 – 43 %. Die Phytotoxreaktionen zeigten eine tendenzielle Abhängigkeit vom Standort, von der Kulturart und der Sorte. Die graduelle Ausprägung wurde zwar auch von der Aufwandmenge beeinflusst, war aber bei der Standardaufwandmenge bereits so intensiv, dass die Anwendung von KATANA® in Pappel- und Weiden-KUP nicht weiter verfolgt wurde. Die übrigen Herbizide verursachten keinerlei Schäden bzw. nur sehr geringfügige, kurzfristige Symptome, z. B. in Form von leichten Chlorosen bei Varianten auf der Basis von Clopyralid oder Pendimethalin.

Die Unkrautbekämpfungsleistung gegenüber der an den Versuchsstandorten vorhandenen Unkrautflora (Leitunkräuter: GALAP, MATSS, VERPE, VIOR, BRNN, POLAV, CAPBP) war im Vergleich der Prüfmittel sehr unterschiedlich. Bei der Anwendung in der Standardaufwandmenge erzielten die Präparate ARTIST (Flufenacet + Metribuzin), SPECTRUM PLUS (Pendimethalin + Dimethenamid-P) und TERANO (Flufenacet + Metosulam) eine ausreichende Breitenwirkung und eine sichere Unkrautbekämpfungsleistung (Abb. 3). Für die weiteren geprüften Solopreparate ist festzuhalten, dass sie primär für den Einsatz in Kombination mit Ergänzungspräparaten geeignet sind, die in der Tankmischung oder in der Spritzfolge eine ausreichende Wirkungsbreite gewährleisten. Das für den Nachauflaufeinsatz konzipierte Präparat MAISTER FLÜSSIG (Foramsulfuron + Iodosulfuron) ist offensichtlich nicht für die Anwendung im Voraufbau geeignet, da sich hierdurch keine ausreichende Aktivität der eingesetzten Wirkstoffe erreichen lässt.



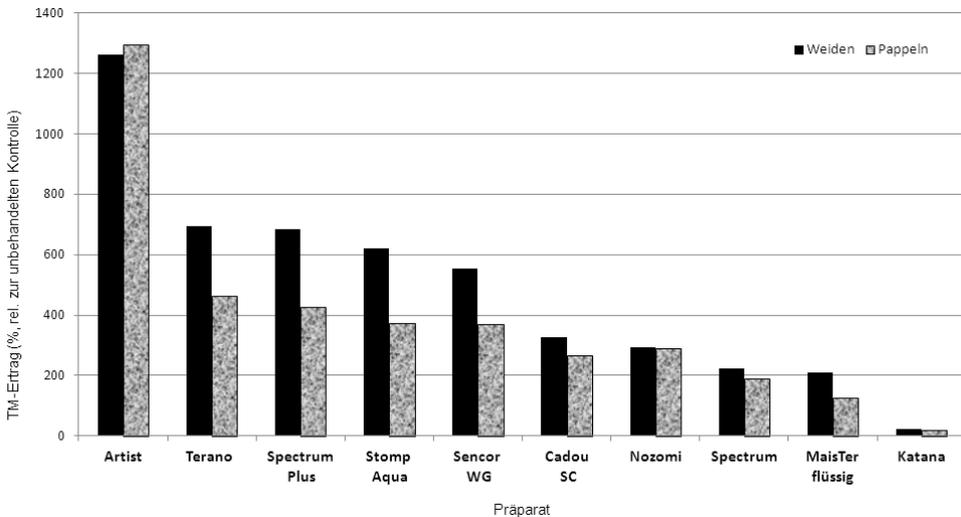
**Abb. 3** Unkrautbekämpfungsleistung (% rel. Wirkungsgrad) verschiedener Herbizidbehandlungen in der Anwendung nach dem Stecken in Pappel- und Weiden-Kurzumtriebsplantagen (Haindlfing und Puch 2010, Freising 2012, Leitunkräuter: GALAP, MATSS, VERPE, VIOR, BRNN, POLAV, CAPBP), Mittelwerte Boxplot-Verteilung.

**Fig. 3** Weed control (% efficacy) of different pre-emergent herbicide treatments in poplar and willow short rotation coppice; 3 trials, main weeds: GALAP, MATSS, VERPE, VIOR, BRNN, POLAV, CAPBP, mean values boxplot-spreading.

Die festgestellten Trockenmasseerträge der einzelnen Behandlungsvarianten wurden im Fall von KATANA massiv von der unzureichenden Selektivität beeinflusst, sodass die Variante nur das Ertragsniveau der unbehandelten Kontrolle erreichen konnte. Bei weiteren Prüfvarianten wurde die Ertragsleistung von der präparatespezifischen Unkrautbekämpfungsleistung bestimmt. Die bei einzelnen Varianten erkennbare Abhängigkeit des Trockenmasseertrages von der Gehölzart kann nicht durch eine unterschiedliche Selektivität der Herbizidbehandlung erklärt werden; unter Umständen ist die Ursache in einer artspezifisch unterschiedlichen Konkurrenzleistung gegenüber der vorhandenen Restverunkrautung zu suchen. Diese Vermutung müsste allerdings durch weitere Untersuchungen überprüft werden. Der deutliche Abstand in der Ertragsleistung der Behandlungsvariante mit ARTIST gegenüber den weiteren Prüfvarianten wurde durch das standortspezifische Ertragsniveau am Standort Freising gegenüber den Standorten Haindlfing und Puch ausgelöst.

Die absoluten TM-Erträge, sowie die Absicherung zwischen den Prüfvarianten wurde stark vom jeweiligen Standort, von der Kulturart und teilweise auch von der Sorte beeinflusst. Die Aufwandmenge in Form von Einfach- und Doppeldosierung wirkte sich lediglich im Einzelfall bei

Herbiziden mit einer begrenzten Bekämpfungsleistung ertragssteigernd aus, indem die höhere Aufwandmenge in Folge der höheren Unkrautwirkung einen signifikant höheren TM-Ertrag ermöglichte. Während eine varianzanalytische Bewertung der behandlungsspezifischen TM-Erträge nur auf der Ebene des einzelnen Versuchsstandortes gerechtfertigt war, zeigt die Zusammenfassung der Ergebnisse als Gesamtmittelwert eine repräsentative Vorzüglichkeit im Vergleich der Behandlungsvarianten (Abb. 4).



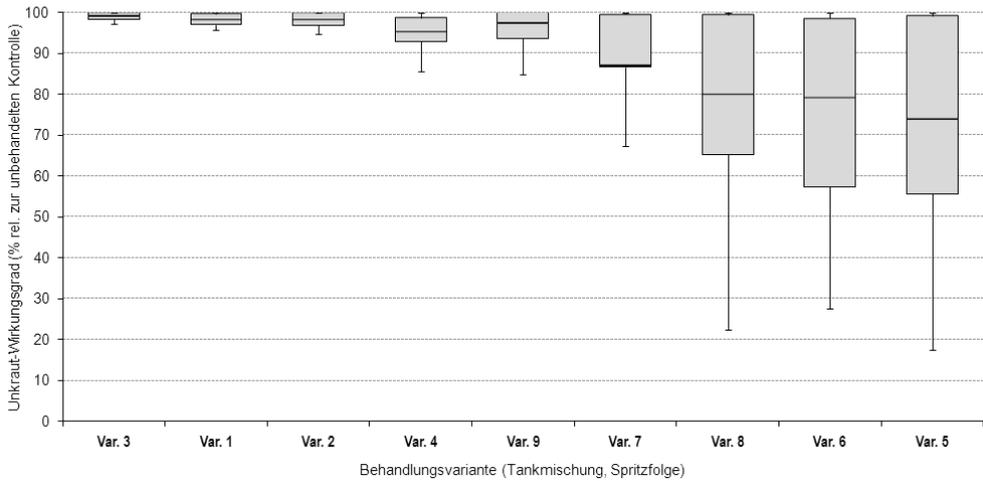
**Abb. 4** Trockenmasseertrag (% relativ zur unbehandelten Kontrolle) verschiedener Herbizidbehandlungen nach dem Stecken in einjährigen Pappel- und Weiden-Kurzumtriebsplantagen; 3 Versuche, Mittelwerte.

**Fig. 4** First year dry matter yield (% in comparison to untreated) of different pre-emergent herbicide treatments in poplar and willow short rotation coppice; 3 trials, mean values.

#### Ergebnisse der Prüfung von Herbizidkombinationen

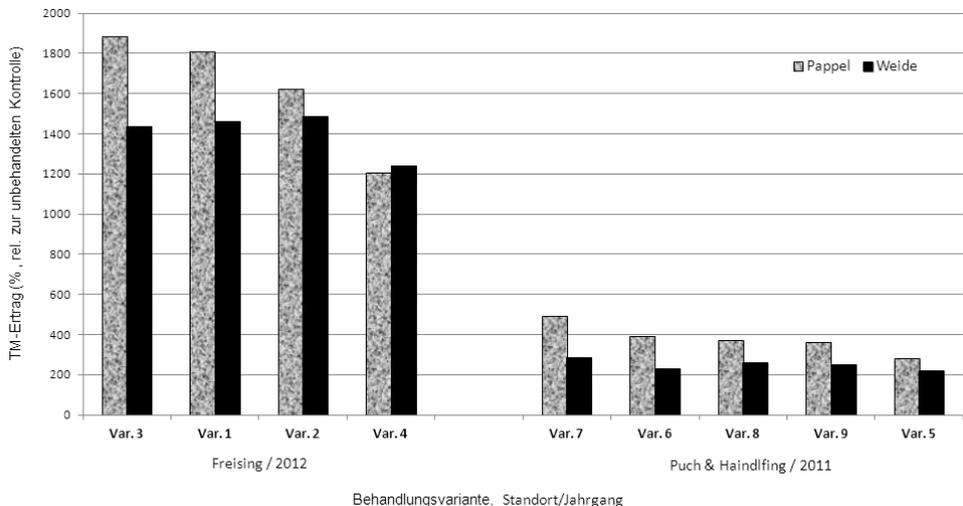
Anhand der Ergebnisse der Einzelpräparate-Prüfung im Jahr 2010 wurden für die Versuchsjahre 2011 und 2012 Prüfvarianten als Tankmischungen und Spritzfolgebehandlungen entwickelt. Hierbei war eine Umstellung der Prüfvarianten von 2011 auf 2012 erforderlich, da sich herausstellte, dass das eigentlich sehr gut geeignete Breitbandherbizid TERANO mittelfristig nicht mehr zur Verfügung steht. In 2012 wurden daher Ersatzvarianten in Kombinationen mit ARTIST und CADOU SC getestet. In beiden Versuchsjahren stand weniger die Kulturverträglichkeit, als vielmehr die Unkrautbekämpfungsleistung und die daraus resultierende Ertragsabsicherung im Focus der Untersuchungen. Phytotox trat nur in geringfügigem Umfang (1 bis 10 %) und temporär in Form von Chlorosen und Blattdeformationen bei einzelnen Prüfvarianten auf der Basis von STOMP AQUA, LONTREL 100 und CADOU SC auf. Die Phytotox-Reaktionen zeigten eine Abhängigkeit von der Kulturart und der jeweiligen Sorte. Pappeln reagierten tendenziell sensibler als Weiden und die Pappel-Sorte „HYBRID 275“ zeigte sich bereits bei den Prüfungen im Jahr 2011 empfindlicher als die Sorte „MAX“.

Die Ergebnisse in der Unkrautbekämpfungsleistung zeigen deutliche Unterschiede im Leistungsniveau zwischen den Prüfvarianten (Abb. 5). Die Mehrzahl der Behandlungen erzielte eine sichere Bekämpfungsleistung (> 95 % Gesamtwirkungsgrad) gegenüber der Standortunkrautflora. Die Prüfvarianten auf der Basis von STOMP AQUA + SPECTRUM bzw. STOMP AQUA + NOZOMI® erzielten dagegen nur eine nachrangige Bekämpfungsleistung. Die Ausnahme bildete die Variante 9, bei der die Spritzfolge mit dem Graminizid ARAMO eine absolute Leistungssteigerung gegenüber einer monokotylen Verunkrautung erreichen konnte.



**Abb. 5** Unkrautbekämpfungsleistung (% Wirkungsgrad) verschiedener Herbizidbehandlungen als Tankmischungen nach dem Stecken und als Spritzfolgen in Pappel- und Weiden-Kurzumtriebsplantagen; 3 Versuche, Leitunkräuter: ALOMY, AVEFA, BRNN, CHEAL, ECHEG, FUMOF, GASCI, MATIN, POLLA, THLAR, VERPE, Mittelwerte Boxplot-Verteilung.

**Fig. 5** Weed control (% efficacy) of different herbicide treatments as pre-emergent mixtures and sequence treatments in poplar and willow short rotation coppice; 3 trials, main weeds: ALOMY, AVEFA, BRNN, CHEAL, ECHEG, FUMOF, GASCI, MATIN, POLLA, THLAR, VERPE, mean values boxplot-spreading.



**Abb. 6** Trockenmasseertrag (% relativ zur unbehandelten Kontrolle) verschiedener Herbizidbehandlungen als Tankmischungen und Spritzfolgebehandlungen in einjährigen Pappel- und Weiden-Kurzumtriebsplantagen; 3 Versuche, Mittelwerte.

**Fig. 6** First year dry matter yield (% compared to untreated control) of different pre-emergent herbicide treatments as tank mixture and sequence treatments in poplar and willow short rotation coppice; 3 trials, mean values.

Das Ertragsniveau war in 2012 am Standort Freising wesentlich höher als in 2011 an den Standorten Haindlfing und Puch. Die Ergebnisse der jeweiligen Prüfvarianten müssen daher getrennt bewertet werden (Abb.6). Die statistische Analyse ergab für keinen der Versuchsstandorte einen signifikanten Unterschied für die Herbizidbehandlungen im Bezug auf die jeweilige Kultur oder Sorte. Hinsichtlich der Aufwandmenge trat nur einmalig ein signifikanter Vorteil für die Doppeldosis der Variante 5 (STOMP AQUA + NOZOMI) gegenüber der Einfachdosierung am Standort Puch in der Pappelsorte „MAX“ auf. Im Vergleich der Prüfvarianten in der Standarddosierung traten an keinem der Standorte signifikante Ertragsvorteile für einzelne Behandlungsvarianten auf.

## Diskussion

Die erfolgreiche Etablierung von Pappel- und Weiden-KUP ist stark von einer ausreichenden Unkrautkontrolle in der ersten Vegetationsperiode abhängig. Bei der Anlage der KUP auf Ackerflächen ist der Einsatz von Bodenherbiziden mit einer möglichst nachhaltigen Residualwirkung gegenüber der standortspezifischen Ackerunkrautflora notwendig. Die geprüften Breitband-Bodenherbizide bestätigen mit einer Ausnahme (KATANA) eine ausreichende Kulturverträglichkeit. Dies gilt auch für die im Nachauflauf eingesetzten Herbizide ARAMO und LONTREL 100. Für eine ausreichende Unkrautbekämpfungsleistung zeigte sich die Notwendigkeit für die Anwendung von Tankmischungen auf der Basis der Präparate ARTIST, CADOU SC, SENCOR WG, SPECTRUM, SPECTRUM PLUS oder STOMP AQUA. Das ausreichend kulturverträgliche Präparat NOZOMI ist aufgrund der begrenzten Wirkungsbreite kein geeignetes Präparat bzw. keine geeignete Tankmischungskomponente. Bei Bedarf können Voraufaufbehandlungen mit Nachauflaufbehandlungen als Spritzfolgen mit den Präparaten ARAMO oder LONTREL 100 ergänzt werden.

Für die in der dreijährigen Versuchsserie erfolgreich geprüften Herbizide wird eine Genehmigung im Anwendungsgebiet Pappel- und Weiden-KUP nach Art. 51 der EU-Zulassungsverordnung angestrebt.

## Literatur

- ANONYMUS, 2004: Crowing Short Rotation Coppice – Best Practice Guidelines. Department for Environment Food and Rural Affairs, Defra Publications, PB 7135, London, 32 pp.
- BURGER, F. und A. WAUER, 2011: Anbau von Energiewäldern. Bayerische Landesanstalt für Wald- und Forstwirtschaft, LWF Merkblatt 19, Freising, 4 S.
- CASLIN, B., J. FINNAN und A. MCCracken, 2011: Short Rotation Coppice Willow – Best Practice Guidelines. Teagasc, Crop Research Centre, Carlow, 72 pp.
- CLAY, D.Y., F. L. DIXON und I. WILLOUGHBY, 2005: Natural products as herbicides for tree establishment. *Forestry*, **78**(1), p. 1-9.
- DAWSON, M., 2007: Short Rotation Coppice Willow – Best Practice Guidelines. Omagh College, Omagh, 50 pp.
- GEHRING, K., S. THYSSEN, T. FESTNER, 2010: Unkrautbekämpfung in Energieholzanlagen. In: Versuchsergebnisse aus Bayern 2010 – Unkrautbekämpfung in Ackerbau und Grünland. S. 210-217.  
Online: [http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ips/dateien/zentralbericht\\_10.pdf](http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ips/dateien/zentralbericht_10.pdf)
- GEHRING, K., S. THYSSEN, T. FESTNER, 2011: Unkrautbekämpfung in Energieholzanlagen. In: Versuchsergebnisse aus Bayern 2011 – Unkrautbekämpfung in Ackerbau und Grünland. S. 181-187.  
Online: [http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ips/dateien/zentralbericht\\_11.pdf](http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ips/dateien/zentralbericht_11.pdf)
- GEHRING, K., S. THYSSEN, T. FESTNER, 2012: Unkrautbekämpfung in Energieholzanlagen. In: Versuchsergebnisse aus Bayern 2012 – Unkrautbekämpfung in Ackerbau und Grünland. S. 190-197.  
Online: [http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ips/dateien/zentralbericht\\_lfl\\_ips3b\\_12.pdf](http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ips/dateien/zentralbericht_lfl_ips3b_12.pdf)
- HOFMANN, M., 2008: Energieholzproduktion in der Landwirtschaft. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., Gülzow, 22 S.
- LEDIN, S., E. WILLEBRAND, E., 1996: Handbook on how to grow short rotation forests. IEA Bioenergy. Department of Short Rotation Forestry, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden.
- ROBERG, D., V. MICHEL, R. GRAF, R. NEUKAMPF, 2007: Definition von Boden-Klima-Räumen für die Bundesrepublik Deutschland. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes, Stuttgart, Eugen-Ulmer **59** (7), S. 155–161.
- ROWE, R.L., N.R. STREET, G. TAYLOR, 2009: Identifying potential environmental impacts of large-scale deployment of dedicated bioenergy crops in the UK. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* **13**(1), p. 271-290.
- SAGE, R. B., 1999: Weed competition in willow coppice crops: the cause and extent of yield losses. *Weed Research* **39**, p. 399-411.
- TUBBY, I., A. ARMSTRONG, 2002: Establishment and Management of Short Rotation Coppice. Forestry Commission, Edinburgh, 12 pp.

26. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung, 11.-13. März 2014 in Braunschweig

- UNSELD, R., F. BURGER, M. FRITZ, I. NEU-SCHMID, E. STICKSEL, D. HOFMANN, R. SCHIRMER, 2012: Anbau schnellwachsender Baumarten auf landwirtschaftlichen Flächen – Leitfaden für die Beratung in der Land- und Forstwirtschaft. Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, München, 30 S.
- WILLOUGHBY, I., D. CLAY, 1996: Herbicides for farm woodlands and short rotation coppice. Forestry Commission Field Book 14, London, 60 pp.
- WILLOUGHBY, I., D. CLAY, 1999: Herbicide Update. Forestry Commission, Technical Paper 28, Edinburgh, 57 pp.
- ZINK, G., H. SCHLÜTER, 1999: PIAF – Planing, Information and Analysis System for Field Trials. In: IT Applications for the Agricultural Extension Service with regard to the Federal Structure of the Administration Organization in Germany. Referate 20. GILJahrestagung & EFITA/99, Bonn, p. 26-41.