

# Pflanzen

## Asulamrückstände in Löwenzahnblüten

Bernard Jeangros<sup>1</sup> und Nicolas Delabays, Agroscope RAC Changins, Eidgenössische landwirtschaftliche Forschungsanstalt, CH-1260 Nyon 1

Patrick Edder<sup>2</sup>, Didier Ortelli und Claude Corvi, Service de protection de la consommation, PF 76, CH-1205 Genève Plainpalais

Auskünfte: Bernard Jeangros, E-mail: bernard.jeangros@rac.admin.ch, Fax +41 (0)22 363 46 90, Tel. +41 (0)22 363 44 44

### Zusammenfassung

**Die Anwendung von Herbiziden mit dem Wirkstoff Asulam auf Wiesen könnte das Vorhandensein von Sulfanilamid in gewissen Schweizer Bienenhonigen erklären. Dieses Antibiotikum der Familie der Sulfonamide ist ein Abbauprodukt von Asulam. Um die Risiken beim Gebrauch dieser Herbizide zu ermitteln, wurde eine Dauerriese mit viel Löwenzahn vor oder bei Blühbeginn der Löwenzahnblüten behandelt. Die Asulam- und Sulfanilamidrückstände in den blühenden Löwenzahnblüten wurden mittels Flüssigchromatographie analysiert. Zum Zeitpunkt der Herbizidbehandlung wurden sehr hohe Asulamgehalte in den Blüten beobachtet. Unabhängig vom Behandlungszeitpunkt war dagegen der Gehalt eine Woche nach der Behandlung oder später viel tiefer. Man fand auch Sulfanilamid in den Löwenzahnblüten, aber in relativ geringen Mengen. Unsere Ergebnisse untermauern die Hypothese, dass Herbizide mit dem Wirkstoff Asulam bei der Verunreinigung des Honigs mit Sulfanilamid eine Rolle spielen. Dies rechtfertigt eine Änderung der Zulassungsbedingungen für Herbizide mit diesem Wirkstoff. Sie sollten nur auf Futterbauflächen ohne blühende Pflanzen verwendet werden.**

### Antibiotika im Honig

Im Jahr 2000 wurde eine umfangreiche Studie über das Vorkommen von Antibiotikarückständen bei mehr als 800 Posten Schweizer Honig durchgeführt (Bogdanov und Fluri 2000). Sechs Prozent der untersuchten Proben enthielten Antibiotikarückstände, wobei bei einigen (2,5 %) die Gehalte über den gesetzlich erlaubten Grenz- oder Toleranzwerten lagen. Antibiotika wie Streptomycin, Tetracyclin oder Sulfonamide werden in der Bienenzucht weltweit

häufig zur Bekämpfung bakterieller Bienenkrankheiten wie der Amerikanischen und Europäischen Faulbrut verwendet. Da sich diese Krankheiten rasch verbreiten und ein Bienenhaus vollständig zerstören können, sind sie bei den Imkern sehr gefürchtet. Die Behandlung mit Antibiotika ist in gewissen Ländern erlaubt, in anderen wie der Schweiz jedoch strengstens verboten.

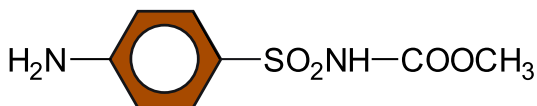
In der oben erwähnten Studie enthielten 4% der Proben Sulfon-

amidrückstände. In den meisten Fällen handelte es sich um Sulfathiazol, doch in gewissen Proben (1,3 %) fand man Rückstände von Sulfanilamid. Bei einer kürzlich durchgeführten Kontrollkampagne der Laboratorien der Kantone Zürich und Aargau, bei welcher mehr als 350 Schweizer Honige analysiert wurden, waren 15 Proben mit Sulfanilamid verunreinigt, wobei sich die Gehalte zwischen 2 und 227 µg/kg beliefen (Kaufmann und Kaenzig 2004). In vier Fällen war die Konzentration an Sulfanilamid höher als der in der Schweiz geltende Toleranzwert von 50 µg/kg.

### Herkunft des Sulfanilamids

Die Sulfanilamidrückstände in gewissen Honigproben lassen sich schwer erklären. Sulfanilamid ist ein älterer antibakterieller Wirkstoff und kein besonders wirksames Medikament. Zudem ist es heute auf dem Markt kaum noch erhältlich. Kaufmann und Kaenzig (2004) haben demzufolge eine andere Verunreinigungsquelle vermutet, und zwar die Verwendung von Herbiziden mit dem Wirkstoff Asulam, die in der Schweiz zur Bekämpfung von Blacke auf Wiesen und Weiden sowie in Obstgärten zugelassen sind. Die Abbildung 1 zeigt, dass die chemischen Strukturen von Asulam und Sulfanilamid sehr

Abb. 1. Chemische Struktur von Asulam und von Sulfanilamid, seinem wichtigsten Abbauprodukt.



Asulam



Sulfanilamid

<sup>1</sup> Mit der technischen Mitarbeit von Luc Stévenin und Cédric Bertola

<sup>2</sup> Mit der technischen Mitarbeit von Christine Riva

ähnlich sind. Da man weiss, dass sich Asulam in Sulfanilamid und in anderen Metaboliten abbaut (Anonymus 1995), wurde bei den 15 Honigen mit Sulfanilamid nach Asulamrückständen gesucht. Dabei konnte festgestellt werden, dass alle Honige solche Rückstände enthielten, mit einer Konzentration zwischen 1 und 200 µg/kg.

Herbizide mit Asulam sind wichtige Mittel zur Bekämpfung der Blacke, das wichtigste Unkraut auf Wiesen und Weiden in zahlreichen Regionen. Asulam ist im Vergleich zu anderen Wirkstoffen, die in der Schweiz für die Oberflächenbehandlung zugelassen sind, wie zum Beispiel Thifensulfuronmethyl, selektiver gegenüber den Futterpflanzen, insbesondere gegenüber den Leguminosen. Das macht diesen Wirkstoff interessant, um Blacken in Kunstwiesen zu bekämpfen, die oft einen hohen Anteil an Klee oder Luzerne aufweisen. Verschiedene Versuche haben gezeigt, dass Asulam besonders wirksam ist, wenn die Behandlung im Frühjahr auf gut entwickelte Blacken-Rosetten ohne Blütenstände erfolgt, also zu einem Zeitpunkt, wo der Löwenzahn oft in voller Blüte ist.

Seit mehreren Jahren führt der Service de protection de la consommation de Genève (SPCo) ebenfalls Kontrollen bezüglich Antibiotikarückständen in den Honigen durch, die auf dem Schweizer Markt verkauft werden. Im Jahr 2000 fand eine breit angelegte Analysekampagne bei rund 500 Honigen schweizerischer und vor allem ausländischer Herkunft statt. Bei zwei der untersuchten Schweizer Honige wurden Sulfanilamidrückstände gemessen. Die ausländischen Honige waren hingegen alle frei von jeglichen Sulfanilamid- oder Asulamrückständen.

### Bewertung der Rolle von Asulam

Agroscope RAC Changins und der SPCo haben gemeinsam eine Studie lanciert, um zu ermitteln, wie hoch das Risiko für eine Verunreinigung des Honigs ist, wenn Wiesen mit Asulam behandelt werden, auf welchen viel Löwenzahn wächst. Dabei wurde nach Asulam- und Sulfanilamidrückständen im Gras und insbesondere in den Löwenzahnblüten gesucht. Diese Wirkstoffe wurden zwar oft im Honig festgestellt; über ihre Entwicklung in den Pflanzen nach der Behandlung mit einem asulamhaltigen Herbizid ist hingegen wenig bekannt. Die RAC war mit den Herbizidbehandlungen und mit der Sammlung der Gras- und Blumenproben betraut, während der SPCo die Asulam- und Sulfanilamidrückstände analysiert hat. In dem vorliegenden Artikel werden einerseits die Ergebnisse bei den Löwenzahnblüten dargestellt und andererseits das Verunreinigungsrisiko für Honig diskutiert.

Der Versuch fand auf einer Dauerwiese auf dem Versuchsbetrieb La Frêtaz (Gemeinde Bullet, Waadtländer Jura) auf 1200 m. ü. M. statt. Die Wiese setzte sich botanisch vor allem aus Löwenzahn (*Taraxacum officinale*) sowie aus Gemeinem Rispengras (*Poa trivialis*), Knautgras (*Dactylis glomerata*) und Weissklee (*Trifolium repens*) zusammen.

Der Versuch umfasste vier Behandlungsverfahren:

■ H1) Herbizidbehandlung zwei Wochen vor Blühbeginn des Löwenzahns (25.04.2003)

■ H2) Herbizidbehandlung eine Woche vor Blühbeginn des Löwenzahns (1.05.2003)

■ H3) Herbizidbehandlung bei Blühbeginn des Löwenzahns

(rund 10% blühende Blumen) (8.05.2003)

■ K) Unbehandelte Kontrolle.

Das für die Behandlung verwendete Herbizid enthielt Asulam (*Asulox*, Firma Maag, 400 g/l Asulam). Es wurde mit einem auf einer selbstfahrenden Spritzmaschine montiertem 3 m langen Balken (400 l/ha Spritzbrühe, Düse TeeJet XR, 3 Bar) bei einer Dosis von 4 l/ha (160 mg/m<sup>2</sup> Asulam) ausgebracht. Die Parzellen (3 m x 15 m) waren durch unbehandelte Pufferstreifen von mindestens 2 m Breite voneinander abgetrennt.

Fünf Probeentnahmeserien wurden je im Abstand von einer Woche durchgeführt; die erste am ersten Tag der ersten Behandlung (25.04.2003, Löwenzahn im Rosettenstadium) und die letzten zwei Wochen nach der 3. Behandlung (22.05.2003, Löwenzahn am Ende der Blütezeit). Jede der 12 Parzellen wurde in fünf Unterparzellen von 3 x 3 m eingeteilt, wobei für jede Probeentnahmeserie eine andere Parzelle verwendet wurde. Am Behandlungstag wurden die Proben rund zwei Stunden nach dem Ausbringen des Herbizids entnommen.

Das Gras wurde mit einer elektrischen Handschere geschnitten, und zwar 3 cm über dem Boden und auf einer Fläche, die je nach Grasmenge zwischen 3 m<sup>2</sup> (1. Probeentnahme) und 1 m<sup>2</sup> (letzte Probeentnahme) variierte. Zuerst wurde die gesamte Grasprobe gewogen. Danach wurden zwei Unterproben zusammengestellt: Rund 100 g Gras wurden tiefgekühlt und zwischen 200 und 300 g Gras wurden in frischem Stadium gewogen, sortiert, getrocknet und schliesslich im trockenen Stadium nochmals gewogen. Ab der 3. Serie wurden Proben mit 100 bis 120 Löwenzahnkörbchen in voller Blüte gepflückt und tiefgekühlt.

### Analyse von Sulfanilamid und Asulam

In unserer Studie wurden 32 Gras- und 25 Löwenzahnblütenproben untersucht. Die Rückstände von Sulfonamiden wie Sulfanilamiden und von Asulam im Honig werden meistens mit Flüssigchromatographie analysiert. Die Substanzen werden zuvor chemisch umgewandelt (Derivatisierung), damit sie durch Fluorimetrie (Diserens und Savoy-Perroud 2002; Schwaiger und Schuch 2000) oder durch Tandem-Massenspektrometrie (Verzegnassi *et al.* 2002; Kaufmann *et al.* 2002) nachgewiesen werden können. Die letztgenannte Methode wird vor allem zur klaren Identifizierung einer verdächtigen Substanz, deren Rückstände in einer komplexen Matrix wie Honig oder Fleisch gesucht werden, verwendet. Da in unserem Fall die Identität der gesuchten Substanzen feststand, bot die Selektivität der ersten Methode genügend Gewähr. Deswegen haben wir uns für diese Methode entschieden.

### Wetterbedingungen und Pflanzenbestand

Die Wetterbedingungen während des Versuches sind in der Abbildung 2 beschrieben. Es hat zwar oft geregnet, aber nie

unmittelbar nach einer Behandlung. Die Temperaturen lagen während der gesamten Dauer des Versuchs stets über 0 °C, ausser Mitte Mai, wo während zwei Tagen Minustemperaturen gemessen wurden.

Der Pflanzenbestand hat sich zwischen dem 25. April (1. Probeentnahmeserie) und dem 22. Mai (5. Serie) rasch entwickelt, vergrösserte sich doch die Menge an geerntetem Gras durchschnittlich um das sechsfache (Tab. 1). Der Vergleich der Grasmengen, die bei den verschiedenen Verfahren geschnitten wurden, zeigt, dass die Behandlungen mit Asulam keine negativen Auswirkungen auf das Wachstum des Grases hatten. Der Anteil an Löwenzahn variierte je nach Verfahren und Datum der Probeentnahme zwischen 36 und 52 %. Insgesamt wirkten sich die Behandlungen mit Asulam auch nicht negativ auf den Anteil an Löwenzahn aus, was die gute Selektivität dieses Wirkstoffes bestätigt.

Die Wetterbedingungen wie auch das Wachstum der Wiesenvegetation während des Versuches waren gesamthaft charakteristisch für die Region und können demzufolge als repräsentativ

für eine Bergregion betrachtet werden.

### Asulam in Löwenzahnblüten

Die Löwenzahnblüten in den unbehandelten Parzellen (Verfahren K) wiesen tiefe Asulamgehalte von weniger als 0,05 mg pro kg Frischsubstanz (FS) auf (Tab. 2). Dieser Gehalt entspricht der Nachweisgrenze der verwendeten Analyseverfahren.

In den zu verschiedenen Stadien behandelten Parzellen (H1 bis H3) wurde der höchste durchschnittliche Gehalt (14,35 mg/kg FS) beim Verfahren H3 gemessen, dem einzigen Verfahren, bei welchem wir am Tag einer Behandlung blühende Blüten entnehmen konnten. Bei einer Herbizidbehandlung während der Blütezeit sind also die Gehalte an Asulam in den Blüten am Tag der Behandlung besonders hoch.

Nach der Behandlung vermindert sich der Asulamgehalt jedoch rasch. In den Proben, die eine Woche nach der Behandlung oder später entnommen wurden, erreichte er höchstens 1,10 mg/kg FS (Tab. 2 und Abb. 3). Die Asulamkonzentrationen in den Blüten wurden innerhalb von zwei Wochen im Durchschnitt

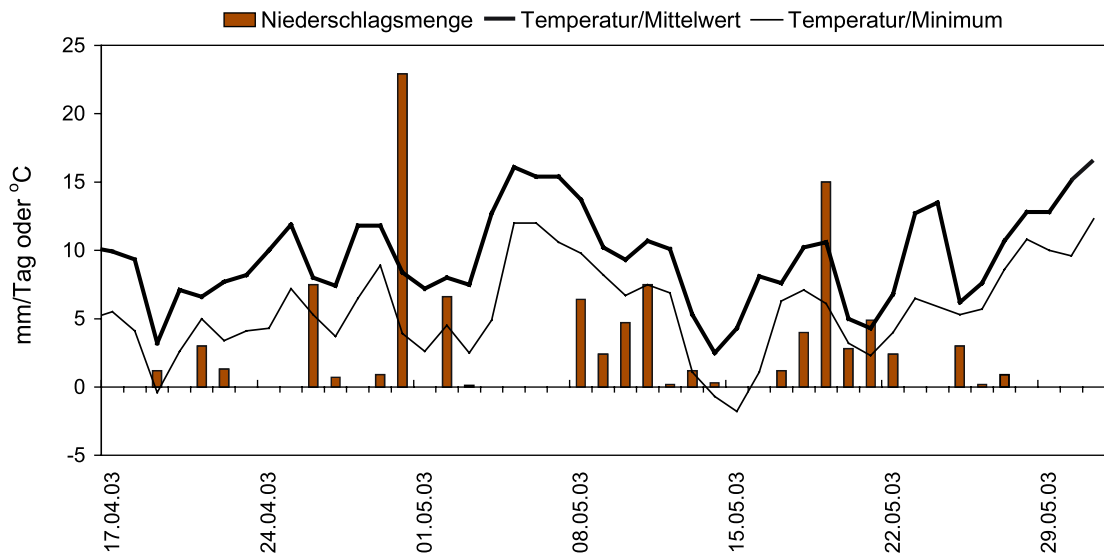


Abb. 2. Tägliche Temperaturen und Niederschlagsmengen in La Frétaz vom 17. April bis zum 31. Mai 2003.

**Tab. 1. Grasmenge und Löwenzahnanteil bei den fünf Probeentnahmen** (Probeentnahmen 3 cm oberhalb der Bodenoberfläche; Durchschnitt von 2 bis 4 Wiederholungen)

Verfahren	K		H1		H2		H3	
Datum der Herbizid-Behandlung <sup>1</sup>	-		25.04.2003		01.05.2003		08.05.2003	
	Mittelwert	se	Mittelwert	se	Mittelwert	se	Mittelwert	se
Datum der Probeentnahme	<b>Grasmenge (g TS/m<sup>2</sup>)</b>							
1) 25.04.2003	42	6	50	11	-	-	-	-
2) 01.05.2003	76	7	93	10	91	8	-	-
3) 08.05.2003	173	17	172	23	190	23	183	20
4) 15.05.2003	274	12	260	28	247	27	266	31
5) 22.05.2003	286	5	280	18	274	33	321	18
Datum der Probeentnahme	<b>Löwenzahnanteil (%)</b>							
2) 01.05.2003	49	3	48	2	50	3	-	-
3) 08.05.2003	45	4	42	5	52	4	42	2
4) 15.05.2003	36	5	46	6	44	5	47	9
5) 22.05.2003	39	5	46	7	43	7	48	0

<sup>1</sup> Details über die Herbizid-Behandlungen sind im Text angegeben  
se: Standardabweichung des Mittelwertes

TS: Trockensubstanz  
-: keine Beobachtung

**Tab. 2. Asulam- und Sulfanilamid-Gehalte in den Löwenzahnblüten** (Durchschnitt von 2 bis 4 Wiederholungen)

Verfahren	K		H1		H2		H3	
Datum der Herbizid-Behandlung <sup>1</sup>	-		25.04.2003		01.05.2003		08.05.2003	
	Mittelwert	se	Mittelwert	se	Mittelwert	se	Mittelwert	se
Datum der Probeentnahme	<b>Asulam (mg/kg FS)</b>							
3) 08.05.2003	< 0,05		1,09	0,12	0,93	0,17	14,35	1,45
4) 15.05.2003	-		0,20	0,02	1,10	0,00	0,67	0,13
5) 22.05.2003	< 0,05		0,20	0,06	0,78	0,21	0,31	0,03
Datum der Probeentnahme	<b>Sulfanilamid (µg/kg FS)</b>							
3) 08.05.2003	< 5		9	4	9	4	280	50
4) 15.05.2003	-		< 5		10	3	< 5	
5) 22.05.2003	< 5		< 5		5	1	< 5	

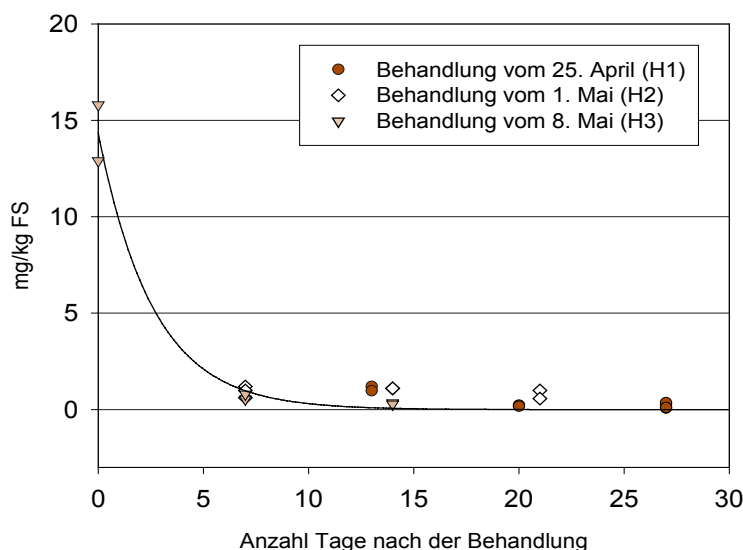
<sup>1</sup> Details über die Herbizid-Behandlungen sind im Text angegeben  
se: Standardabweichung des Mittelwertes

FS: Frischsubstanz  
-: keine Analyse

durch 20 dividiert. Trotzdem enthielten diese Blüten, obwohl sie sich nach der Behandlung entwickelt hatten, nicht unwesentliche Mengen an Asulam. Dies bestätigt die systemische Wirkung dieses Herbizids.

### Sulfanilamid in den Löwenzahnblüten

Die Gehalte an Sulfanilamid sind viel tiefer als diejenigen an Asulam (Tab. 2). Die Proben aus den nicht behandelten Parzellen (K) enthielten stets weniger als 5 µg/kg FS Sulfanilamid (Nachweisgrenze).



**Abb. 3. Verlauf des Asulamgehalts in den Löwenzahnblüten nach einer Herbizidbehandlung mit dem Wirkstoff Asulam.**

Der höchste Gehalt (rund 300 µg/kg FS) wurde in Blüten gemessen, die unmittelbar nach der Herbizidbehandlung geschnitten worden waren (Verfahren H3 am 8. Mai). Eine Woche nach der Behandlung oder noch später war der Gehalt an Sulfanilamid in den Blüten sehr tief und erreichte höchstens noch 10 µg/kg FS.

Bei allen Blüten- und Grasproben konnte eine starke Korrelation zwischen den Gehalten an Sulfanilamid und an Asulam beobachtet werden (Abb. 4). Sulfanilamidgehalte, die über 100 µg/kg FS lagen, stammten stets von Proben, deren Gehalt an Asulam höher war als 6 mg/kg FS. Die Wechselbeziehung zwischen diesen beiden Substanzen bestätigt die bisherigen Daten in der Literatur über Honig (Kaufmann und Kaenzig 2004; Bogdanov und Edder 2004).

### Verunreinigungsrisiko für Honig

Die Asulam- und Sulfanilamidkonzentrationen in den Blüten, die mit einem Herbizid behandelt werden, geben nicht direkt Aufschluss über diejenigen im Blütennektar. Ausserdem fehlt es an Referenzen, um den Zusammen-

hang zwischen den Gehalten im Nektar und denjenigen im Honig näher bestimmen zu können. Dazu müssten viel komplexere Versuche durchgeführt werden, bei welchen ebenfalls das Nektareintragen der Bienen bei mit Asulam behandelten Blüten sowie die Analyse des entsprechenden Honigs zu berücksichtigen wären.

Unsere Resultate zeigen jedoch, dass Asulam bei der Verunreinigung von Honig mit Sulfanilamid eine Rolle spielen dürfte. Besonders problematisch sind die Behandlungen während der Blütezeit des Löwenzahns, wobei hauptsächlich Asulam von den Bienen eingetragen und transportiert wird. Der Abbau des Herbizids in Sulfanilamid erfolgt wahrscheinlich zum grössten Teil während der Verarbeitung des Nektars zu Honig im Bienenhaus. Eine Änderung der Zulassungsbedingungen dieses Herbizids, wie es Kaufmann und Kaenzig (2004) nahe legen, ist demzufolge gerechtfertigt. Was das Problem der Asulam- und Sulfanilamidrückstände im Honig betrifft, dürfte eine Begrenzung der Verwendung des Herbizids auf Futterflächen ohne blühende

Pflanzen das Verunreinigungsrisiko erheblich vermindern. Eine konsequente Umsetzung dieser pragmatischen Massnahme durch die Betriebsleiter, könnte es ermöglichen, die Herbizide mit dem Wirkstoff Asulam in der Schweiz weiterhin zuzulassen.

### Schlussfolgerungen

■ Zum Zeitpunkt der Herbizidbehandlung enthalten die Löwenzahnblüten hohe Gehalte an Asulam.

■ In den Wochen nach der Behandlung verringert sich der Gehalt an Asulam in den Blüten rasch; nach zwei Wochen ist der Asulamgehalt im Durchschnitt 20-mal geringer.

■ Die Blüten, die sich erst nach der Behandlung entwickelt haben, enthalten ebenfalls Asulam, was die systemische Wirkung dieses Wirkstoffes bestätigt.

■ Die Löwenzahnblüten enthalten nach der Behandlung mit Asulam ebenfalls Sulfanilamid, doch in viel geringerer Menge.

■ Unsere Resultate untermauern die Hypothese, dass Asulam bei der Verunreinigung von Honig mit Sulfanilamid eine Rolle spielt.

■ Was das spezifische Verunreinigungsrisiko von Honig betrifft, ist eine Änderung der Zulassungsbedingungen der Herbizide mit dem Wirkstoff Asulam gerechtfertigt: Ihre Anwendung muss auf Futterflächen ohne blühende Pflanzen begrenzt werden.

### Literatur

■ Anonymus, 1995. Reregistration Eligibility Decision Asulam. US Environmental Protection Agency, Office of Prevention Pesticides and Toxic Substances, EPA738-R-95-024 (Washington DC: US EPA), Zugang: <http://www.epa.gov/REDS/0265.pdf>.

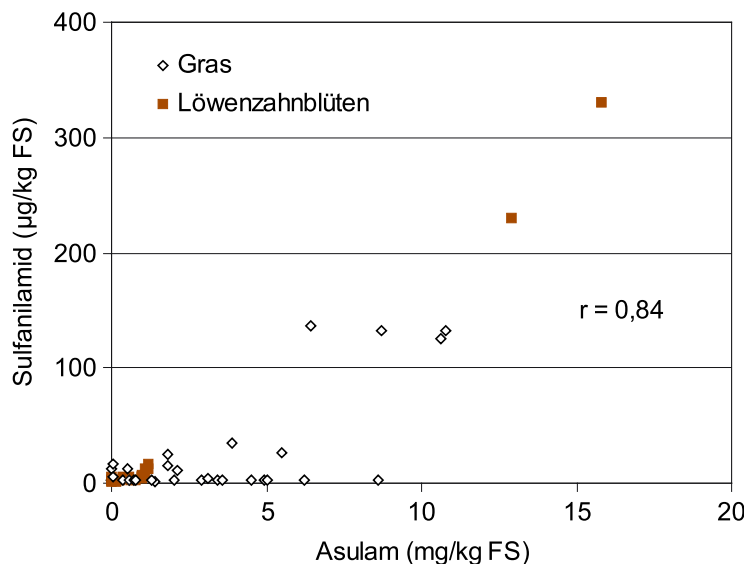


Abb. 4. Zusammenhang zwischen den Gehalten an Asulam und an Sulfanilamid in den Gras- und Löwenzahnblütenproben (N = 57).



- Bogdanov S. & Edдер P., 2004. Contamination du miel par un sulfonamide due à l'utilisation d'un herbicide employé en agriculture. *Revue suisse d'Apiculture* **11-12**, 25-29.
- Bogdanov S. & Fluri P., 2000. Honigqualität und Antibiotikarückstände. *Schweizerische Bienen-Zeitung* **123**, 407-410.
- Diserens J.M. & Savoy-Perroud M.-C., 2002. Determination of sulfonamide residues in honey. Poster presented at the 4th International symposium on hormone and veterinary drugs residue analysis, Antwerp, 4-7 June 2002.
- Kaufmann A. & Kaenzig A., 2004. Contamination of honey by the herbicide asulam and its antibacterial active metabolite sulfanilamide. *Food Additives and Contaminants* **21**, 564-571.
- Kaufmann A., Roth S., Ryser B., Widmer M. & Guggisberg D., 2002. Quantitative LC-MS/MS determination of sulfonamides and some other antibiotics in honey. *J.A.O.A.C Int.* **85**, 853-860.
- Schwaiger I. & Schuch R., 2000. Bound Sulfathiazole Residues in Honey – Need of a Hydrolysis Step for the Analytical Determination of Total Sulfathiazole Content in Honey. *Deutsche Lebensmittel Rundschau* **96**, 93-98.
- Verzeznassi L., Savoy-Perroud M.-C. & Stadler R.H., 2002. Application of liquid chromatography-electrospray ionization tandem mass spectrometry to the detection of 10 sulfonamides in honey. *J. Chromatogr. A.* **977**, 77-87.

## RÉSUMÉ

### Résidus d'asulame dans les fleurs de dent-de-lion après un traitement herbicide

L'application d'herbicides à base d'asulame sur les prairies pourrait expliquer la présence de sulfanilamide dans certains échantillons de miel suisse. En effet, cet antibiotique de la famille des sulfamidés est aussi un produit de dégradation de l'asulame. Afin de préciser les risques liés à l'utilisation de ces herbicides, une prairie permanente riche en dent-de-lion a été traitée avant ou au début de la floraison des dents-de-lion. Les résidus d'asulame et de sulfanilamide dans les capitules de dent-de-lion en fleur ont été analysés par chromatographie liquide. Des teneurs très élevées en asulame ont été observées dans les capitules en fleur au moment du traitement herbicide. Par contre, quel que soit le moment d'application de l'herbicide, les capitules en fleur une semaine ou plus après le traitement en contiennent beaucoup moins. On trouve aussi du sulfanilamide dans les fleurs de dent-de-lion, mais en quantités relativement faibles. Nos résultats étayaient l'hypothèse d'une implication de l'asulame dans la contamination du miel par le sulfanilamide et justifie une modification des conditions d'homologation des herbicides à base d'asulame: ils doivent être appliqués uniquement sur des surfaces herbagères exemptes de plantes en fleur.

## SUMMARY

### Asulam residues in dandelion flowers after a herbicide treatment

The application of asulam-based herbicides on grassland could explain the finding of sulfanilamide in some Swiss honeys. In fact, this antibiotic belonging to the sulfonamides is produced during the breakdown of asulam. To assess the risks related to the use of these herbicides, a permanent meadow with a high proportion of dandelions was sprayed before or at the beginning of dandelion blossom. Asulam as well as sulfanilamide residues were analyzed in dandelion flowers by liquid chromatography. Very high asulam contents were observed in flowers collected just after the herbicide application. However, asulam residues in the flowers collected one or more weeks after the herbicide application were much lower, independently of the time of spraying. We also found sulfanilamide in dandelion flowers, but at relatively low levels. Our results support the hypothesis that asulam is involved in the contamination of honey by sulfanilamide and justify a modification of the registration conditions for asulam-based herbicides in Switzerland: these must be applied only on grassland free of flowering plants.

**Key words:** permanent grassland, dandelion, herbicide, asulam, sulfanilamide, honey