

## Die Leitsubstanzen der Haschisch-Suchhunde

VON Prof. Dr. EGON STAHL und Dipl.-Chem. RÜDIGER KUNDE

Institut für Pharmakognosie und Analytische Phytochemie der Universität des Saarlandes, Saarbrücken

### *Der Hund als substanzspezifischer Detektor hoher Empfindlichkeit*

Hunde sprechen auf bestimmte Duftstoffe sehr viel empfindlicher an als Menschen. Dieser Eigenschaft bedient man sich bei der Fährtenuche, d. h. bei der Jagd auf Wild, oder bei der Suche nach bestimmten Personen, aber auch zum Auffinden von Trüffeln. Die Empfindlichkeit der Hundennase hängt mit der Größe des olfaktorischen Rezeptorsystems im Vergleich zu den anderen erheblich kleineren Rezeptorsystemen, etwa dem Auge, oder dem Geschmackssinn zusammen. Daher kann der Hund bestimmte Substanzen, wie z. B. niedere Fettsäuren, die entsprechenden Aldehyde oder auch Amine, wie sie von den Schweißdrüsen des Menschen ausgeschieden werden, als Leitsubstanzen verwenden und noch in Konzentrationen registrieren, die etwa um den Faktor Tausend bis eine Million unter der Nachweisgrenze des menschlichen Geruchsorgans liegen<sup>1)</sup>.

Ein besonderer Vorteil ist nun, daß der Hund aufgrund seiner Gelehrigkeit auch auf bestimmte Riechstoffe oder Riechstoffkombinationen dressiert werden kann und dann nur diese anzeigt. So ist es zu verstehen, daß der Suchhund in der Lage ist, aus einer Reihe von Gegenständen einen einer bestimmten Person gehörenden Gegenstand anhand des daran haftenden Geruchsspektrums zu identifizieren. Da der Hund hier als lebender biologischer Detektor dient, muß man sich darüber im klaren sein, daß mit einer gewissen Störanfälligkeit zu rechnen ist. Die Rezeptororgane des Hundes sind nämlich in ihrer Empfindlichkeit von einer Reihe äußerer und innerer Faktoren abhängig. Hinzu kommt die Irritation durch Fremdgerüche, etwa von Wildspuren, oder starkem Tabakrauch. Im letzteren Fall werden die Rezeptoren so gereizt, daß sie abtumpfen und keine Reaktionen mehr auf die adressierte Geruchskombination zeigen. Daß die Geruchsorgane des Hundes wie beim Menschen durch Erkältungskrankheiten in ihrer Leistungsfähigkeit stark reduziert werden, ist ebenfalls bekannt.

Der komplexe Vorgang des Riechens, d. h. das Bewußtwerden von Geruchseindrücken, als Resultat einer langen Kette komplizierter biochemischer und physikalischer Prozesse, ist in seinen einzelnen Schritten sowohl bei Mensch und Tier noch weitgehend ungeklärt<sup>2)</sup>. Fest steht, daß am Anfang eine Substanz vorliegen muß, die laufend Moleküle in die Atmosphäre abgibt, d. h. die einen bestimmten Dampfdruck hat, also flüchtig ist und fest steht

ferner, daß nun diese Moleküle aus der Atmosphäre von einem Rezeptor aufgenommen und letztendlich dann beim Suchhund als Signal, entweder durch Bellen, Schwanzwedeln oder Kratzen sichtbar werden.

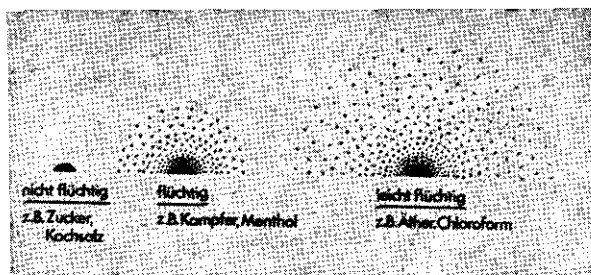


Abb. 1: Schematische Darstellung des Dampfdrucks verschieden flüchtiger Substanzen. Die schwarzen Punkte symbolisieren die verdampften Moleküle.

Der Dampfdruck der Substanzen ist außerordentlich verschieden (Abb. 1), so sind z. B. Zucker oder Salze, etwa Kochsalz nicht flüchtig, daneben gibt es schwer flüchtige Substanzen. Als Beispiel können hier fette Öle dienen, im Gegensatz zu den sogenannten ätherischen Ölen, deren Dampfdruck im Durchschnitt erheblich höher ist. Bekannte flüchtige Substanzen sind z. B. Kampfer und Menthol. Daneben gibt es dann die leichtflüchtigen Substanzen, etwa Chloroform oder Äther, die schnell verdampfen und den Raum mit ihren Molekülen ausfüllen und letztendlich die Gase, die nur in diesem Aggregatzustand vorkommen. Da nun der Dampfdruck von Temperatur und Atmosphärendruck abhängig ist und die Menge der verdampften Moleküle vom schnellen Abtransport abhängt, wird verständlich, daß bei warmem oder heißem Sommerwetter und leichtem Wind die Molekülkonzentration stark erhöht ist und somit der Nachweis für den Suchhund wesentlich erleichtert ist gegenüber einem windstillen, kalten und regnerischen Wetter.

### *Zur Auswahl der Suchhunde*

Grundsätzlich sind alle Hunde, insbesondere die Jagdhundrassen zur Suche geeignet. Allerdings bestehen starke Unterschiede sowohl von Rasse zu Rasse, als auch innerhalb einer Rasse, ja sogar eines Wurfes, im Hinblick auf die Empfindlichkeit ihrer Geruchsorgane. Frühzeitig beginnt hier die Auswahl, d. h. die Testung auf hohe Geruchsempfindlichkeit. Bei der Wahl kommen jedoch noch weitere Gesichtspunkte hinzu, die letztendlich oft zu einer Bevorzugung des relativ kleinwüchsigen Cocker-Spaniel führt. Nicht unwesentlich ist ferner, daß sich der Cocker-Spaniel bereits in früheren Jahren bei der Bekämpfung des Kaffeeschmuggels bewährte, darum lag es nahe, ihn

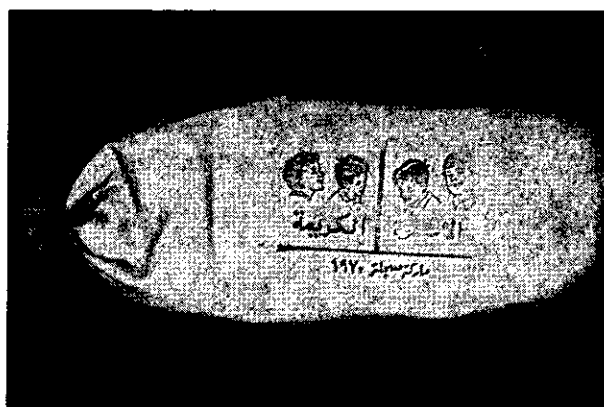
auf Haschisch zu dressieren. Er hat auch den Vorteil, daß er infolge seines geringen Körpergewichtes und seiner geringen Größe im Innern der Pkw oder auch der Gepäcknetze in Zügen seiner Aufgabe nachkommen kann und außerdem von den Reisenden eher akzeptiert wird als etwa ein großer Schäferhund oder ein Labrador.

Der Cocker-Spaniel zeigt einen starken Spieltrieb, der auch mit zunehmendem Alter kaum nachläßt. Ihn macht man sich bei der Abrichtung auf Haschisch zunutze. Die Ausbildung beginnt nach einer Vorauswahl, etwa im Alter von 3 Monaten. Der Hund wird dann auf ein Lederstück, d. h. auf das „Bringsel“ ausgerichtet, das er immer zur Belohnung erhält und mit dem er spielen darf. Nun wird die Assoziation „Bringsel“ und Haschisch damit hergestellt, daß man entweder in dieses „Bringsel“ Haschisch einnäht, oder das „Bringsel“ immer in der Nähe einer Haschischprobe auslegt. Auf diese Weise lernt das Tier, den Geruch von Haschisch mit dem „Bringsel“ und dem „Spielendürfen“ gleichzusetzen. Hat der Hund dieses Stadium erreicht, wird dazu übergegangen, nur noch Haschischproben auszulegen. Findet der Hund dann die zunächst einfach versteckten größeren Proben, so wird er gelobt und erhält sein „Bringsel“ zum Spielen. Im Verlauf von ca. 10 Monaten lernt der Hund auf Kommando, nach Haschisch zu suchen, wobei die ausgelegten Mengen auf 10 bis 50 g reduziert werden. Es wird nun auch darauf geachtet, daß der Hund den Fundort eindeutig lokalisiert, d. h. er soll nicht nur durch seinen Erregungszustand, wie etwa Schwanzwedeln die Probe anzeigen, sondern auch das Versteck durch Kratzen kennzeichnen und die Probe u. U. apportieren\*). Wie bereits eingangs dargelegt, ist die Zuverlässigkeit des Suchhundes nicht nur von seiner Disposition abhängig, wie etwa die Schnüffellust, Suchtrieb und Spieltrieb, sondern sie ist letzten Endes auf dem sehr komplexen Vorgang des Riechens begründet.

#### *Die geruchlich wahrnehmbaren Inhaltsstoffe des Haschischs*

Zu Beginn unserer Arbeiten war nur bekannt, daß der Hund auf Haschisch (Abb. 2) dressierbar ist, nicht aber auf welche Substanzen des Haschischs er fixiert ist. Es stand lediglich fest, daß es flüchtige Verbindungen des Haschischs sein müssen, die ihre Duftmoleküle in die Atmosphäre verbreiten. Zunächst nahmen wir an, daß dies die eigentlichen Wirkstoffe des Haschischs seien, d. h. Verbindungen, die als Cannabinoide bezeichnet werden, worunter die Hauptwirksubstanz des Tetrahydrocannabinol (1) ist. Für den Menschen haben diese Verbindungen keinen oder nur einen sehr schwachen Geruch.

Das Haschisch selbst zeichnet sich durch einen aromatisch würzigen Duft aus, der auch in den Rauch übergeht und wahrgenommen werden kann. Dieser Geruchskomplex



**Abb. 2:** In Leinensäckchen eingenähte Haschischprobe, Gewicht ca. 200 g, Format  $19,5 \times 8,5 \times 2$  cm, mit rot aufgestempeltem Bild und arabischer Unterschrift: „die gute Familie“.

wird als das ätherische Öl des Haschischs bezeichnet. Die anderen bekannten Inhaltsstoffe — wie etwa Flavonoide, Gerüstsubstanzen, sind nicht flüchtig und kommen hier nicht in Betracht.

Bevor wir mit den entsprechenden Versuchen beginnen konnten, mußte analog der Dressuranordnung eine Versuchsanordnung aufgebaut werden, um dann die verschiedenen, aus dem Haschisch gewonnenen Stoffe analysieren zu können.

#### *Versuchsanordnung zur Testung auf die Leitsubstanzen*

Die zu prüfenden Substanzen wurden unter Beachtung peinlicher Sauberkeit und unter Ausschluß von Fremdgerüchen vor einer gut ziehenden Entlüftungsanlage auf Zellstofftücher aufgebracht und dann in eine Zellstoffhülle (sog. „Extraktionshülle“, Größe:  $2,5 \times 7$  cm) geschoben. Auf diese Weise sollten die Verdunstungsbedingungen der ätherischen Öle in Pflanzen nachgeahmt werden. Die Proben wurden unter einem Schutzgas in mit Teflon abgedichteten braunen Schraubgläsern aufbewahrt und transportiert. Am Suchort wurden die Zellstoffhüllen mit einer sauberen Pinzette in einen durchlöcherichten braunen Papierbeutel gesteckt. So sollte jeglicher direkte Kontakt des Hundes mit der Probe verhindert werden. Um die Geruchsneutralität des gesamten Verpackungsmaterials sicherzustellen, wurde bei jeder Suche mindestens eine „Leerprobe“, d. h. eine sonst identische Probe ohne Duftstoffe, in gleicher Weise wie die Duftproben versteckt. Diese Leerproben durften von den Hunden nicht angezeigt werden. Meistens wurden die gleichen Proben sowohl im Freien als auch in geschlossenen Räumen ausgelegt, um eventuell witterungsbedingt unterschiedliche Reaktionen der Hunde erkennen zu können.

#### *Das Suchverhalten der Hunde*

Die Untersuchungen über einen Zeitraum von ca. 15 Monaten wurden mit zwei sehr gut ausgebildeten Haschisch-Suchhunden der Zollbehörde durchgeführt. Die beiden weiblichen Cocker-Spaniel „Anuschka und Bella vom Talblick“ (Abb. 3), zu Beginn der Versuche etwa  $1\frac{1}{2}$  Jahre alt, wurden uns freundlicherweise von den

\*) Dabei ist zu beachten, daß der Hund in direkten Kontakt mit der Droge kommt. Zu Beginn unserer Versuchsreihe gelang es Bella beim Apportieren einen Beutel mit Haschisch aufzubeißen und einen Teil des Beutelinhaltes zu schlucken. Der Hund zeigte in den darauffolgenden Stunden deutliche Zeichen eines Rauschgifttraumas mit allen Stadien der Euphorie und periodischer Apathie, so daß eine Behandlung beim Tierarzt mit Kreislauf- und Nierenpräparaten angezeigt erschien. Nach einem Tag hatten sich das Verhalten und die Reaktionen des Hundes wieder normalisiert.



Abb. 3: „Bella vom Talblick“, der erfolgreichste Haschisch-Suchhund im Saarland.

Zolldienststellen in Schweigen/Pfalz und Saarbrücken zur Verfügung gestellt. \*)

In geschlossenen Räumen begannen die Hunde nach Aufforderung zur Suche durch den Hundeführer die an den Wänden stehenden Möbel systematisch abzuschnüffeln. Durch Stellen auf die Hinterläufe versuchten die Hunde auch die oberen Teile der Schränke etc. abzusuchen. Anschließend wurde das inmitten der Räume stehende Inventar abgesucht. Hat der Hund eine außerhalb seines Bewegungsbereiches räumlich sehr hoch versteckte Probe gewittert, muß der Hundeführer durch entsprechende Hilfen den Hund in die Nähe der Probe bringen. Durch die in geschlossenen Räumen meist stehende Luft wird die Ausbreitung von Duftstoffen behindert. Erfahrungsgemäß ist es daher günstig, vor der Suche die Tür oder ein Fenster zu öffnen, damit es durch die entstehende Luftumwälzung zu einer Verteilung der Duftstoffmoleküle kommt.

Bei der Suche im freien Gelände waren die Proben meistens in Abständen von 15 — 20 m versteckt. Der Hund lief dabei das betreffende Gebiet in großräumigen Zickzacklinien ab, wobei er an Proben, die nicht interessierten,

\*) Wir danken dem Leiter des Sachgebiets für Rauschgift des Zollfahndungsamtes Saarbrücken, Herrn Zollrat Schäfer, sowie dem Vorsteher des Hauptzollamtes Landau, Herrn Regierungsrat Fritzsche, für ihre Bereitschaft, die in ihren Dienstbereichen stationierten Haschisch-Suchhunde für unsere Untersuchungen zur Verfügung zu stellen. Unser Dank gilt auch den beiden Suchhundeführern, Herrn Zolloberssekretär Jugelt sowie Herrn Zolloberssekretär Meyerhöffer.

vorbeilief. Hatte der Hund jedoch den Geruch der ihn reizenden Duftkomponente detektiert, zog es ihn in Richtung der Duftstoffquelle, wobei er meist gegen den Wind zur Stelle der höchsten Duftstoffkonzentration vorging (Abb. 4).

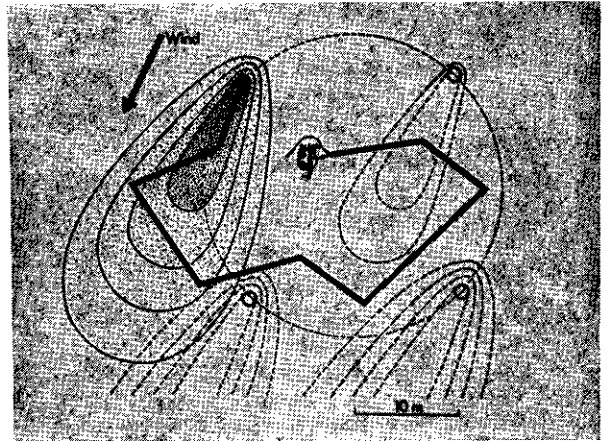


Abb. 4: Schematische Darstellung des Suchvorganges an 4 Proben ● = Haschisch, ○ = Geruchssprobe ohne Haschisch. Die Punkte symbolisieren die Ausbreitung der Leitsubstanz des Haschisch.

#### Analysengang zur Auffindung der Leitsubstanz

Mit der nachstehenden Versuchsanordnung wurde die Reaktion der beiden Suchhunde auf verschiedene Haschischsorten, die daraus gewonnenen ätherischen Öle und die Destillationsrückstände getestet. Es stellte sich heraus, daß die Hunde auf die ätherischen Öle genauso stark ansprachen wie auf Haschisch selbst, dagegen die Destillationsrückstände mit den darin enthaltenen Cannabinoiden unbeachtet ließen.

Die Isolierung der in den Pflanzen meist nur in geringen Mengen vorkommenden ätherischen Öle erfolgt üblicherweise durch Wasserdampfdestillation. Dabei wird das Pflanzenmaterial von Wasserdampf durchströmt und das ätherische Öl auf diesem Wege abdestilliert. So konnten aus den uns vorliegenden Proben ca. 1 % ätherisches Öl gewonnen werden. \*)

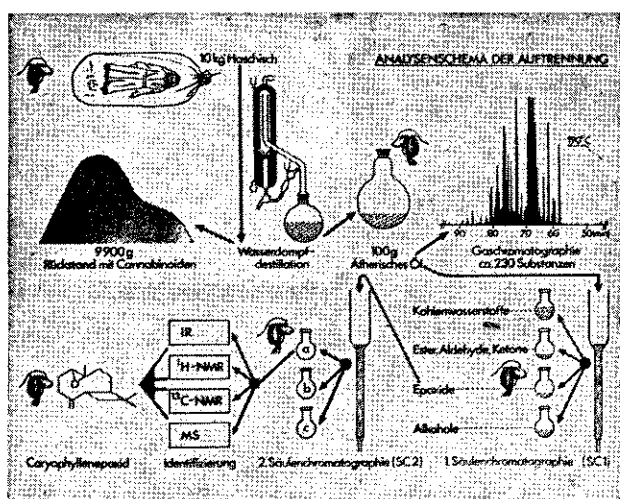
Zur Absicherung wurde aus den Rückständen die entsprechenden Cannabinoide isoliert und den Hunden in reiner Form und hoher Konzentration vorgelegt. Dabei bestätigte sich, daß die Haschisch-Suchhunde nicht auf die rauscherregenden Inhaltsstoffe des Haschisch ansprechen. Der Analysengang ist in Abb. 5 schematisch wiedergegeben. Um zu einem Überblick über die Art und Menge der im ätherischen Öl von Cannabis enthaltenen Substanzen zu kommen, wurde durch die hochempfindliche Trennmethode der Kapillar-Gaschromatographie ein Über-

\*) Für die Überlassung größerer Mengen beschlagnahmten Haschischs danken wir Herrn Generalstaatsanwalt B. Persch, Saarbrücken.

#### Beilagenhinweis:

Wir bitten um freundliche Beachtung der dieser Ausgabe beiliegenden Prospekte:

Verlag C. H. Beck, München: „Göppinger Kriminologie“, Verlag für polizeiliches Fachschrifttum Georg Schmidt-Römhild, Lübeck: Fachbücher von Günther Bauer.



**Abb. 5:** Schematischer Analysengang zur Auffindung der Leitsubstanz. Der Hundekopf symbolisiert ein haschisch-positives Ansprechen. a) = Caryophyllenepoxid, b) = Humulenepoxid-I, c) = Humulenepoxid-II.

sichts-Gaschromatogramm angefertigt (Ausschnitt in Abb. 5). So konnten ca. 230 Substanzen sichtbar gemacht werden. Da für die Versuche mit den Suchhunden nicht jede dieser Substanzen isoliert werden konnte, wurde das ätherische Öl in einem ersten Schritt durch Säulenchromatographie in 4 Fraktionen zerlegt, die jede wiederum aus einer Vielzahl von Komponenten bestand. Jede Fraktion wurde den Hunden in mehreren Tests vorgelegt. Dabei stellte sich heraus, daß die Hunde vor allem auf die Epoxid-Fraktion ansprachen.

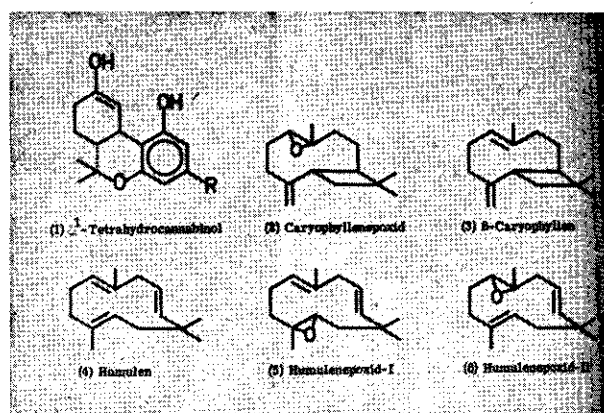
Es gelang in einer weiteren säulenchromatographischen Trennung, die Epoxid-Fraktion in 3 Hauptsubstanzen zu zerlegen. Bei weiteren Hundetests ergab sich, daß nur Substanz (a) von den Hunden gefunden und angezeigt wurde. Durch Infrarot- (IR), Protonenresonanz- ( $^1\text{H}$ -NMR), Kohlenstoff-13-Kernresonanz- ( $^{13}\text{C}$ -NMR), und Massenspektrometrie (MS) konnte die Substanz (a) als Caryophyllenepoxid (2) aufgeklärt werden.

### Die Leitsubstanz

Zur Sicherung der Ergebnisse wurde aus  $\beta$ -Caryophyllen (3) hergestelltes Caryophyllenepoxid in weiteren Hundetests getestet. Die Suchhunde sprachen auf das synthetische Epoxid genauso an, wie auf das aus dem ätherischen Öl isolierte oder wie auf Haschisch.

Caryophyllenepoxid kommt etwa zu 5 bis 7 % im ätherischen Öl vor. „Bella“ gelang es, noch 0,000 001 g (1 Mikrogramm) aufzuspielen. Das entspricht überschlagsmäßig etwa einer verdunsteten Menge von ca.  $10^{-12}$  Mol/l. min in der Luft, also ein Bereich, in dem ebenfalls die Grenze der Ansprechbarkeit der Spurensuchhunde auf niedere Fettsäuren liegt<sup>1)</sup>. Selbst bei schwierigen Verstecken reagierten Bella und Anuschka noch auf Mengen von 0,001 g Epoxid sehr stark. Dies entspricht einer Haschischmenge von 1 bis 2 g.

Da die untersuchten ätherischen Öle der verschiedenen Cannabisherkünfte ziemliche Unterschiede in der Zusammensetzung aufwiesen, aber immer Caryophyllenepoxid



**Abb. 6:** Strukturformeln der im Text erwähnten Inhaltsstoffe von Haschisch.

enthielten, scheint es sicher zu sein, daß besonders Caryophyllenepoxid für die Suchhunde als Leit- oder Merkmakomponente dient. Bemerkenswert ist, daß das ähnlich gebaute  $\beta$ -Caryophyllen (3), das im Haschisch-Öl zu ca. 23 % enthalten ist, keinerlei Wirkung auf die Hunde hat. Genauso unwirksam sind Humulen (4) und die entsprechenden Epoxide (5 + 6), die auch in beträchtlichen Gehalten im Öl vorkommen und bei denen im Vergleich zum Caryophyllen bzw. -Epoxid nur der eine Ring aufgebrochen ist.

Beim Test weiterer im ätherischen Öl von *Cannabis sativa* vorkommende sauerstoffhaltige Substanzen, z. B. Borneol, Terpeneol, Terpinen-4-ol etc. wurde gefunden, daß die Hunde selbst auf größere Mengen nicht reagierten. Lediglich das süßlich riechende Linalool scheint noch eine gewisse Wirkung zu haben.

### Caryophyllenepoxid in anderen Pflanzen

Da ätherische Öle Produkte des pflanzlichen Stoffwechsels sind, überrascht es nicht, daß auch andere Pflanzen gleichartige oder ähnliche Produkte synthetisieren. So sind in der Zwischenzeit in der Literatur eine ganze Reihe Pflanzen bekannt, deren ätherisches Öl Caryophyllenepoxid enthält, u. a. *Dipterocarpus* Arten, *Artemisia annua*, *Artemisia vulgaris* („Beifuß“), *Daucus carota*, *Humulus lupulus* („Hopfen“) und *Zingiber zerumbet*. Weiterhin ist zu bedenken, daß Caryophyllenepoxid durch Oxidation an der Luft leicht aus  $\beta$ -Caryophyllen entsteht, welches in einer großen Zahl ätherischer Öle nachgewiesen wurde. In Zusammenhang mit unseren Ergebnissen muß die Möglichkeit in Betracht gezogen werden, daß Haschisch-Suchhunde eventuell auch auf andere caryophyllenepoxidhaltige Pflanzen ansprechen. Ein Test in dieser Richtung führte tatsächlich zu dem Ergebnis, daß beide Hunde sehr stark auf das ätherische Öl von Hopfen und Beifuß, die beide Caryophyllenepoxid enthielten, ansprachen. Dies gilt in abgeschwächtem Maße auch für die entsprechenden Frischpflanzen. Hierauf wird man künftig bei entsprechenden Drogensendungen achten müssen.

### Ausblick

Ideal wäre die Fixierung der Hunde auf die zwar schwächer flüchtigen, aber wirksamen Tetrahydrocannabinole

des Haschischs. Ob allerdings eine Abrichtung der Suchhunde auf diese Substanzen möglich ist, bleibt zu prüfen. Zusammenfassend ergibt sich, daß die Hunde nicht auf die Wirkstoffe, sondern auf eine Spurenkomponente, die im ätherischen Öl des Haschischs vorkommt, abgerichtet sind.

### Literatur

1. *W. Neubaus*, Z. vergl. Physiol. 35, 527-52, ibid. 38, 238-58
2. *W. Steiner*, Chemiker Ztg. 97 (1), 3 (1973)