

Gewürze & Co. - eine Übersicht

Dr. Christina Wald (Cuxhaven)

Einleitung

Zur Leistungsabsicherung und -steigerung bei Nutztieren werden seit Jahrzehnten erfolgreich Futterzusatzstoffe eingesetzt. In den letzten Jahren ist die Suche nach neuen Substanzen intensiviert worden, weil mit dem Verbot der Mehrzahl der antibiotischen Leistungsförderer eine wichtige Gruppe wirksamer und günstiger Futterzusatzstoffe nicht mehr zur Verfügung steht. Seitdem sind Produkte auf Basis von Kräutern, Gewürzen bzw. deren Extrakte wieder in den Mittelpunkt des Interesses gerückt. Denn die gesundheitsfördernde Wirkung vieler Pflanzen ist dem Menschen schon seit der Frühzeit bekannt und spiegelt sich noch heute in den vielen Monographien und internationalen Pharmakopoen wider. Mittlerweile werden Zusatzstoffe auf pflanzlicher Basis in der Tierernährung vielfach mit der Erwartung eingesetzt, eine wirksame, natürliche Alternative zu den antibiotischen Leistungsförderern zu erhalten.

Wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen zu dieser komplexen Thematik fehlen bislang weitgehend wie z. B. von KLUTH und Mitarbeitern (2003) beschrieben. Eine systematische Näherung wird durch die Vielzahl der Pflanzen, für die (ethno-)pharmakologische Wirkungen beschrieben wurden, und deren sehr stark variierende Zusammensetzung erschwert (u. a. CHRISTOPH, 2001; SCHMIDT, 1998). Zudem sind die wirksamkeitsbestimmenden Substanzen oftmals unbekannt bzw. sind nicht zu identifizieren, weil sich die Wirksamkeit nicht auf einzelne Substanzen zurückführen lässt (JANSSEN et al., 1986; KUBECZKA, 1982). Daraus resultierend gestaltet sich die Ermittlung wirksamer Dosierungen schwierig.

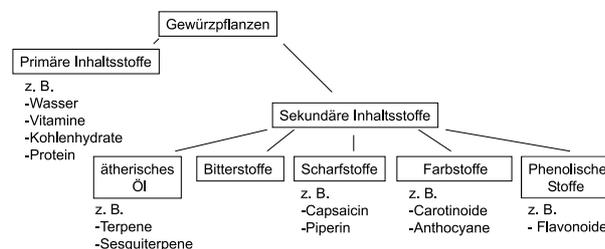
Begriffsklärung

Pflanzliche Produkte, mit deren Einsatz ein positiver Effekt auf die Leistung der Tiere verbunden wird, kann man mit der Bezeichnung **Phytobiotika** beschreiben. Im Allgemeinen sind damit pflanzliche Produkte aus der Gruppe der **Gewürze** gemeint, denn dieser Begriff umfasst definitionsgemäß mehr als die klassischerweise zugeordneten Samen und Früchten (wie Pfeffer, Kümmel etc.), sondern auch andere Pflanzenteile wie z. B. Wurzeln und Rinde und darüber hinaus noch die **Kräuter** (z. B. Salbei). Der Begriff **pflanzliche Drogen** kann - je nach Kontext - synonym für die Gewürze verwendet werden. Man versteht darunter getrocknete, lagerfähige Pflanzen, Pflanzenorgane oder deren Teile (GAEDCKE und STEINHOFF, 1999).

Zurückgeführt werden die Wirkungen der Phytobiotika i. d. R. auf die sekundären Pflanzenstoffe, die zwar für den Primärstoffwechsel der Pflanze ohne Belang, jedoch für den Fortbestand der einzelnen Pflanze mitentscheidend sind. Unter dem Begriff der **sekundären Pflanzenstoffe** (Abb. 1) fasst man folgende Stoffgruppen zusammen: ätherische Öle, Scharfstoffe, Bitterstoffe, Farbstoffe und phenolische Stoffe (GERHARDT, 1994; STEINEGGGER und HÄNSEL, 1992).

Ätherische Öle sind Gemische lipophiler, flüssiger, flüchtiger Verbindungen, die von Pflanzen gebildet werden (TEUSCHER, 1997). In allen Teilen der Pflanze können

Abbildung 1: Zusammensetzung von Gewürzpflanzen



ätherische Öle gebildet werden, z. B. in den Blättern (Pfefferminz), in den Früchten/Samen (Anis) oder in der Rinde (Zimt). Bei manchen Pflanzen, wie beispielsweise bei Nelke und Piment, können auch unterschiedliche Pflanzenteile (Blätter, Blüten und Samen) ätherisches Öl liefern, allerdings unterscheiden sich die ätherischen Öle dann auch hinsichtlich der Zusammensetzung (STENGELE, 1994; BECKER, 1970). Im Gegensatz zu „fetten“ Ölen, die ebenfalls in Pflanzen vorkommen (Pflanzenöle), verschwindet ein auf Filtrierpapier erzeugter Fleck ätherischen Öls aufgrund seiner Flüchtigkeit nach gewisser Zeit restlos.

Die ätherischen Öle werden in den meisten Fällen durch Wasserdampfdestillation gewonnen. Hierbei handelt es sich um die flüchtigen, nicht wasserlöslichen Bestandteile von Pflanzen. Ungefähr 3000 Verbindungen sind in ätherischen Ölen nachgewiesen. Zusammengesetzt sind die ätherischen Öle hauptsächlich aus Monoterpenkohlenwasserstoffen und Sesquiterpenkohlenwasserstoffen sowie deren sauerstoffhaltigen Derivaten. Einige Pflanzen enthalten neben den Terpenen auch Phenylpropanderivate (z. B. Anethol, Eugenol) bzw. deren sauerstoffhaltige Derivate (z. B. Anisaldehyd) (PAULI, 1994).

In manchen ätherischen Ölen kommen wenige Komponenten vor, wobei eine chemische Verbindung dominiert, andere ätherische Öle jedoch können aus bis zu 100 Komponenten zusammengesetzt sein (CHRISTOPH, 2001; SCHMIDT, 1998; STENGELE, 1994; STAHL-BISKUP, 1991).

Die Komplexität in der Zusammensetzung der ätherischen Öle erschwert eine Zuordnung der biologischen Eigenschaften zu den einzelnen Komponenten. Nicht nur die Hauptkomponenten sind für diese Eigenschaften verantwortlich, sondern auch Neben- und Spurenkomponenten kommen dafür in Frage (KUBECZKA, 1982). JANSSEN und Mitarbeiter (1986) zeigten, dass ungenügend reine Terpenkohlenwasserstoffe antimikrobielle Wirkung aufwiesen, die den entsprechenden hochreinen Verbindungen fehlten. Da bei den Phytobiotika einzelne Stoffe nicht allein für die Wirksamkeit verantwortlich sind, sind pharmakokinetische Untersuchungen zu Resorption, Metabolismus und Ausscheidung verständlicherweise aus methodischen Gründen sehr selten. Zum Wirkmechanismus ätherischer Öle ist noch wenig bekannt. Angenommen wird eine Wechselwirkung mit Zellmembranen (TEUSCHER et al., 1990).

Im Unterschied zu den ätherischen Ölen werden **Oleoresine** durch Extraktion mittels eines geeigneten Lösungs-

mittels (wie z. B. CO₂ oder Äthanol) gewonnen. Diese werden auch - missverständlich - als **Extrakte** bezeichnet. Die Zusammensetzung der Oleoresine hängt maßgeblich von der Wahl des Extraktionsmittel und des Herstellungsverfahrens ab (BLUM, 1999). Diese Unterschiede treffen auch für den Geruch und Geschmack zu.

Im Zusammenhang mit dem Einsatz pflanzlicher Inhaltsstoffe sollten die so genannten „**Active Principles**“ nicht unerwähnt bleiben. Darunter versteht man bestimmte Inhaltsstoffe von Gewürzen und Kräutern bzw. auch Pflanzen im Allgemeinen, die aus toxikologischer Sicht von gewisser Relevanz sind und für die deshalb Höchstrückstandsmengen in zum Verzehr bestimmten Lebensmitteln festgelegt wurden (88/388/EWG). Hierzu gehören z. B. Cumarin und Blausäure. Gemäß der deutschen Aromenverordnung ist auch die Verwendung von Methyleugenol und Estragol als solches verboten. In der Diskussion sind weiterhin u. a. Campher, Capsaicin und Carvacrol.

Standardisierung

Eine Standardisierung phytogener Produkte bezüglich ihrer Inhaltsstoffe ist nur in begrenztem Umfang möglich. Die Einflussfaktoren auf die Zusammensetzung sind vielfältig (Klima, Boden, Pflanzenspezies, Erntezeitpunkt, Pflanzenreife etc.). Selbst wenn man versucht, diese Faktoren so stabil wie möglich zu halten, wird man Unterschiede in der Zusammensetzung nicht vermeiden können. Sicherlich sind die ätherischen Öle/Oleoresine in geringerem Umfang von Schwankungen betroffen als die Drogen. Zudem ist hier über das Verschneiden unterschiedlicher Chargen eine Standardisierung einfacher durchführbar. Denkbar ist auch eine Ergänzung der natürlichen Produkte mit einzelnen naturidentischen Substanzen, wenn es hauptsächlich um die Standardisierung eines Hauptbestandteiles geht. Inwieweit bei einer Standardisierung aber Substanzen vernachlässigt werden, die zwar nur in geringem Umfang vorhanden aber für die gewünschte Wirkung von Bedeutung sind, bleibt fraglich.

Pharmakokinetik

Der Metabolismus von ätherischen Ölen/Oleoresinen bzw. ihrer Ausgangskomponenten ist nur minimal untersucht. Die Resorption von Komponenten aus ätherischen Ölen kann mucosal, dermal und pulmonal erfolgen. Für Thymol und 1,8-Cineol beispielsweise geht man davon aus, dass eine Resorption - begünstigt durch die geringe Molekülgröße und Lipophilie - schon im oberen Dünndarmabschnitt stattfindet (KOHLETT, 2001; LANGENECKERT, 1998). Die Verteilung der Substanzen über das Blutplasma erfolgt über einen oder mehrere Metaboliten in die verschiedenen Körpergewebe (z. B. Thymol über Thymolsulfat und Thymolglucuronid). In vielen Untersuchungen wird von einer hohen sogenannten Clearance und kurzen Eliminationshalbwertszeiten berichtet (z. B. ZIMMERMANN et al., 1995; BISCHOFF, 2000), wobei die Ausscheidung über Niere, Faeces, Lunge und auch über die Haut erfolgen kann. Dabei scheint die Ausscheidung über die Niere eine wichtige Rolle zu spielen. Für unterschiedliche Substanzen wird davon ausgegangen, dass 20 bis 80 % der aufgenommenen Menge renal ausgeschieden werden. Absolute Angaben sind kaum zu machen, weil unklar ist, welche Metaboliten aus den einzelnen Substanzen gebildet werden. Diese Zusammenhänge können bedeutsam sein, wenn man die Frage nach der antimikrobiellen Aktivität von z. B. Thymol im Intestinaltrakt stellt. Wird nach bisherigen Erkenntnissen ein erheblicher Teil

der oral aufgenommenen Menge im oberen Abschnitt des Dünndarms resorbiert, kann ein direkter antimikrobieller Effekt auf die (pathogene) Mikroflora nur in sehr begrenztem Umfang möglich sein.

Geschmacksbeeinträchtigung tierischer Produkte

Theoretisch könnte durch die Fütterung sehr hoher Konzentrationen von Phytobiotika ein Übergang von Aromastoffen in Milch, Eier und Fleisch möglich sein. Bedenken, die sensorische Qualität der tierischen Erzeugnisse negativ zu beeinträchtigen, sind jedoch weitgehend unbegründet. Belege dafür existieren bislang u. a. von VOGT und Mitarbeitern (1988) und SKRABKA-BLOTNICKA und Mitarbeitern (1999) zu Geflügelfleisch. Eigene Untersuchungen bestätigen diese Ergebnisse. Der Geschmack von Eiern wurde durch Rosmarinöl erst in Dosierungen von 5000 g/t Futter eindeutig beeinträchtigt (SEEMANN, mündliche Mitteilung), die Dosierung jedoch muss als vollkommen überhöht angesehen werden.

Unbedenklichkeit

Eine Übersicht über kanzerogene Eigenschaften von Gewürzinhaltsstoffen, die vielfach in ätherischen Ölen enthalten sind, haben LAKY und Mitarbeiter (2000) zusammengestellt. Auch wenn ätherische Öle nach der Beurteilung der FDA (U.S. Food and Drug Administration) (2002) insgesamt als GRAS (generally recognized as safe) zu betrachten sind, sollte der Aspekt möglicher negativer Wirkungen (BAKHIEET und ADAM, 1995) in Abhängigkeit von der Dosierung nicht gänzlich unberücksichtigt und unerwähnt bleiben. Allerdings sind die negativen Wirkungen in Abhängigkeit von der Dosierung zu betrachten. Bei der oralen Aufnahme von Oreganoöl liegt der LD₅₀-Wert (beschreibt die Konzentration, bei der die Hälfte der Versuchstiere stirbt) bei der Ratte bei rund 1,85 g/kg Körpergewicht. Diese Konzentration übersteigt die in der Praxis übliche Menge um mehr als das 100-fache.

Hier soll nochmals kurz auf die Stoffe eingegangen werden, für die in der Europäischen Union Höchstrückstandsmengen in zum Verzehr bestimmten Lebensmitteln festgelegt sind. In diesen Fällen dürfen die Stoffe, für die Höchstrückstandsmengen etabliert wurden, nicht als solches zugesetzt werden, sondern nur über die Verwendung natürlicher Ausgangsquellen wie z. B. über Gewürze, zugesetzt werden. Das bedeutet beispielsweise, dass Capsaicin einem Lebensmittel nicht als definierte Einzelsubstanz zugegeben werden darf, unabhängig von der endgültigen Einsatzrate. Denn der Einsatz von Capsaicin darf eben nur über ein natürliches Ausgangsmaterial, in diesem Fall eine natürliche Capsaicin-Quelle wie z. B. scharfe Paprika Sorten (über Pulver oder Oleoresin) erfolgen.

Hitzestabilität

Veröffentlichungen zur Hitzestabilität phytogener Stoffe sind äußerst selten. Bei den Phytobiotika, die in der Tierernährung eingesetzt werden, handelt es sich meistens um aromagebende Stoffe, die durch ihre Flüchtigkeit charakterisiert sind. Das bedeutet, dass Verluste durch Hitzeeinwirkung z. B. beim Pelletieren zu erwarten sind. Stellt man die ätherischen Öle und die getrockneten, zerkleinerten Gewürze gegeneinander, sollten die Verluste bei den erstgenannten höher ausfallen als bei den Gewürzen, da die flüchtigen Komponenten in reiner Form und somit ungeschützt vorliegen. Die im Folgenden beschriebene

Untersuchung (WALD, 2002) wurde mit 3 ätherischen Ölen durchgeführt, die sich durch ihr Flüchtigkeitsverhalten unterschieden. Die Auswahl wurde aufgrund der bekannten chemischen Zusammensetzung getroffen. Dabei repräsentierte Lemongrasöl die stark flüchtigen, Oreganoöl die mäßig flüchtigen und Pimentblätteröl die stark flüchtigen ätherischen Öle.

Mit 70 °C und 90 °C wurden zwei Konditionierungstemperaturen gewählt, die zwei Extreme im Pelletierungsprozess darstellen. Das Versuchsdesign ist in Tabelle 1 dargestellt. Die Einsatzrate der ätherischen Öle betrug 500g/t Futter (handelsübliches Schweinemastalleinfutter). Die Pelletierung erfolgte am Deutschen Institut für Lebensmitteltechnik e. V. (DIL) in Quakenbrück.

Tabelle 1: Versuchsdesign zur Messung der Pelletierungsverluste

Futterform bzw. Pelletiertemperatur	Lemongrasöl	Oreganoöl	Pimentblätteröl
Mehl	L-M	O-M	P-M
Pellets 70 °C	L-70	O-70	P-70
Pellets 90 °C	L-90	O-90	P-90

Zur Quantifizierung der Pelletierverluste wurden zunächst die reinen ätherischen Öle per Gaschromatographie (GC) analysiert. Von den ätherischen Ölen wurden dann die Hauptkomponenten, die in der Summe ca. 80 % des jeweiligen ätherischen Öles repräsentierten, zur Kalibrierung und somit zur Gehaltsbestimmung im unpelletierten und pelletierten Futter herangezogen.

Quantifiziert wurde durch Berechnung gegen die durch lineare Regression erhaltenen Kalibriergeraden. Berechnet wurde daraus der Gehalt der einzelnen Komponenten in mg/kg Futter und dann die Summe gebildet. Da diese Komponenten ca. 80 % des ursprünglichen Öles ausmachen, wurde ausgehend von dem Wert für die Summe der kalibrierten Komponenten auf einen Wert für das gesamte Öl extrapoliert. Bezogen auf den Sollwert wurde daraus die prozentuale Wiederfindung ermittelt. Von jeder Probe wurde eine Doppelbestimmung durchgeführt.

Die Ergebnisse des Pelletierungsversuchs sind in Tabelle 2 zusammengefasst. Für das Lemongrasöl wird mit der angewandten Analytik kein Verlust sondern eine scheinbare Anreicherung durch die Pelletierung von 32 und 61 % in Abhängigkeit von der Temperatur festgestellt. Vernachlässigt man das Ergebnis mit Lemongrasöl, bei dem anscheinend die vorhandene Analytik fehlerbehaftet war, dann steigt mit zunehmender Pelletierungstemperatur die Höhe der Verluste, wobei die absoluten Verluste entsprechend der Flüchtigkeit der ätherischen Öle bei Pimentblätteröl mit 13 bzw. 17 % geringer ausfallen als bei Oreganoöl (21 bzw. 23 %). Die Ergebnisse mit Lemongrasöl können nur insoweit interpretiert werden, dass Verluste im Vergleich zu den beiden anderen Produkten sehr viel höher ausgefallen sind. Die Verluste ätherischer Öle nehmen abhängig von ihrer Flüchtigkeit durch die Pelletierung zu.

Aus ökonomischer Sicht sollte dieses Problem nicht unterschätzt werden. Betrachtet man exemplarisch Oreganoöl, so kann dies bei einem Produktpreis von 65 Euro/kg, einem angenommenen Verlust von 25 % und einer Einsatzrate von 100 g/ t Futter zu zusätzlichen Kosten von 16 Cent je dt Futter führen. In dieser Größenordnung ent-

Tabelle 2: Prozentuale und relative Wiederfindung (%) der ätherischen Öle in den unterschiedlich behandelten Futtermischungen

Ätherisches Öl	Mehl	Pellets 70 °C	Pellets 90 °C
Lemongrasöl	11 100	14 132	18 161
Oreganoöl	84 100	67 80	64 77
Pimentblätteröl	106 100	92 87	88 83

spricht das den Kosten von antibiotischen Leistungsförderern im Futter.

Erfahrungen mit Cuxarom Spicemaster

Am Beispiel von Cuxarom Spicemaster soll im Folgenden über die Effekte eines natürlichen, rein pflanzlichen Aromastoffs bei Schwein und Geflügel berichtet werden. Bei Cuxarom Spicemaster handelt es sich um eine Kombination aus einer spezifischen Braunalge und den Gewürzen Anis, Basilikum, Fenchel, Knoblauch, Thymian und Zimt, wobei sowohl Pflanzen als auch ätherische Öle Verwendung finden. Die Mischung zeichnet sich durch eine weiche, süßliche Kräuternote aus und enthält neben den oben genannten aromagebenden Komponenten Trägerstoffe und Antioxidantien. Diese sind ebenfalls natürlichen Ursprungs, weshalb Cuxarom Spicemaster als vollständig natürliches Produkt anzusehen ist.

Die Qualität der Rohstoffe sowie des Endproduktes wird regelmäßig nach internen Standards geprüft. Zur Routine zählen u. a. mikrobiologische und GC-Untersuchungen zur Inhaltsstoffbestimmung. Zur Feststellung der antimikrobiellen Aktivität wurde im Labor Tiergesundheit an der Landwirtschaftskammer Weser-Ems ein Agardiffusionstest durchgeführt. Dabei wurde keine antibiotische Aktivität nachgewiesen und somit ein damit evtl. verbundenes Gefährdungspotenzial ausgeschlossen.

Einige Ergebnisse von Wachstumsversuchen mit Cuxarom Spicemaster sind in den Tabellen 3 bis 5 zusammengefasst.

In den **Ferkelversuchen** (Tab. 3) wurden unterschiedlichen Dosierungen von Cuxarom Spicemaster an 120 bzw. 80 Tieren im Gewichtsabschnitt von 8 bis 33 bzw. 7 bis 25 kg gegen eine Kontrolle geprüft. Die Futteraufnahme war in beiden Versuchen gegenüber der Kontrolle tendenziell erhöht. Das Endgewicht bzw. die tägliche Zunahme waren ebenfalls signifikant verbessert ($p \leq 0,05$).

Tabelle 3: Ergebnisse von Ferkelversuchen an der Uni Kiel und der LVA Iden mit Cuxarom Spicemaster (Dosierungen 1,0 bzw. 0,5 kg/t Futter)

	Uni Kiel (2000)	LVA Iden (2001)
Futteraufnahme (g/d)	+ 4 %	+ 5 %
Tägliche Zunahme (g/d)	+ 3 %	+ 6 %*
Endgewicht (kg)	+ 3 %*	+ 3 %
Futterverwertung (1:)	- 4 %	- 1 %

* signifikanter Unterschied $p \leq 0,05$

Auch auf die Leistung von **Mastschweinen** hatte der Zusatz von 500 g Cuxarom Spicemaster pro t Futter einen positiven Effekt (Tab. 4). Geprüft wurden 61 Tiere je Behandlung. Die Fütterung erfolgte über Abrufautomaten, so dass von allen Tieren die Einzeldaten vorlagen. Der Effekt auf die tägliche Zunahme war aufgrund der hohen Varianz der Mittelwerte nicht signifikant. Allerdings war das Endgewicht signifikant um 4,5 kg bzw. 4 % erhöht. Für alle Parameter waren die Effekte in der Vormast ausgeprägter als über die Gesamtperiode betrachtet.

Tabelle 4: Ergebnisse eines Mastschweineversuchs an der Universität Rostock 2002 (30-110 kg LG)

	Kontrolle	Cuxarom Spicemaster (0,5 kg/t)	Relativ zur Kontrolle
Tierzahl	61	61	
Futtermittelaufnahme (kg/d)	2,22 ± 0,20	2,28 ± 0,31	+ 3%
tägliche Zunahme (g/d)	720 ± 68	762 ± 91	+ 6%
Endgewicht (kg)	110,9 ^a ± 5,6	115,3 ^b ± 8,3	+ 4%
Futterverwertung (1:)	3,10 ± 0,23	2,99 ± 0,24	- 4%

In Feldversuchen mit **Broilern** wurde Cuxarom Spicemaster mit Dosierungen von 500 und 300 g/t Futter geprüft, wobei als Vergleich einmal eine unsupplementierte Kontrolle diente und im zweiten Fall gegen ein im Markt etabliertes Produkt auf phytogener Basis verglichen wurde (Tab. 5). Bei der Interpretation des ersten Versuchs ist zu beachten, dass die Ausstattung der Versuchsgruppe einen Tag früher erfolgte als bei der Kontrollgruppe und deswegen alle Ergebnisse extrapoliert werden müssten, um die Höhe der Effekte tatsächlich vergleichen zu können. Doch selbst bei der Betrachtung der unkorrigierten Zahlen wird ein Vorteil für die mit Cuxarom Spicemaster supplementierte Gruppe ersichtlich. Bei gleichem Endgewicht und reduzierter Futtermittelaufnahme verbesserte sich die Futterverwertung um 3 %. Im zweiten Versuch sind die Ergebnisse der beiden Behandlungen vergleichbar für alle erfassten Parameter.

Tabelle 5: Ergebnisse von Feldversuchen an Broilern mit Cuxarom Spicemaster

	Versuch 1		Versuch 2	
	Kontrolle	Cuxarom Spicemaster (0,5 kg/t)	Positivkontrolle	Cuxarom Spicemaster (0,3 kg/t)
Tierzahl	130.000	130.000	44.000	44.000
Mastalter (d)	33,8	32,5	34	34
Futtermittelaufnahme (kg)	2,50	2,44	2,28	2,35
Endgewicht (g)	1.491	1.496	1.493	1.480
Futterverwertung (1:)	1,72	1,67	1,65	1,69
Verluste (%)	7,1	5,8	4,1	5,0

Fazit

Bei der Herstellung und Lagerung des Futters ist beim Einsatz pflanzlicher Aromen wie auch bei Verwendung klassischer Aromen (überwiegend Mischungen chemisch definierter Einzelwirkstoffe) der natürlichen Flüchtigkeit der Substanzen Rechnung zu tragen.

Aufgrund ihres aromatischen Charakters können pflanzliche Ausgangsprodukte durchaus einen Beitrag zur Aromatisierung von Futtermitteln leisten wie am Beispiel von Cuxarom Spicemaster aufgezeigt wurde. Um die Sicherheit von Mischungen mit phyto-genen Ausgangsstoffen beim Einsatz in der Tierernährung zu garantieren, sollten nur solche Stoffe zum Einsatz kommen, die für die Anwendung in Lebensmitteln erlaubt sind. Über die sorgfältige Komponentenwahl gekoppelt mit einer umfassenden Qualitätsüberwachung sowie die Vorgabe eines Dosierungsrahmens ist eine sichere Anwendung beim Tier gewährleistet.

Literaturverzeichnis

BAKHJET, A. O., S.E. ADAM (1995): Therapeutic utility, constituents and toxicity of some medicinal plants: a review. *Vet. Human Toxicol.* 37, 255-258

BISCHOFF, R. (2000): Non-invasive exhalation monitoring - analysis of volatile compounds at the ppb and sub-ppb level. *Phytomedicine* 7 Suppl. II:29

BLUM, C. (1999): Analytik und Sensorik von Gewürzextrakten und Gewürzölen. Dissertation Universität Hamburg

CHRISTOPH, F. (2001): Chemische Zusammensetzung und antimikrobielle Eigenschaften der ätherischen Öle von *Leptospermum scoparium* J. R. et G. Forst: und anderer Teebaumöle der Gattungen *Kunzea*, *Leptospermum* und *Melaleuca* unter besonderer Berücksichtigung von Handelsölen. Dissertation, Universität Hamburg

FDA (U. S. Food and Drug Administration) (2002): www.cfsan.fda.gov/~dms/opa-gras.html

FORMACEK, V., K.-H. KUBECZKA (1982): „Essential oils analysis by Capillary Gas Chromatography and Carbon-13NMR Spectroscopy“. John Wiley & Sons, Chichester New York Brisbane Toronto Singapore

GAEDCKE, F., B. STEINHOFF (1999): Phytopharmaka. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart

JANSSSEN, A.M., J.J.C. SCHEFFER, A. BAERHEIM SVENDSEN (1986): Antimicrobial screening of essential oils - aspects of the agar overlay technique. In „International Symposium on Essential Oils“ (Brunke, E.-J., ed.), 401-419. Walter de Gruyter Verlag

KLUTH, H., E. SCHULZ, I. HALLE, M. RODEHUTSCORD (2003): Zur Wirksamkeit von Kräutern und ätherischen Ölen bei Schwein und Geflügel. *Lohmann Information* 2/2003, 9-13

KOHLERT, C. (2001): Systemische Verfügbarkeit und Pharmakokinetik von Thymol nach oraler Applikation einer thymianhaltigen Zubereitung im Menschen. Dissertation, Julius-Maximilians-Universität Würzburg

KUBECZKA, K.-H. (1982): Qualitätsbeurteilung arzneilich verwendeter ätherischer Öle. *Deutsche Apotheker Zeitung* 122, 2309-2316

LAKY, B., G. HIETSCH, S. KNASMULLER (2000): Gewürz-inhaltsstoffe - kanzerogene und chemoprotektive Eigenschaften. *ERNO* 1, 55-61

LANGENECKERT, A. (1998): Untersuchungen zur Pharmakokinetik und relativen Bioverfügbarkeit von alpha-Pinen, 1,8-Cineol, und Menthol nach dermalen, inhalativer und peroraler Applikation Ätherischer Öle. Dissertation, Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main

PAULI, A. (1994): Chemische, physikalische und antimikrobielle Eigenschaften von in ätherischen Ölen vorkommenden Phenylpropanen. Dissertation, Julius-Maximilians-Universität Würzburg

SCHMIDT, A. (1998): Polychemismus bei den ätherischen Öl führenden Arten *Thymus pulegioides* L. und *Thymus praecox* Opiz ssp. *arcticus* (E. Durand) Jalas (Lamiaceae) im nordatlantischen Europa. Dissertation, Universität Hamburg

SKRABKA-BLOTNICKA, T., A. ROSINSKI, E. PRZYSIEZNA, J. WOLOSZYN, G. ELMINOWSKA-WENDA (1999): Effect of dietary formulation supplemented with herbal mixture on goose abdominal fat quality. *Arch. Geflügelk.* 63(3), 122-128

STAHL-BISKUP, E. (1991): The chemical composition of Thymus oils: A review of the literature 1960-1989. *Journal of Essential Oil Research* 3, 61-82

- STEINEGGER, E., R. HANSEL (1992): Lehrbuch der Pharmakognosie und Phytopharmazie. 5. Auflage, Springer Verlag
- STENGELE, M. (1994): Beitrag zur Rolle glykosidisch gebundener flüchtiger Komponenten in ätherisches Öl führenden Pflanzen. Dissertation, Universität Hamburg
- TEUSCHER, E., M. MELZIG, E. VILLMANN, K.U. MORITZ (1990): Untersuchungen zum Wirkmechanismus ätherischer Öle. Zeitschrift für Phytotherapie 11: 87-92
- TISSERAND, R., T. BALACS (1995): „Essential oil safety - a guide for health care professionals,“ Churchill Livingstone, Edinburgh
- VOGT, H., S. HARNISCH, H.-W. RAUCH, G. HEIL (1988): Der Einsatz von Zwiebelpulver im Geflügelmastfutter. Arch. Geflügelk. 52 (4), 156-162
- WALD, C. (2002): Untersuchungen zur Wirksamkeit verschiedener ätherischer Öle im Futter von Aufzuchtferkeln und Broilern. Dissertation, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
- ZIMMERMANN, T., M. SEIBERLING, P. THOMANN, D. KARABELNIK (1995): Untersuchungen zur relativen Bioverfügbarkeit und zur Pharmakokinetik von Myrtol standardisiert. Arzneimittel Forschung 45 (11): 1198-1201

Anschrift der Verfasserin

Dr. Christina Wald
Heinz-Lohmann-Straße 4
27472 Cuxhaven

E-Mail: christina.wald@lah.de