

**Bundesanstalt für Züchtungs-  
forschung an Kulturpflanzen**  
Institut für Pflanzenanalytik  
Neuer Weg 22/23  
D-06484 Quedlinburg

---

Name der Forschungsstelle(n)

13059 BR /

---

AiF-Vorhaben-Nr. / GAG

01.10.01 bis 31.10.03

---

Bewilligungszeitraum

**Schlußbericht für den Zeitraum : 01.10.01 bis 31.10.03**

zu dem aus Haushaltsmitteln des BMWi über die



geförderten Forschungsvorhaben

Forschungsthema : Etablierung einer breiten Anwendung der Festphasen-  
Gaschromatographie- Mikroextraktion (SPME-GC) im  
pharmazeutischen Bereich

Quedlinburg, den 12.01.04

---

Ort, Datum

---

Unterschrift der/des Projektleiter(s)



# Etablierung einer breiten Anwendung der SPME-GC im pharmazeutischen Bereich (Kurzfassung)

01.11.2001-31.10.2003

Denise Distler

Direktor und Professor Dr. H. Schulz  
Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen, Institut für Pflanzenanalytik,  
Neuer Weg 22/23, 06484 Quedlinburg

Förderung durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (BMWA) über die  
Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e. V.  
(AiF) sowie die Forschungsvereinigung der Arzneimittel-Hersteller e. V. (FAH)

Projektbegleitende Firmen: Bionorica GmbH in Neumarkt; Galenika Dr. Hetterich  
GmbH in Fürth; Pharma Wernigerode GmbH in Wernigerode; Gerstel GmbH & Co.  
KG an der Ruhr; PhytoLab GmbH in Vestenbergsgreuth; Majoranwerk Aschersleben  
in Aschersleben.

## Zusammensetzung des projektbegleitenden Ausschusses:

Dr. G. Abel, Bionorica GmbH in Neumarkt;

Dr. N. Brandt, Galenika Dr. Hetterich GmbH in Fürth;

Dr. H. Burckardt, Pharma Wernigerode GmbH in Wernigerode;

K. F. Klöckner, Gerstel GmbH & Co. KG an der Ruhr;

Dr. G. Schulzki, PhytoLab GmbH & Co. KG in Vestenbergsgreuth;

J. Overkamp, Majoranwerk Aschersleben in Aschersleben.

Wir bedanken uns bei den beteiligten Firmen für den regen wissenschaftlichen Austausch bei Sachfragen und die freundliche finanzielle Unterstützung.

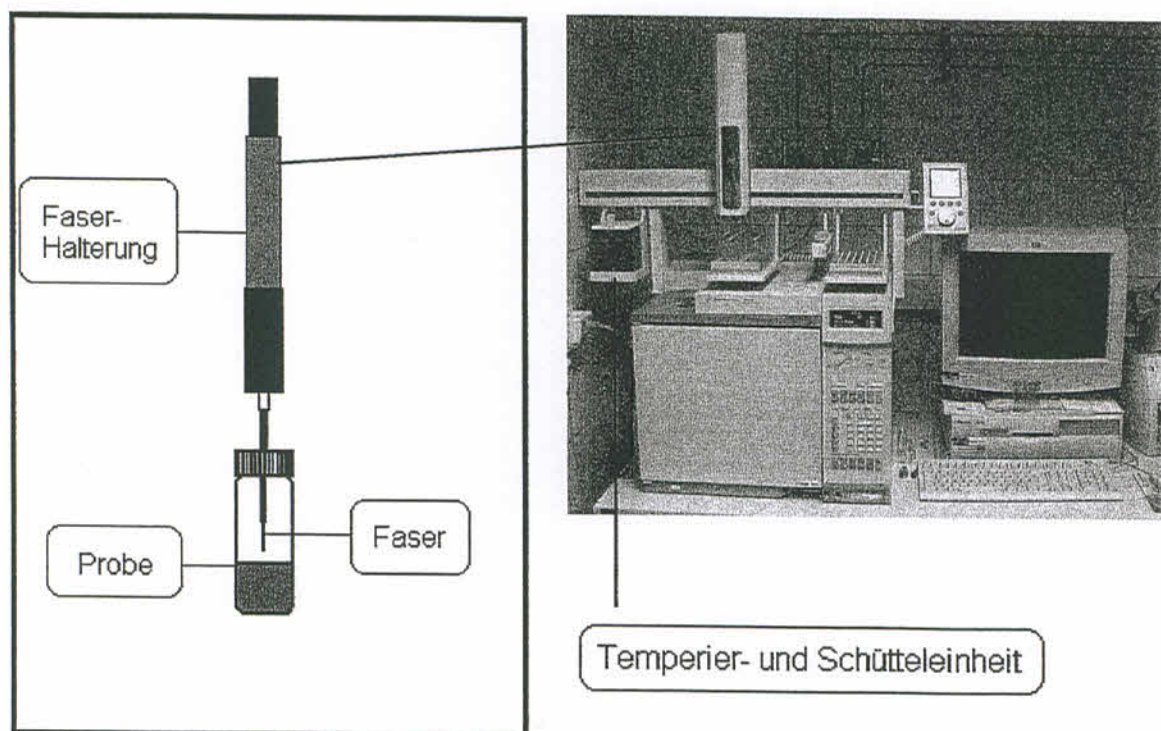


## Einleitung

Ätherische Ölpflanzen wie Thymian und Kamille werden u. a. auf Basis ihrer Ölzusammensetzung charakterisiert. Dies hat z. B. bei der Bestimmung von Pflanzen für den Einsatz in Phytopharmaka eine große Bedeutung, aber auch für die Verwendung im Kosmetik- und Lebensmittelbereich. Die bei ätherischen Ölen üblicherweise durchgeführten Destillationen und Extraktionen stellen insbesondere bei Serienuntersuchungen einen erheblichen Zeitfaktor dar.

SPME (solid phase microextraction) ist eine neue Technologie, die in Verbindung mit der Gaschromatographie eine schnelle und lösungsmittelfreie Analysendurchführung ermöglicht. Durch den Einsatz der SPME-Technik erhält man eine Alternative zu den konventionellen Isolierungsmethoden, die sehr zeit- und arbeitsintensiv sind und große Mengen an Lösungsmitteln verbrauchen.

Ziel des Forschungsvorhaben ist es, wichtige Grundlagen für einen breiten Einsatz der SPME-GC im pharmazeutischen Bereich zu erarbeiten. Insbesondere soll bei der Analysendurchführung der Einsatz eines Autosamplers getestet werden, um größere Probenaufkommen, wie sie in der pharmazeutischen Industrie und der Züchtungsforschung unumgänglich sind, bewältigen zu können.



**Schematische Darstellung der SPME-Probenahme**

**SPME-Autosampler mit Gaschromatographen**

Gearbeitet wird in der Headspace-Probenahmetechnik. Dadurch werden selektiv die leichtflüchtigen Komponenten in der jeweiligen Droge bzw. in den phytopharmazeutischen und kosmetischen Produkten erfasst, ohne dass Stoffe wie Fette, Zucker oder Alkohole die Analyse stören bzw. die Faser schädigen oder diese arbeitsintensiv abgetrennt werden müssen.

Auf Grund ihrer Bedeutung im pharmazeutischen Bereich wurden Kamille, Thymian, Pfefferminze und Majoran sowie einige der daraus erhaltenen Phytopharmaka als Probenmaterial verwendet. Darüber hinaus wurden Drogen mit unterschiedlich zusammengesetzten ätherischen Ölen vom Bundessortenamt zur Verfügung gestellt. Dadurch standen verschiedene Chemotypen der Medizinalpflanzen zur Auswahl. Das aus dem Drogenmaterial gewonnene und mit GC/FID analysierte ätherische Öl diente als Referenz für die mittels SPME-GC erhaltenen Ergebnisse.

## Ergebnisse

Die SPME-Fasern wurden unter verschiedenen Versuchsbedingungen getestet. Aus den daraus resultierenden Ergebnissen wurden unter Beachtung der verschiedenen Auswertungskriterien in Bezug auf quantitative (Erfassung und Bestimmung der Einzelkomponenten) und qualitative (Chemotypdifferenzierung) Bestimmungen die für die jeweilige Aufgabenstellung geeigneten Fasern und die optimalen Einsatzbedingungen gewählt.

### 1. Quantitative Bestimmung von Thymol in Phytopharmaka

Die Nachstellung eines thymolhaltigen, ethanolischen Phytopharmakums wird als Testlösung eingesetzt. Der Gehalt an Thymol wird mit Hilfe einer externen Kalibration bestimmt. Zur Quantifizierung wurde eine 65 µm PDMS/DVB-Faser eingesetzt, da mit dieser SPME-Faser der notwendige lineare Bereich ermittelt werden konnte.

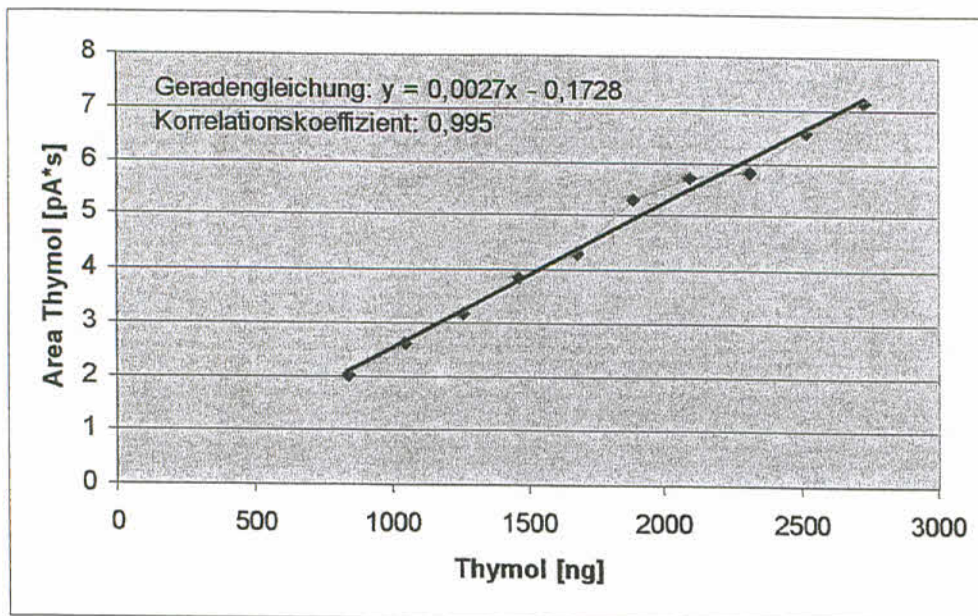
#### **Versuchsdurchführung**

Zur Analyse wurden pro Vial 5 mL destilliertes Wasser pipettiert, 100 µL Probelösung, die pro 100 µL 628,92 ng Thymol enthielt, bzw. je 100 µL der Standardlösungen, die in 100 µL 209,64 – 2096,4 ng Thymol enthielten. Die Probelösungen und Standardlösungen wurden mit 65%igem Ethanol angesetzt.

#### **SPME-Parameter**

Probenmenge:	5 mL dest. Wasser + 100 µL Lösung
Probenahme mit SPME-Faser:	Headspace-Technik
SPME-Faser:	PDMS/DVB
Versuchstemperatur:	35° C
Probenahmezeit:	20 Minuten





**Diagrammdaten:**

Messbereich:	838,56 ng – 2725,32 ng Thymol
Berechnete Menge an Thymol:	621,03 ng
Differenz zu 628,92 ng Thymol:	7,89 ng
Abweichung:	1,25%
Korrelationskoeffizient R:	0,9995

Ethanol-Thematik bei der SPME-Probenahme

Nach bisherigen Meinungen und Empfehlungen sind hohe Gehalte an Lösungsmitteln, so auch Ethanol, in der zu untersuchenden Matrix zu vermeiden, um einer Schädigung der SPME-Faser entgegenzuwirken. Diese Problematik tritt insbesondere bei der Immersionstechnik auf, bei der die Faser in die zu untersuchende Lösung direkt eintaucht.

Die hier aufgezeigten Ergebnisse zeigen deutlich, dass mit Hilfe der Headspacetechnik eine Schädigung der Faser vermieden werden kann und die Quantifizierung von Pflanzeninhaltsstoffen trotz hoher Gehalte an Ethanol gelingt.

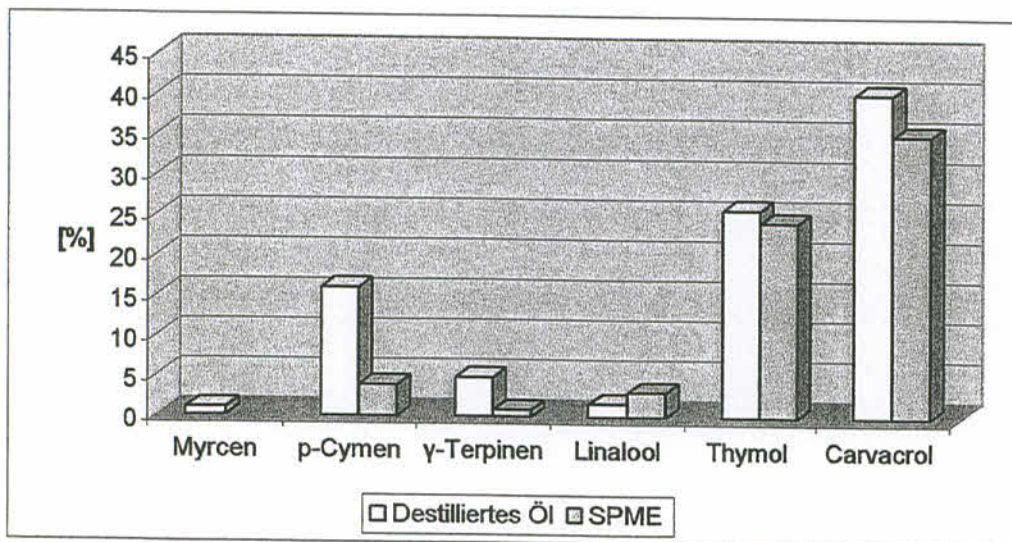
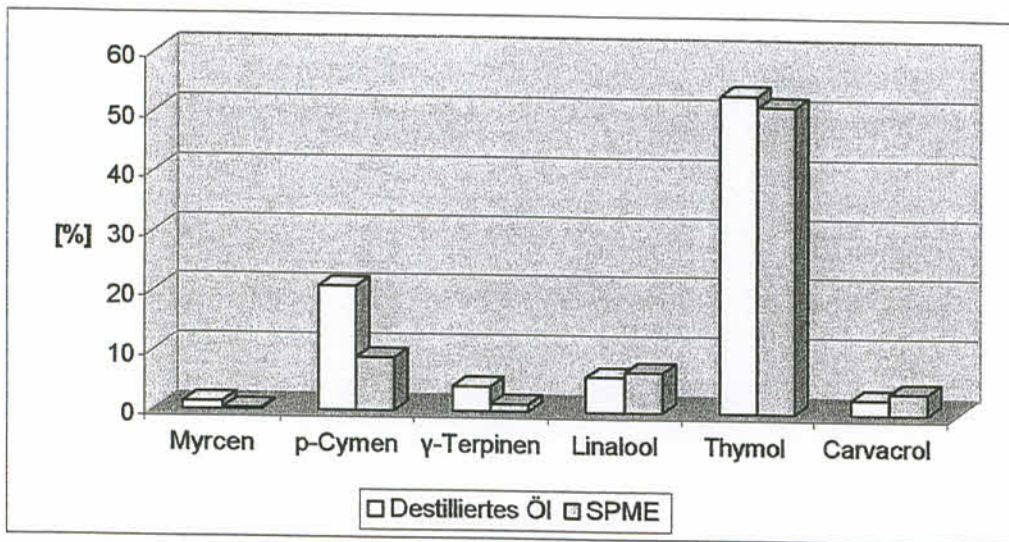
## 2. Chemotypbestimmung bei Thymiandrogen

Der Profilvergleich der SPME-Ergebnisse mit denen des ätherischen Öls zeigt, dass die 100 µm PDMS-Faser gute Ergebnisse bei der Chemotypwiedergabe des Thymianöls liefert und so z. B. thymolreiche Pflanzen einfach bestimmt werden können.

### SPME-Parameter

Menge an Thymiandroge:	200 mg
Probenahme mit SPME-Faser:	Headspace-Technik
SPME-Faser:	100 µm PDMS
Versuchstemperatur:	35° C
Probenahmezeit:	20 Minuten

### Vergleich zwischen SPME und destilliertem Öl verschiedener Thymiantypen:





### 3. Quantitative Bestimmung von (-)- $\alpha$ -Bisabolol in Phytopharmaka

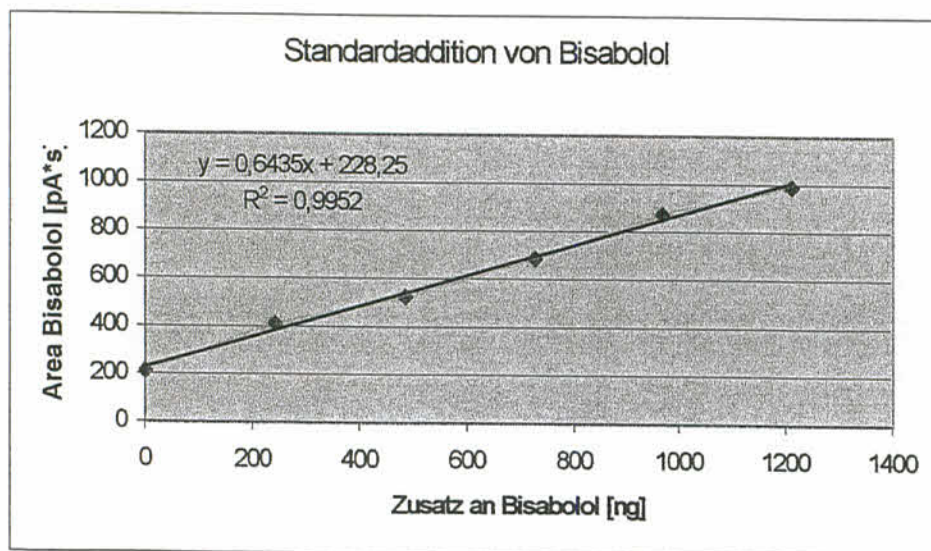
Der Bisabololgehalt des Phytopharmakums Kamillian supra<sup>®</sup> des Arzneimittelwerks Pharma Wernigerode wurde mit Hilfe der Standardaddition bestimmt. Die Chargennummer des untersuchten Produkts lautet 02342. Die Zusammensetzung wird wie folgt angegeben: 100 g Kamillian supra<sup>®</sup> enthalten: 100 g ethanolisch-wässrigen Auszug aus Kamillenblüten (1:2) mit mindestens 180 mg ätherischem Öl sowie Macrogol-Glycerolhydroxystearat. Der Bisabololgehalt als Vergleich zu den SPME-Ergebnissen wurde mit Hilfe eines internen Standards (Fenchon) bestimmt. Danach enthalten 100 g Kamillian supra<sup>®</sup> 12,150 mg Bisabolol.

#### Versuchsdurchführung

3,2167 g Kamillian supra<sup>®</sup> ( $\rightarrow$  390  $\mu$ g Bisabolol) werden in einen 100-mL-Meßkolben eingewogen und mit 65%igem Ethanol bis zur Markierung aufgefüllt. Zur Analyse werden pro Vial 1 mL destilliertes Wasser, 100  $\mu$ L der Kamillian supra<sup>®</sup>-Lösung ( $\rightarrow$  390 ng Bisabolol), sowie je 100  $\mu$ L der Standardlösung pipettiert. Die Standardlösungen enthalten pro 100  $\mu$ L je 242, 484, 726, 968, 1210, 2420 und 3630 ng Bisabolol und wurden mit 65%igem Ethanol angesetzt. Zur Bestimmung des Ordinatenschnittpunktes (Null- bzw. Probenwert) werden zu der Probenlösung statt 100  $\mu$ L Standardlösung 100  $\mu$ L 65%iger Ethanol pipettiert.

#### SPME-Parameter

Probenmenge:	1 mL dest. Wasser + 100 $\mu$ L Kamillian supra <sup>®</sup> -Lösung + 100 $\mu$ L Standardlösung
Probenahme mit SPME-Faser:	Headspace-Technik
SPME-Faser:	Polyacrylat
Versuchstemperatur:	75° C
Probenahmezeit:	30 Minuten



#### Diagramm Daten:

Addierte Menge an Bisabolol:	242 ng - 1210 ng
Linearer Bereich:	390 ng – 1600 ng Bisabolol
Berechnete Menge an Bisabolol:	354,70 ng
Differenz zu 390 ng Bisabolol:	35,30 ng
Abweichung:	9,0%
Bestimmtheitsmaß R <sup>2</sup> :	0,99952

#### 4. Chemotypbestimmung von Kamilledrogen

Der Profilvergleich der SPME-Ergebnisse mit denen des isolierten ätherischen Öls zeigt, dass bezüglich der prozentualen Zusammensetzung der flüchtigen Pflanzeninhaltsstoffe Unterschiede bestehen. Es konnte allerdings festgestellt werden, dass die SPME-Ergebnisse mit denen des ätherischen Öls korrelieren. Um die beiden Probenvorbereitungsmethoden direkt miteinander vergleichen zu können, war es also erforderlich, Faktoren für die einzelnen Inhaltsstoffe zu erstellen, mit denen sich die SPME-Ergebnisse in die des konventionell analysierten Öls überführen lassen. Diese Faktoren sind für das angewandte SPME-GC-System allgemeingültig, unabhängig vom Kamillentyp und Erntejahr.

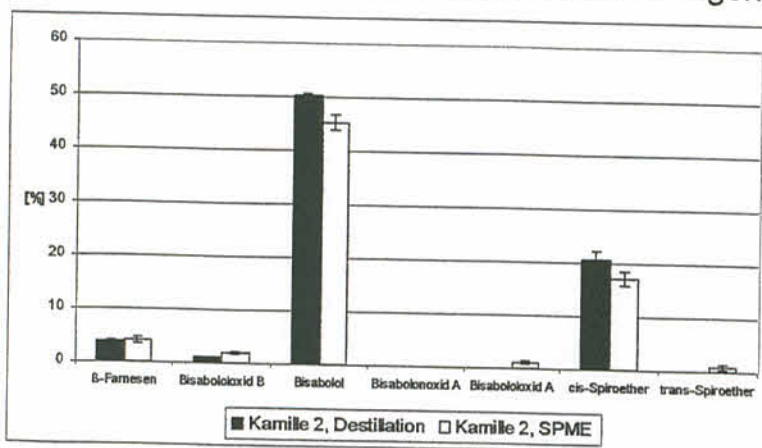
#### Faktoren zum Vergleich der SPME- und Destillationsergebnisse

	SPME-Faktoren:
$\beta$ -Farnesen	0,15
Bisabololoxid B	0,88
(-)- $\alpha$ -Bisabolol	1,60
Bisabolonoxid A	1,14
Bisabololoxid A	2,37
cis-Spiroether	1,16
trans-Spiroether	0,70

#### SPME-Parameter

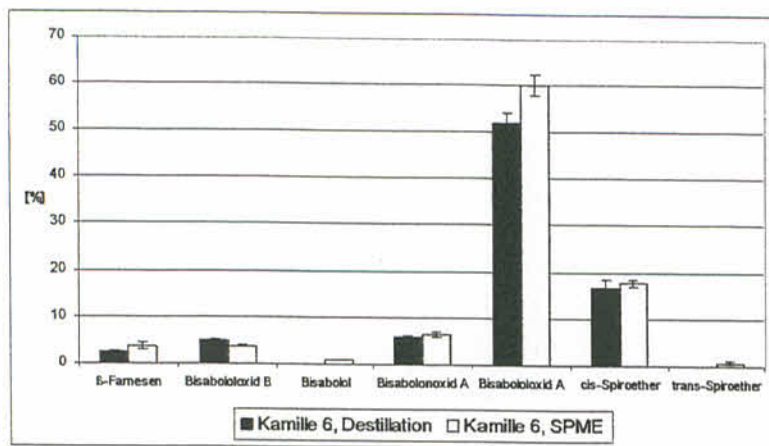
Menge an Kamilledroge:	100 mg gemahlene Kamille
Natriumchlorid-Zugabe:	3 g
Zugabe an destilliertem Wasser:	5 mL
Probenahme mit SPME-Faser:	Headspace-Technik
SPME-Faser:	Polyacrylat
Versuchstemperatur:	65° C
Probenahmezeit:	20 Minuten

Die Diagramme zeigen Beispiele verschiedener Kamillechemotypen. Dargestellt sind sowohl die faktorberechneten SPME-GC-Ergebnisse als auch die konventionellen GC-Ergebnisse inklusive der Standardabweichungen.

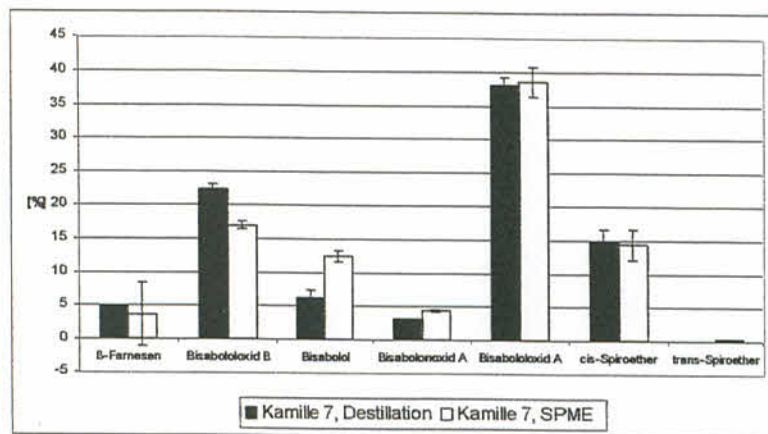


#### Bisabolol-Typ

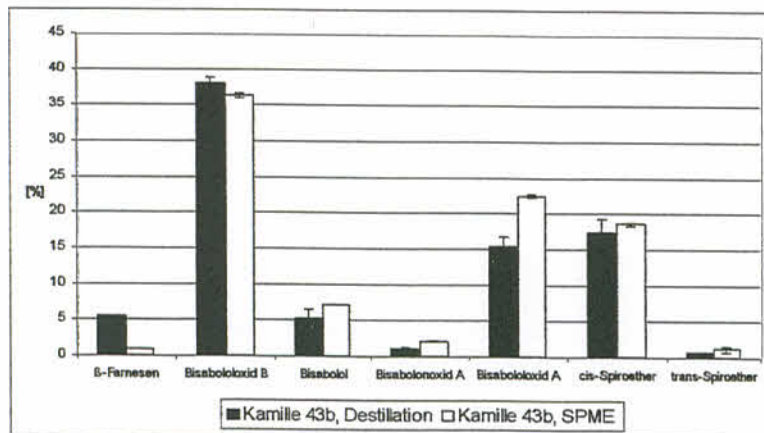




### Bisabololoxid A-Typ



### Bisabololoxid A-Typ



### Bisabololoxid B-Typ

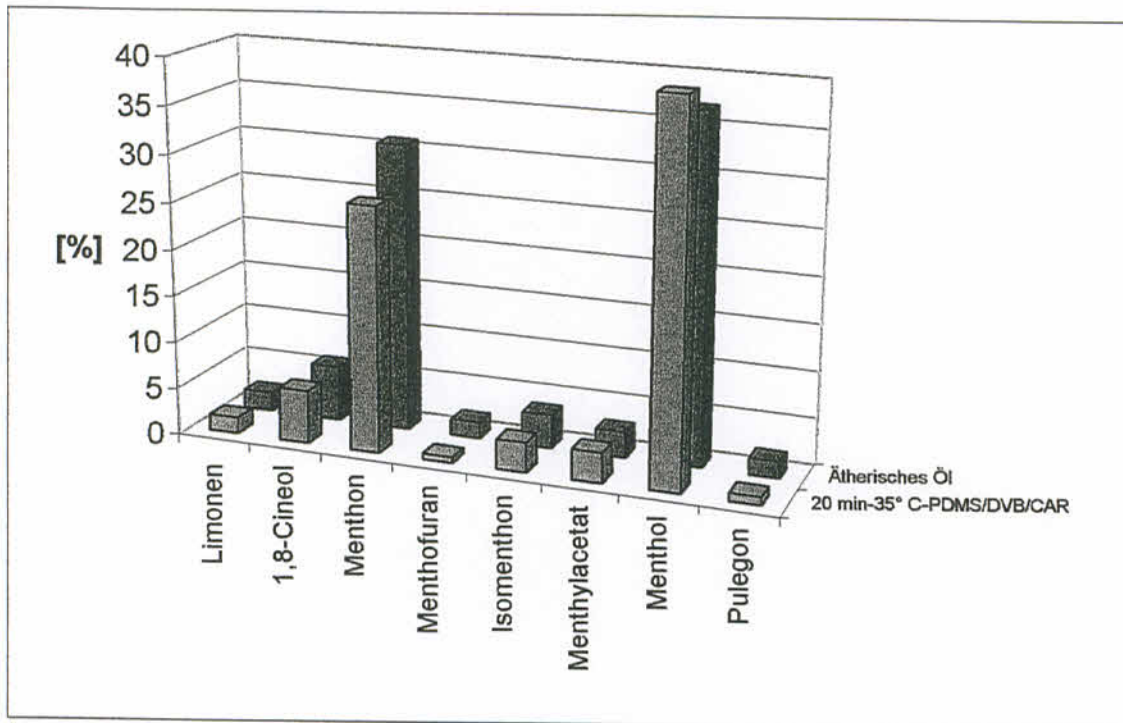


### 5. Auswertung für qualitative Bestimmungen flüchtiger Pfefferminzinhaltsstoffe

Die DVB/CAR/PDMS-Faser liefert unter den unten angegebenen SPME-Bedingungen gute Ergebnisse bei der Wiedergabe des Profils von Pfefferminzöl.

#### SPME-Parameter

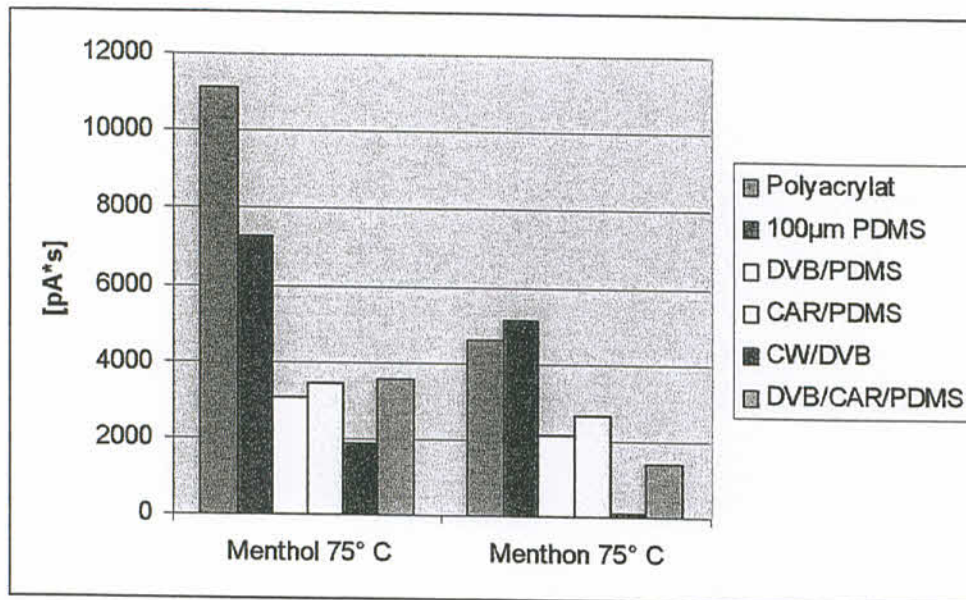
Menge an Thymiandroge: 100 mg  
Probenahme mit SPME-Faser: Headspace-Technik  
SPME-Faser: DVB/CAR/PDMS-Faser  
Versuchstemperatur: 35° C  
Probenahmezeit: 20 Minuten



Profilvergleich gaschromatographischer Analysen von ätherischem Öl (Direktinjektion) und SPME-GC-Resultaten

## 6. Auswertung für quantitative Bestimmungen flüchtiger Pfefferminzinhaltsstoffe

Zur quantitativen Bestimmung der Einzelkomponenten eignet sich für Menthol eine Polyacrylatfaser bei einer Probenahmezeit von 20 Minuten und 75° C; bei diesen Versuchsbedingungen wird auch die Bestimmung von Menthon mit einer 100µm PDMS durchgeführt. Das Diagramm wurde zur Selektivitätsbetrachtung zwischen den SPME-Fasern unter den Bedingungen der größten Substanzaufnahmen erstellt.

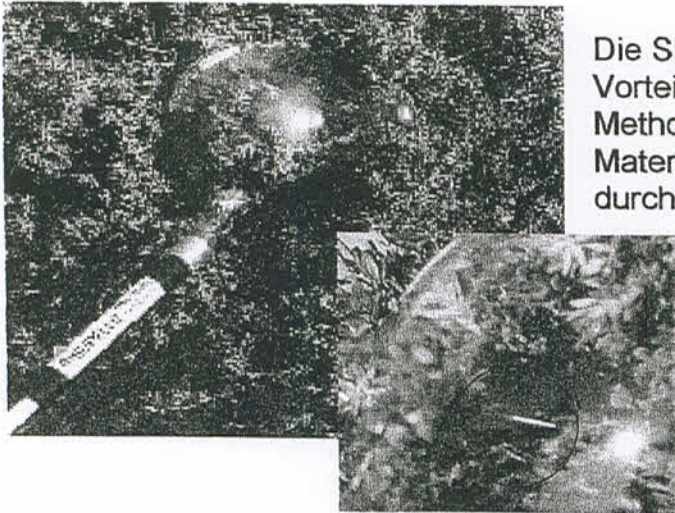


Selektivitätsbetrachtung der SPME-Fasern für Menthol und Menthon bei 75° C



## 7. Weitere Untersuchungsmöglichkeiten mit SPME

### Freilandprobenahme



Die SPME-Probenahme kann, als weiterer Vorteil gegenüber den klassischen Methoden, auch mit sehr geringen Materialmengen und im Freiland durchgeführt werden. So besteht die Möglichkeit einer Charakterisierung des Pflanzenchemotyps oder die Analyse der flüchtigen Inhaltsstoffe und deren Veränderung im Laufe einer Wachstumsperiode an der lebenden Pflanze.

#### **SPME-Freiland-Probenahme an einer Thymianpflanze**

Besonders in der Züchtungsforschung besteht das Problem, dass zwar eine große Anzahl an Proben

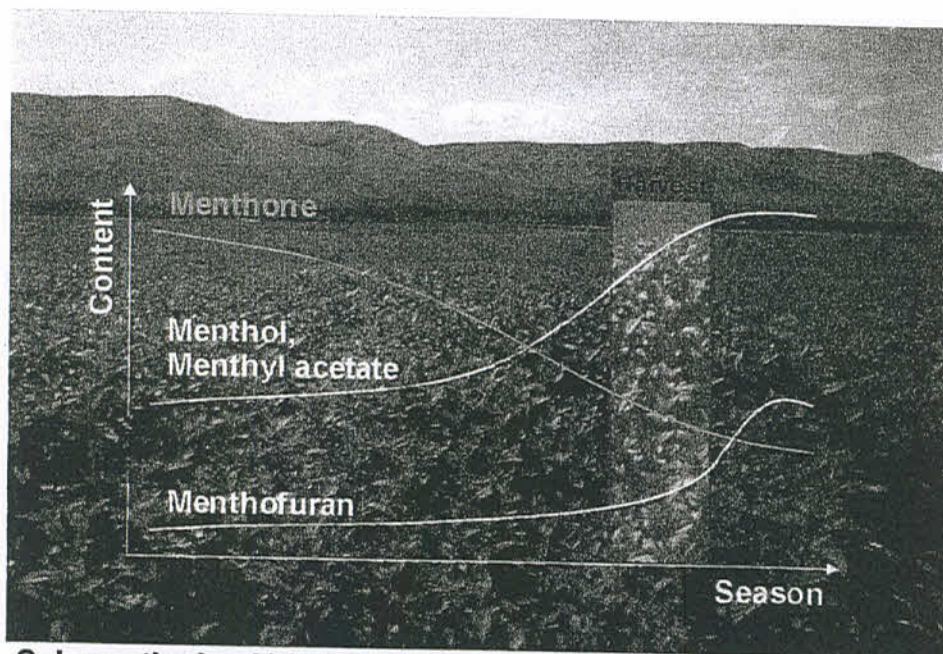
analysiert werden muss, von dem jeweiligen Zuchtmaterial aber nur eine geringe Menge für die inhaltsstofflichen Untersuchungen zur Verfügung gestellt werden kann. Allein für eine klassische Destillation zur Gewinnung ätherischen Öls werden mehrere Gramm an Pflanzenmaterial benötigt, die bei Neuzüchtungen nur selten zu Verfügung stehen.

Ein weiterer Vorteil der SPME ist, dass die Probenahme sogar an der lebenden Pflanze auf dem Feld vorgenommen werden kann und somit zerstörungsfrei ist. Da die Pflanzen bei der Anwendung dieser Methode keinen Schaden nehmen, können in Freilandversuchen auch seltene oder geschützte Pflanzen bearbeitet werden. Dieser Vorteil ist besonders dann von großer Bedeutung, wenn nur minimale Mengen der Pflanze zur Verfügung stehen oder eine Zwischenbilanz der flüchtigen Inhaltsstoffe gezogen werden soll.



## Ontogenesebetrachtungen

Mit der SPME-Technik besteht die Möglichkeit, auch lebende Pflanzen auf dem Feld zu beproben. So können die flüchtigen Inhaltsstoffe einer Pflanze analysiert werden. Stellen diese Inhaltsstoffe die wertgebenden Komponenten dar, ist es möglich, deren Konzentrationsverlauf über einen längeren Zeitraum zu verfolgen. Durch diese Ontogenesebetrachtungen kann unkompliziert der optimale Erntezeitpunkt hinsichtlich der Inhaltsstoffe bestimmt werden.



**Schematische Abbildung des Inhaltsstoffverlaufs während der Ontogenese von Pfefferminzpflanzen**



## Headspace-Analyse von Pflanzendrogen



Bei der Verarbeitung von Blüten unter Verwendung klassischer Isolierungsverfahren wie der Wasserdampfdestillation erhält man häufig Produkte, die sich geruchlich vom Duft der Pflanze deutlich unterscheiden. Ursachen für Veränderungen können u. a. verfahrensbedingte Verlust leichtflüchtiger Bestandteile oder die thermische Zersetzung sein. Demgegenüber

kann die Headspace-Technik zur schonenden und unverfälschten Analyse flüchtiger Bestandteile aus Pflanzen genutzt und zu deren weiteren Erforschung dieser eingesetzt werden.

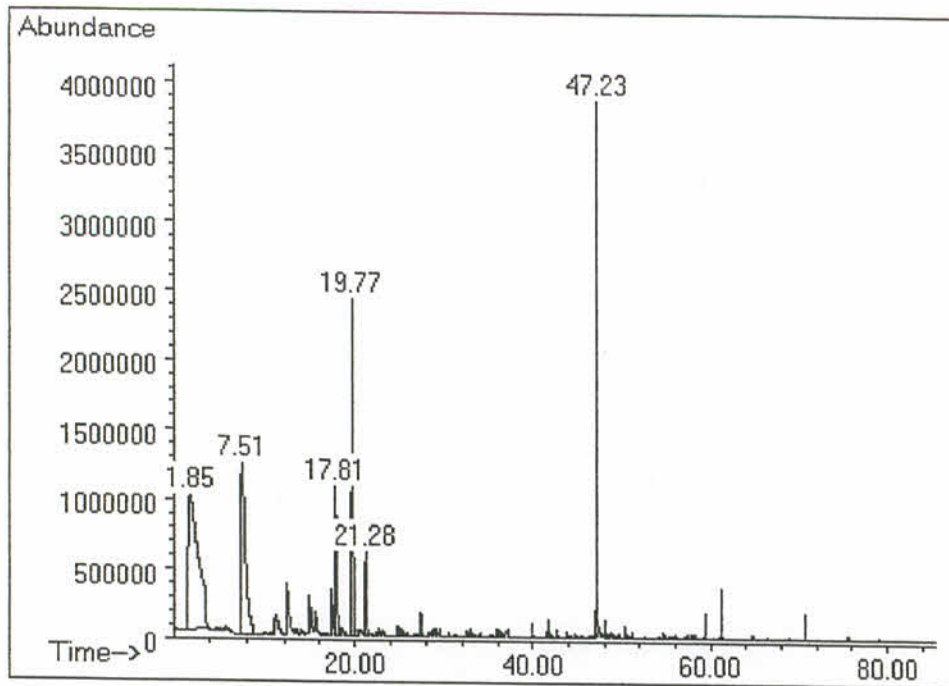
Inzwischen sind einige parfümistisch interessante Duftpflanzen mit der Headspace-Technik analysiert worden, aber nur wenige Forschungsgruppen haben sich bislang mit dem Duft der Blüten von **Medizinalpflanzen** befasst. So erzielt man interessante Resultate beim Vergleich der Komponenten des ätherischen Kamillenöls und der Headspace-Bestandteile der Droge.

Bei der Kamille existieren auf Grund der vielfältigen pharmakologischen Wirkungen bereits umfassende Erkenntnisse über die in den Blüten vorhandenen Inhaltsstoffe, bei denen es sich im wesentlichen um Flavonoide, Polyacetylene und terpenoide Verbindungen handelt. Auch die Zusammensetzung des durch Wasserdampfdestillation gewonnenen ätherischen Öls der Blütenköpfchen ist bereits umfassend bekannt. Allerdings sind kaum Untersuchungen des Dufts der Pflanze durchgeführt worden. Die Duftanalyse ist auf Grund der weitverbreiteten Verwendung der Kamille bzw. des Kamillenöls in der Pharmazie aber auch der Parfümerie von Interesse.

Vergleicht man die Zusammensetzung des Wasserdampfdestillats mit der entsprechenden Headspace-Analyse, so zeigt sich, dass sich neben einigen Komponenten des ätherischen Öls noch eine Reihe weiterer Stoffe im Dampfraum der Probe sammeln und den typischen Kamillengeruch bewirken. Dabei stellen Inhaltsstoffe wie 1,8-Cineol, p-Cymen, Artemisiaketon,  $\beta$ -Caryophyllen und  $\beta$ -Farnesen die Hauptkomponenten des Kamillenduftes dar. Durch Headspace-SPME-GC als Analysenmethode gelingt es, sogar die flüchtigen Bestandteile lebender Pflanzen unverfälscht analysieren zu können.

### SPME-Parameter:

Headspace-Sampling:	30 Minuten
Temperatur:	35° C
Probenvorbereitung:	100 mg gemahlene Kamille (s. Kapitel Kamille) + 3 g Natriumchlorid + 5 mL dest. Wasser
SPME-Faser:	65 $\mu$ m PDMS/DVB



Retentionszeit	Substanz
14,82	5-Heptenon-(2), 6methyl-
17,40	p-Cymen
17,81	1,8-Cineol
19,77	Artemisiaketon
21,28	Artemisiaalkohol
29,50	$\alpha$ -Terpineol
44,77	$\beta$ -Caryophyllen
47,23	$\beta$ -Farnesen
60,10	(-)- $\alpha$ -Bisabolol



## Zusammenfassung

Mit Headspace-SPME-GC wurde direkt an der Droge erfolgreich die Chemotypcharakterisierung von **Thymian** durchgeführt. Auch konnte die quantitative Bestimmung eines Ätherisch-Öl-Inhaltsstoffes, in diesem Fall Thymol, in einer Phytopharmaka-Matrix realisiert werden.

Zur Chemotypcharakterisierung von **Kamillen**-Drogen war es notwendig, die Drogen zu mahlen und mit Wasser und Natriumchlorid zu versetzen. Dadurch konnte ein verbesserter Übergang der Ätherisch-Öl-Inhaltsstoffe in den Dampfraum zur Erfassung mittels Headspace-SPME erzielt werden. Es wurden Faktoren ermittelt, die die Umwandlung der SPME-Ergebnisse in die des destillierten Öls zuließen und somit eine Chemotypcharakterisierung mittels SPME-GC ermöglichten. Diese Faktoren sind für das bestehende SPME-GC-System allgemeingültig, unabhängig von Chemotyp, Anbaugesamt und Erntejahr. Auch für Kamille war die Quantifizierung eines Ätherisch-Öl-Inhaltsstoffes, hier (-)- $\alpha$ -Bisabolol, aus einem Phytopharmakum erfolgreich.

Ebenso war die Bestimmung des Ölprofils von **Pfefferminz**-Droge mittels SPME-GC möglich und es konnte eine Methode zur Bestimmung von Menthol und Menthon erarbeitet werden.

Durch den Einsatz eines Autosamplers wurden Serienbestimmungen effizient durchgeführt und es konnte gegenüber der manuellen SPME-Durchführung eine verbesserte Reproduzierbarkeit erreicht werden. Generell konnte gezeigt werden, dass Headspace-SPME-GC-Bestimmungen auch bei hohen Gehalten an Ethanol möglich sind.

Neben der Möglichkeit, eine große Probenanzahl zu analysieren, besteht ein weiterer Vorteil der SPME darin, dass für die Analyse nur sehr geringe Mengen im Milligrammbereich benötigt werden und eine Probenahme sogar an lebenden Pflanzen auf dem Feld durchgeführt werden können. Dieser Aspekt ist besonders für die Züchtungsforschung interessant, da dort von einzelnen Pflanzentypen lediglich geringe Mengen des Pflanzenmaterials zur Verfügung stehen, so dass der Probenanteil, der z. B. für eine Destillation benötigt wird, oftmals nicht erreicht wird. Bei der Feldbeprobung können Ontogenesebetrachtungen durchgeführt werden, so dass z. B. der optimale Erntezeitpunkt hinsichtlich der Inhaltsstoffe unkompliziert ermittelt werden kann. Auch können auf diese Weise Stoffe analysiert werden, die bei konventionellen Methoden nicht zugänglich sind (Artefaktbildung).

**Die Ergebnisse zeigen, dass die SPME-GC-Technik für eine schnelle und lösungsmittelfreie Charakterisierung von Ätherisch-Öl-Drogen sowie zur quantitativen Bestimmung von Ätherisch-Öl-Inhaltsstoffen in Phytopharmaka gut geeignet ist. Somit stellt die SPME-GC-Technik eine leistungsfähige Alternative zu den konventionellen Methoden dar und bietet eine erhebliche Zeitersparnis auf Grund der reduzierten Probenaufarbeitung. Damit wurde das Ziel des Vorhabens erreicht.**

Eine Anwendung der SPME-GC-Technik ist auf Grund der präsentierten Ergebnisse prinzipiell ebenfalls für andere Arznei- und Gewürzpflanzen möglich. Dabei wird es ggf. erforderlich sein, die SPME-Parameter auf die spezifischen Analyte individuell abzustimmen.

Die Ergebnisse des Projekts wurden in einem Programm zusammengefasst, das dem die Nutzer schnell die für eine Bestimmung mittels SPME-GC benötigten Voraussetzungen und Parameter vermitteln soll.

Der ausführliche Bericht mit den gesamten Analysendaten kann in der beiliegenden CD-Rom eingesehen werden.



## Im Rahmen der Projektarbeit publizierte Arbeiten:

DISTLER, D.; SCHULZ, H.: SPME-GC-Bestimmung flüchtiger Wertkomponenten in Medizinaldrogen und Phytopharmaka  
Zeitschrift Lebensmittelchemie 57, 2003, 7

DISTLER, D.; SCHULZ, H.: SPME-GC-Bestimmung flüchtiger Wertkomponenten in Medizinaldrogen und Phytopharmaka  
Zeitschrift Lebensmittelchemie 57, 2003, 21-22

DISTLER, D.; SCHULZ, H.: Schnellanalyse flüchtiger Komponenten von Thymian, Kamille und Pfefferminze mittels SPME-GC  
Zeitschrift Lebensmittelchemie, 2004 (im Druck)

DISTLER, D.; SCHULZ, H.: Schnellanalyse flüchtiger Komponenten von Thymian, Kamille und Pfefferminze mittels SPME-GC, Poster  
Lebensmittelchemikertag 2003  
08.-10.10.2003  
München

DISTLER, D.; SCHULZ, H.: SPME-GC-Bestimmung flüchtiger Wertkomponenten in Medizinaldrogen und Phytopharmaka, Poster  
Anakon 2003  
02.-05.04.2003  
Konstanz

DISTLER, D.: Rapid determination of volatile components in phytopharmaceuticals and cosmetics by headspace SPME-GC-analysis, Poster  
The 2002 Younger European Chemist's Conference  
30.09.-02.10.2002  
Heidelberg

DISTLER, D.; SCHULZ, H.: SPME-GC-Bestimmung flüchtiger Wertkomponenten in Medizinaldrogen und Phytopharmaka, Poster  
Lebensmittelchemikertag 2002  
09.-11.09.2002  
Frankfurt/Main

DISTLER, D.; SCHULZ, H.: Rapid determination of volatile components in phytopharmaceuticals and cosmetics by headspace SPME-GC analysis, Poster  
33rd Int. Symposium on Essential Oils  
04.-07.09.2002  
Lissabon, Portugal