

130. Jahrgang
Nummer 37/1990
Seiten 2014–2018

Sonderdruck

Deutsche Apotheker Zeitung

Unabhängige pharmazeutische Zeitschrift für Wissenschaft und Praxis

DAZ

Rückstandsfreier Vorratsschutz für Arznei- und Teedrogen

Von D. Gerard, J. Kraus, B. Frühlingsdorf, C. Jerga und A. Dallüge

Carvex Verfahrenstechnologie
für Lebensmittel & Pharma GmbH



Deutscher Apotheker Verlag Postfach 101061 7000 Stuttgart 10

Rückstandsfreier Vorratsschutz für Arznei- und Teedrogen

Von D. Gerard, J. Kraus, B. Fröhlingdorf, C. Jerga und A. Dallüge

Die Möglichkeit einer Beeinträchtigung lagernder Arznei- und Teedrogen durch tierische Schädlinge ist selbst bei bestmöglichen hygienischen Vorkehrungen in den Lägern groß. Der Befall mit Schadinsekten erfolgt zumeist in den Erzeugerländern der entsprechenden pflanzlichen Produkte sowie auf den zum Teil langen Transportwegen. Geschützt vor Witterungseinflüssen und natürlichen Feinden, können sich die Schädlinge in den Lägern bei fast unbegrenzt vorhandener Nahrung sehr schnell und stark vermehren. Es sollten daher bereits bei Rohprodukten alle erdenklichen Maßnahmen zur Bekämpfung eines Befalls getroffen werden, um das Risiko zu minimieren, daß sich in der Apothekenpackung Insekten bzw. deren Larven entwickeln. Die herkömmlichen Entwesungsverfahren sind wegen des möglichen Auftretens gesundheitsschädlicher Rückstände nicht zu verantworten. Der Einsatz von Giftgasen und Insektiziden zur Entwesung von Arznei- und Teedrogen ist aber auch hinsichtlich Umweltschutz und Arbeitssicherheit problematisch.

Druckentwesung mit CO₂

Die Druckentwesung mit Kohlendioxid (Carvex®-Verfahren*) stellt die Alternative zur herkömmlichen Giftgasbehandlung dar. Kohlendioxid oder Kohlensäure – die im Sprachgebrauch übliche Bezeichnung des Gases, das jedermann von Erfrischungsgetränken her kennt – stellt ein ideales Entwesungsmittel dar. CO₂ ist nicht deklarationspflichtig, ungiftig, umweltfreundlich, nicht brennbar und kostengünstig.

In Tabelle 1 sind einige Verfahrensvorteile der Druckentwesung mit natürlicher Kohlensäure zusammengestellt.

Das Verfahren zur CO₂-Druckentwesung arbeitet bei Umgebungstemperatur und Drücken bis 40 bar. In Abbildung 1 ist das Verfahrensprinzip am Beispiel einer Doppelkammer-Anlage skizziert.

Das zu behandelnde Material wird in speziell konstruierte Druckkammern eingebracht, die zur einfachen und schnellen Beschickung mit besonderen Schnellverschlüssen ausgestattet sind. Nach Verschließen der ersten Kammer strömt gasförmiges Kohlendioxid aus einem auf das Verfahren abgestimmten CO₂-Arbeitsbehälter ein, bis der gewünschte Entwesungsdruck erreicht ist. Nach Ablauf der erforderlichen Einwirkungszeit wird der CO₂-Druck in die mittlerweile befüllte und verschlossene zweite Druckkammer bis zum Druckausgleich entspannt, wodurch etwa die Hälfte des Gases wiederverwendet wird.

* Eingetragenes Warenzeichen der Fa. CARVEX Verfahrenstechnologie für Lebensmittel & Pharma GmbH.

Anschließend wird die erste Kammer bis auf Atmosphärendruck entspannt, mit Frischluft gespült und kann nun zur Entnahme des behandelten Materials geöffnet werden. Die zweite Kammer, die bereits bis zum halben Arbeitsdruck vor-

Tab. 1: Verfahrensvorteile der CARVEX®-CO₂-Druckentwesung

rückstandsfrei
toxikologisch unbedenklich
produktschonend
hoher Wirkungsgrad
rationelle Handhabung
hohe Arbeitssicherheit
behördlich geprüft und amtlich zugelassen

gespannt ist, wird mit frischem Kohlendioxid-Gas bis zum Behandlungsdruck gefüllt.

In Abbildung 2 ist die bei der Fa. Caesar & Loretz, Hilden, befindliche Doppelkammer-Anlage zur CO₂-Druckentwesung mit einem Nutzvolumen von 20 m³ pro Kammer zu sehen. Die zu entwesende Ware wird – gestapelt auf handelsüblichen Paletten – mit einem Gabelstapler in die Druckkammern eingebracht. Die Anlage ist für einen Betriebsdruck bis max. 40 bar ausgelegt. Sie wird im Normalfall mit einem Arbeitsdruck von 30 bar gefahren, dabei laufen je Arbeitstag (8 Stunden) sechs Entwesungszyklen mit einem Durchsatz von 42 Paletten ab. Die zu behandelnden Arznei- und Teedrogen können in der Originalverpackung belassen werden, sofern das Packmittel gasdurchlässig ist. Das Entwesungsmittel CO₂ wird unter Druck in das Material hineingepreßt und erreicht selbst Eiablagen der Vorratsschädlinge im Innern von gepreßten Bällen. Nach der CO₂-Druckbehandlung kann das entweste Material ohne Einhaltung von Wartezeiten sofort weiterverarbeitet werden.

Wirksamkeit der CO₂-Druckentwesung

Die Verfahrenswirksamkeit dieser Methode wurde in Zusammenarbeit mit der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Vorratsschutz, Berlin, geprüft und bewiesen [1]. Die Versuche wurden in einer Entwesungskammer mit einem Volumen von 3,5 m³, also bereits unter praxisähnlichen Voraussetzungen, durchgeführt [2]. Die Vorratsschädlinge wurden in Käfigen – Blechdosen mit beidseitigem Draht-

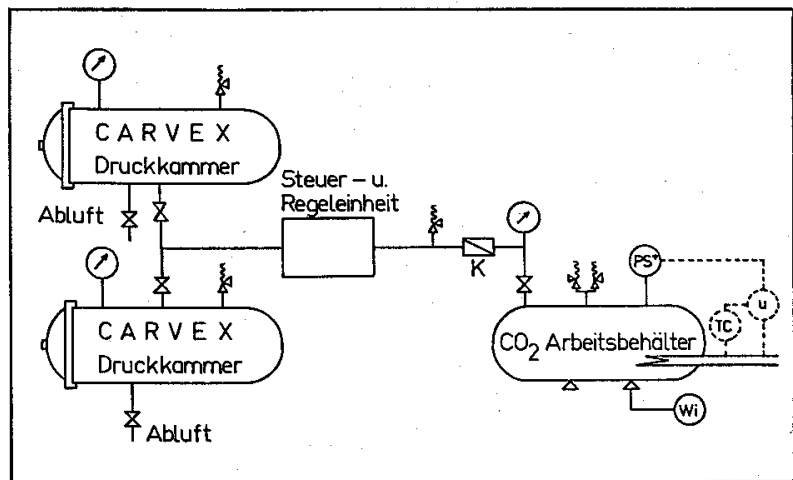


Abb. 1: Verfahrensschema einer CARVEX®-Doppelkammer-Anlage zur CO₂-Druckentwesung.

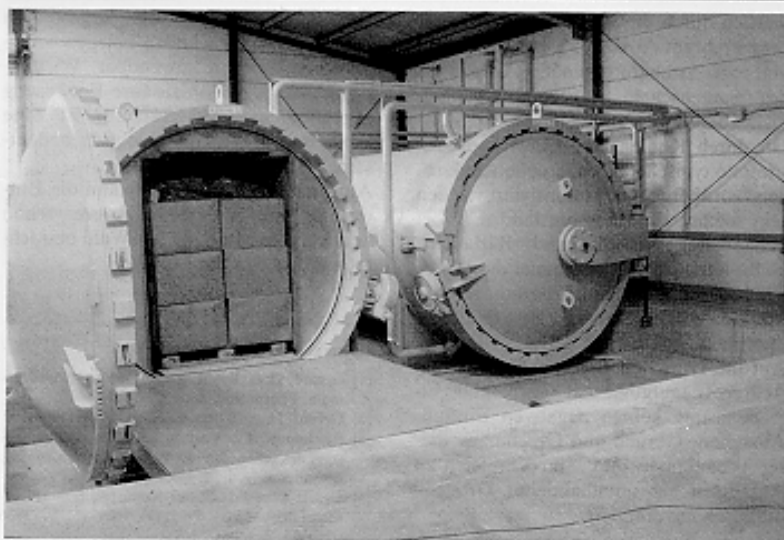


Abb. 2: CARVEX®-Doppelkammer-Anlage, Nutzvolumen zweimal 20 m³.

(Workfoto Caesar & Loretz GmbH, Hilden)

gazeinsatz – in die mit Säcken gefüllte Entwesungskammer eingebracht. Die Käfige enthielten jeweils ein Brutgemisch mit einer unbestimmten Anzahl von Eiern, Larven aller Entwicklungsstadien, Puppen und adulten Tieren. Nach der CO₂-Druckbehandlung wurden die Proben biologisch ausgewertet, das heißt über einen Zeitraum von drei Monaten bebrütet und wöchentlich auf das Auftreten lebender Tiere beobachtet.

Es liegen Erfahrungen bezüglich der Wirksamkeit der CO₂-Druckentwesung für etwa 30 verschiedene Arten von Schädlingen aus verschiedenen Bereichen des Vorratsschutzes vor. Die einzelnen Schädlinge sind gegenüber einer CO₂-Druckbehandlung unterschiedlich empfindlich. Hierüber wurde bereits berichtet [1]. Da bei einem Befall nicht immer der Schädling identifiziert ist, muß zum sicheren Vorratsschutz das Verfahren so angewandt werden, daß die für den Bereich Arznei- und Teedrogen relevanten Schadinsekten sicher abgetötet werden. Dies entspricht bei einer Umgebungstemperatur von 10 bis 20°C und einem Druck von 30 bar einer Einwirkzeit von mindestens 50 Minuten, bei einem Druck von 20 bar von mindestens 140 Minuten.

Die Wirksamkeit der CO₂-Druckentwesung auf die verschiedenen Entwicklungsstadien der Vorratsschädlinge ist unterschiedlich. In Abbildung 3 ist am Beispiel des Kornkäfers die Empfindlichkeit der verschiedenen Entwicklungsstadien gegenüber einer Behandlung mit 20 bar CO₂-Druck schematisch wiedergegeben. Am widerstandsfähigsten gegen CO₂ unter Druck sind die Insekten-eier, gefolgt von dem Puppenstadium. Deutlich empfindlicher sind die verschie-

denen Larvenstadien. Die adulten Insekten sind am leichtesten abzutöten.

Die Wirkungsweise des CO₂-Druckverfahrens bezüglich der Mortalität der Vorratsschädlinge ist im Detail noch nicht geklärt. Entsprechende wissenschaftliche Grundlagenforschungen sind noch in der Bearbeitung. Für die gute Wirksamkeit von CO₂ unter Druck ist das Zusammenspiel mindestens dreier Effekte verantwortlich:

1. Übersäuerung des Zellsaftes und der Hämolymphe der Insekten durch verstärkte Lösung von CO₂ in der Körperflüssigkeit bei Druckerhöhung (Bildung von Kohlensäure).

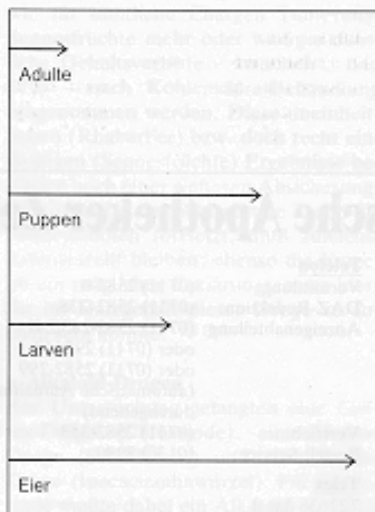


Abb. 3: Widerstandsfähigkeit der einzelnen Entwicklungsstadien des Kornkäfers gegenüber der CO₂-Druckbehandlung bei 20 bar [3], schematische Darstellung.

2. Druckeffekt, der insbesondere beim Entspannen seine Wirkung hat, analog der sog. „Taucherkrankheit“.

3. Sauerstoffentzug.

Nur durch das Zusammenspiel von CO₂ und Druck wird die gute Wirksamkeit bei kurzen Behandlungszeiten möglich. Ein vergleichbar hoher Stickstoffdruck bringt ebensowenig den gewünschten Effekt einer 100%igen Mortalität bei kurzen Einwirkzeiten wie eine hohe CO₂-Konzentration unter Atmosphärendruck, wobei Haltezeiten von bis zu mehreren Wochen notwendig sind.

Behördliche Zulassungen

Die Entwesung pflanzlicher Rohstoffe dient dem Vorratsschutz. Die Bekämpfungsmittel und die entsprechenden Verfahren des Vorratsschutzes sind nach § 11 Pflanzenschutzgesetz (PflSchG) [4] zulassungsbedürftig. Zu diesen zulassungspflichtigen Bekämpfungsmitteln gehören nach Auffassung der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Braunschweig auch inerte Gase. Über die Zulassung entscheidet diese selbständige Bundesoberbehörde im Einvernehmen mit dem Bundesgesundheitsamt und Bundesumweltamt.

Bestandteil des Zulassungsverfahrens ist nicht nur die Prüfung rein stoffbezogener Daten, wie toxikologische, physikalische und chemische Eigenschaften, sondern auch die Prüfung und Bewertung der Auswirkungen auf die Gesundheit von Mensch und Tier, auf Grundwasser sowie den Naturhaushalt. Auch der Nachweis der hinreichenden Wirksamkeit (bei Begasung im Vorratsschutz 100% Mortalität) ist eine wichtige Zulassungsvoraussetzung. Für den Anwender besonders wichtig ist die geprüfte Bedienungsanleitung in Verbindung mit dem Wirksamkeitsnachweis als Bestandteil der amtlichen Zulassung. Denn sie bietet ihm eine hohe Sicherheit bezogen auf die Wirksamkeit, Arbeitssicherheit, Funktionstüchtigkeit und ermöglicht erst die Abnahme der Anlage durch das Gewerbeaufsichtsamt.

Wird die Drogenqualität durch eine Behandlung mit Querkohlensäure beeinflusst?

Kohlensäure wird bekanntlich auch als Extraktionsmittel, z. B. zur schonenden Gewinnung/Abtrennung bestimmter Pflanzeninhaltsstoffe, wie ätherischer Öle oder Coffein, sowie zur Herstellung von Gewürzextrakten angewendet [5, 6]. Unter den hierbei stets erforderlichen sehr hohen Drücken (bis 350 bar) befindet sich CO₂ in flüssiger oder überkriti-

schem Phasenbereich und erlangt dadurch die Eigenschaft eines Lösungsmittels.

Die bei der CO₂-Druckentwesung angewandten Drücke liegen jedoch im Bereich von 20 bis 40 bar und damit um ein Vielfaches unter dem des Extraktions-Arbeitsbereiches. Folglich sind Lösungsmittel-Phänomene bei den niedrigen Drücken der Entwesung nicht zu erwarten.

Diese – zunächst rein theoretischen – Schlußfolgerungen sollten durch experimentelle Untersuchungen belegt werden. Hierzu wurden die wichtigsten arzneilich verwendeten Teedrogen ausgewählt, wobei diese in Wirkstoffklassen (Hauptwirkstoff gemäß Arzneibuch-Monographie) zusammengefaßt wurden, um eine bessere vergleichende Aussage zu ermöglichen. Folgende Gruppen wurden festgelegt:

- Ätherische Öl-Drogen,
- Flavonoid-Drogen,
- Anthrachinon-Drogen,
- Alkaloid-Drogen,
- Schleimstoffhaltige Drogen,
- Drogen mit sonstigen Wirkstoffen.

Zur Untersuchung wurden entsprechende Mustermengen der unbehandelten Drogen aus handelsüblichen Chargen – z. T. auch aus vorhandenen Rückstellmustern – bereitgestellt und geteilt. Eine Hälfte des Musters wurde (unter normalen Arbeitsbedingungen) der CO₂-Druckentwesung unterworfen. Die andere Muster-Hälfte gelangte unbehandelt zur Untersuchung. Die Analysen wurden jeweils an beiden Mustern parallel (zeitgleich unter identischen Versuchsbedingungen) durchgeführt. Hierdurch konnten die im Naturstoffsektor üblichen Analyseprobleme (Konventionenmethoden mit schwierig zu standardisierenden/reproduzierbaren Versuchsbedingungen) weitestgehend minimiert werden; damit war eine gute Vergleichbarkeit der erhaltenen Daten gewährleistet.

Untersuchungsergebnisse

Zur Untersuchung gelangten insgesamt 33 Teedrogen innerhalb der festgelegten sechs Wirkstoffklassen. Bei allen Drogen wurden die Wirkstoffgehalte gemäß vorgeschriebener Methode der jeweiligen Arzneibuch-Monographie bestimmt und vergleichend gegenübergestellt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 zusammengefaßt.

■ Ätherische Öl-Drogen

Aus dieser Substanzklasse wurden mit insgesamt 14 Drogen die umfangreichsten Untersuchungen durchgeführt. Einerseits handelt es sich um z. T. sehr verschiedenartige Drogen mit unterschied-

Tab. 2: Einfluß der CO₂-Druckentwesung auf die Drogenqualität.

Droge/Bearbeitungsform	Monographie	unbehandelt	CO ₂ -behandelt
Ätherische Öl-Drogen		Wirkstoffgehalt in %	
Caryophylli flos tot.	DAB 9 / Ph. Eur. 2	15,25	15,25
Chamomillae flos tot.	DAB 9 / Ph. Eur. 2	0,63 0,70 0,77	0,63 0,70 0,75
Menthae piperitae folium conc.	DAB 9 / Ph. Eur. 2	1,50 0,91 0,73	1,50 0,95 0,80
Salviae folium conc.	DAB 9	1,81 1,40	1,81 1,50
Anisi fructus tot.	DAB 9 / Ph. Eur. 2	2,67 2,30	2,62 2,30
Carvi fructus tot.	DAB 9, 1. Nachtrag	4,00 3,90 3,65	3,60 3,90 3,50
Foeniculi fructus tot.	DAB 9	5,30 4,83 4,30	5,20 4,97 4,00
Juniperi fructus tot.	DAB 9	0,70	0,80
Absinthii herba conc.	DAB 9	0,14	0,10
Millefolii herba conc.	DAC 1986	0,17 Azulen: 0,0041 0,15 Azulen: 0,03	0,17 0,0042 0,20 0,03
Thymi herba ger.	DAB 9	1,77 Phenole: 0,69	1,70 0,66
Levistici radix conc.	DAC 1986	0,40 0,36	0,48 0,24
Valerianae radix conc.	DAB 9 / Ph. Eur. 2	0,32 0,20	0,32 0,26
Myristicae semen pulv.		3,90	4,00
Flavonoid-Drogen		Wirkstoffgehalt in %	
Sambuci flos ger.	DAC 1986	1,35	1,55
Betulae folium conc.	DAB 9	1,86	1,85
Crataegi folium cum flore conc.	DAB 9	0,81	0,79
Solidaginis gig. herba conc.	DAC 1979 (St.-Zul.)	1,68	1,80

licher Lokalisation des von ihnen geführten ätherischen Öls. Andererseits ist – wie bereits gesagt – speziell für die Extraktion von ätherischem Öl Kohlendioxid oberhalb von 90 bar ein gutes Lösungsmittel.

Die erhaltenen Ergebnisse belegen, daß praktisch in allen Fällen keine signifikante Abnahme des ätherischen Ölgehaltes nach Kohlensäure-Druckentwesung beobachtet werden konnte. Wichtige Drogen, wie Kamillenblüten und Pfefferminzblätter, – jeweils in mehreren Chargen untersucht – ergaben identische bzw. fast identische Öl-Gehalte. Auch für die Gruppe der Umbelliferenfrüchte Fenchel, Kümmel und Anis wurden für sämtliche Chargen gut übereinstimmende Öl-Gehalte vor und nach der Druckentwesung gefunden, so daß auch die Kohlensäure-behandelte Ware die recht strengen Arzneibuch-Anforderungen voll erfüllt.

Ähnlich waren die Ergebnisse der untersuchten Herba-Drogen. Für Thymian (Phenole) sowie Schafgarbenkraut (Azulen) konnte ferner gezeigt werden, daß sowohl der Gesamtgehalt an ätherischem Öl als auch weitere Inhaltsstoffe bzw. Inhaltsstoffgruppen keine Gehaltsminde-

rung erfahren. Die für eine Charge Schafgarbenkraut beobachtete Zunahme des Gehaltes an ätherischem Öl (von 0,15% auf 0,20%) nach Kohlensäure-Behandlung sollte nicht überbewertet werden, da die Analysenmethode der DAC speziell bei dieser Droge in der Vergangenheit ohnehin häufig stark streuende Ergebnisse geliefert hat.

Die beiden untersuchten Radix-Drogen belegen auch für dieses Pflanzenteil die grundsätzliche Anwendbarkeit des Verfahrens. Während für Baldrianwurze keine bedeutsame Veränderung im ätherischen Ölgehalt vor bzw. nach Begasung auftrat, sind die erhaltenen Ergebnisse für die beiden Chargen Liebstöckelwurzel leicht streuend. Geplante weitere Untersuchungen werden dieser Beobachtung nachgehen.

Daß auch verschiedene Bearbeitungsformen von Drogen keinen wesentlichen Einfluß bei der Anwendung des CO₂-Verfahrens ausüben, belegen die untersuchten Beispiele Gewürznelken (Ganzdroge) sowie Muskatsamen (Pulverdroge).

■ Flavonoid-Drogen

Untersuchungen wurden an zwei Foli-

Tab. 2 (Forts.): Einfluß der CO₂-Druckentwesung auf die Drogenqualität.

Droge/Bearbeitungsform	Monographie	unbe- handelt	CO ₂ -be- handelt
Anthrachinon-Drogen			
Wirkstoffgehalt in %			
Frangulae cortex conc.	DAB 9 / Ph. Eur. 2*	6,8	7,2
Sennae folium conc.	DAB 9 / Ph. Eur. 2	3,15 2,57	3,16 2,66
Sennae fructus angustifoliae conc.	DAB 9 / Ph. Eur. 2	2,35 2,23 2,04	2,20 2,16 1,68
Rhei radix conc.	DAB 9 / Ph. Eur. 2	3,20 2,32	2,97 2,30
Alkaloid-Drogen			
Wirkstoffgehalt in %			
Chinae cortex conc.	DAB 9 / Ph. Eur. 2	7,77	7,25
	davon Chinin:	38,1	37,8
	davon Chinin:	9,52 39,6	9,22 38,5
Cheilonii herba conc.	DAB 9	0,91	0,82
Ipecacuanhae radix conc.	DAB 9 / Ph. Eur. 2	2,02	2,20
Schleimstoffhaltige Drogen			
Quellungszahl			
Farfarae folium conc.	DAB 9	13,5	11,5
Lini semen Mittelkorn tot.	DAB 9 / Ph. Eur. 2	4,5	4,5
	pulv.:	6,5	7,5
Lini semen Großkorn tot.	DAB 9 / Ph. Eur. 2	4,5	4,7
	pulv.:	5,7	5,7
Drogen mit sonstigen Wirkstoffen			
Hibisci flos tot.	DAB 9	Gehalt Fruchtsäuren 11,2 11,0	10,9 10,5
Phaseoli fructus sine sem. conc.	DAC 1986	Extraktgehalt 23,1	20,3
Urticae herba conc.	DAC 1986	Extraktgehalt 27,2	25,9
Liquiritiae radix mundat. conc.	DAB 8	Extraktgehalt 32,3	33,4
Hyperici herba conc.	DAC 1986	Gehalt Hypericin 0,054	0,063

* modifizierte Methode (Petroläther) gemäß DAB 9 Kommentar

um-Drogen, einer Flos-Droge sowie einer Herba-Droge durchgeführt. Dabei war der Flavonoid-Gehalt von Birkenblättern und Weißdornblättern mit Blühen nach Kohlensäure-Behandlung praktisch unverändert. Für die untersuchte Charge Holunderblüten und Riesengoldrutenkraut konnte sogar eine leichte Gehaltszunahme (7% bzw. 14%) verzeichnet werden.

■ Anthrachinon-Drogen

Mit Faulbaumrinde, Sennesblätter, Sennesfrüchte (Tinneyly) und Rhabarber gelangten vier officinelle Drogen zur Untersuchung, die von jeweils unterschiedlichen Pflanzenteilen stammen. Die Ergebnisse fielen uneinheitlich aus. Ein praktisch konstanter Wirkstoffgehalt auch nach Kohlensäure-Einwirkung wurde für alle untersuchten Chargen Sennesblätter sowie für eine der untersuchten Chargen Rhabarber festgestellt. Eine Zunahme des Gehaltes an Anthracenderivaten war bei der CO₂-behandelten Charge Faulbaumrinde (Gehaltsbestimmung jeweils mittels modifizierter Methode [Petroläther] gemäß DAB 9

Kommentar) zu beobachten. Hingegen mußten für eine Charge Rhabarber sowie für sämtliche Chargen Tinneyly-Sennesfrüchte mehr oder weniger deutliche Gehaltsverluste – zwischen 3 und 17% – nach Kohlensäure-Behandlung hingenommen werden. Diese uneinheitlichen (Rhabarber) bzw. doch recht eindeutigen (Sennesfrüchte) Ergebnisse bedürfen noch einer weiteren Absicherung. Ob sich dabei der beobachtete Trend für Senneschoten fortsetzt, muß zunächst dahingestellt bleiben; ebenso die Frage, ob ein möglicher Erklärungsansatz hierfür im Harzgehalt dieser Droge zu suchen sein könnte.

■ Alkaloid-Drogen

Zur Untersuchung gelangten eine Cortex-Droge (Chinarinde), eine Herba-Droge (Schöllkraut) und eine Radix-Droge (Ipecacuanhawurzel). Für Chinarinde mußte dabei ein Alkaloid-Gehaltsverlust zwischen 3 und 7%, für eine Charge Schöllkraut sogar von 10% nach der Kohlensäure-Behandlung festgestellt werden. Hingegen war für das CO₂-behandelte Muster Ipecacuanhawurzel eine

Gehaltszunahme von fast 10% zu beobachten.

Da das DAB 9 bei Drogen den Gehalt ohne Berücksichtigung der Restfeuchte (also auf „lufttrockene Droge“) bestimmen läßt, wurden als weitere Untersuchung die jeweiligen Trocknungsverluste ermittelt, um einen exakten Vergleich anzustellen. Die Trocknungsverluste betrugen 8,3% (unbehandelt) bzw. 7,3% (nach CO₂-Behandlung). Aus dieser Abnahme der Restfeuchte um 1% kann die beobachtete Zunahme des Alkaloid-Gehaltes nicht hinreichend erklärt werden. Die erhaltenen Ergebnisse müssen noch durch weitere Untersuchungen erhärtet werden.

■ Schleimstoffhaltige Drogen

Art und Lokalisation von Schleimstoffen in Drogen variieren erheblich. Eine genauere Analyse dieser Substanzklasse ist schwierig; die vom Arzneibuch hier vorgesehene Bestimmung der Quellungs-zahl stellt nur eine Hilfskonstruktion dar. Bei einer untersuchten Charge Huf-lattichblätter verringerte sich die Quellungs-zahl nach Kohlensäure-Behandlung von 13,5 auf 11,5, lag aber immer noch deutlich über der Mindestanforderung des DAB 9 (mindestens 9). Für verschiedene Chargen Leinsamen (Mittelkorn und Großkorn) war hingegen – sowohl für die Ganzdroge als auch für die pulverisierte Droge – keine Abnahme der Quellungs-zahl zu verzeichnen.

■ Drogen mit sonstigen Wirkstoffen

In dieser Gruppe wurden Drogen untersucht, die keiner der vorgenannten Wirkstoffklassen zuzuordnen sind und für die das Arzneibuch spezielle wertbestimmende Prüfungen vorschreibt. Bei Hibiscusbüthen war nach Kohlendi-oxid-Behandlung eine geringfügige Abnahme des Fruchtsäure-Gehaltes zu beobachten. Hingegen nahm der ermittelte Hypericin-Gehaltswert für Johanniskraut nach CO₂-Behandlung deutlich zu. Ob auch bei dieser Droge grundsätzlich höhere Gehaltswerte aufgrund der CO₂-Einwirkung (= verbesserte Wirkstoffextraktion?) analysiert werden können, bedarf einer eingehenderen Untersuchung. Es muß an dieser Stelle nochmals betont werden, daß die Untersuchungsmethoden des Arzneibuchs für Drogen häufig Konventionsmethoden darstellen, die nicht zwingend den tatsächlichen Gehalt einer Droge (und damit einen „richtigen“ Wert) ergeben, sondern diesem unter bestimmten Versuchsbedingungen möglichst nahekommen sollen. Durch die Einwirkung von Kohlensäure kann der ursprüngliche Wirkstoffgehalt einer Droge kaum erhöht werden, gut möglich ist jedoch eine Beeinflussung bestimmter für Konventionsmethoden als konstant vorausgesetzter Eigenschaften der

Droge (z. B. Permeabilität) und damit auch der hieraus erhaltenen Analysenergebnisse.

Drei weitere Drogen wurden hinsichtlich ihres Extraktgehaltes untersucht. Aus den erhaltenen uneinheitlichen Resultaten (leichte Abnahme des Extraktgehalts bei Brennesselkraut und Bohnenschalen, Zunahme bei Süßholzwurzel) können keine weiteren Schlüsse gezogen werden, zumal die jeweils unter „Extraktgehalt“ erfaßten Stoffe recht heterogen sind.

■ Weitere Beobachtungen

Außer den oben diskutierten Wirkstoffgehalten stehen für Drogen natürlich insbesondere optische und organoleptische Parameter als Qualitätsmerkmal im Vordergrund. Durch Behandlung mit Kohlendioxid sind auch für diese äußeren Merkmale einer Droge bislang keine nachteiligen Beeinflussungen festgestellt worden.

Für solch farbintensive Schmuckdrogen, wie Hibiscusbüten, Malvenblüten, Rosenblüten, Lavendelblüten, Klatschmohn oder Wollblumen, wurde nach CO₂-Behandlung keine Veränderung des Aussehens, wie z. B. „Ausbleichen“, beobachtet. Bei Schlüsselblumenblüten wird die Tendenz zum „Vergrünen“ der Blüten durch CO₂-Einwirkung nicht beschleunigt. Frucht- und Samendrogen – auch größere Drogen wie Kürbiskerne –

werden durch die Kohlendioxid-Behandlung in ihrem Aussehen nicht verändert, ein evtl. zu befürchtendes Aufplatzen der Samenschale war makroskopisch nicht zu beobachten.

Ob durch Kohlendioxid-Einwirkung bestimmte typische Eigengerüche von Drogen (vorübergehend) intensiviert werden (ein solcher Eindruck entstand u. a. bei behandelter Kamille und Bärlauch), bleibt letztlich fraglich, zumal die Wahrnehmung und Quantifizierung solcher Merkmale subjektiven Beurteilungen unterliegt.

Auf die typischen Eigenschaften hergestellter Teeaufgüsse hat die Kohlendioxid-Begasung keinen negativen Einfluß. Aussehen, Geruch und Geschmack dieser Teeaufgüsse sind – im Vergleich zu Aufgüssen aus unbehandelter Droge – praktisch unverändert.

Schlußbetrachtung

Die Entwesung pflanzlicher Drogen mit natürlicher Quellkohlendioxid unter Drücken von 20 bis 40 bar stellt ein zeitgemäßes Verfahren dar. Neben der erwiesenen Wirksamkeit und technischen Sicherheit der Methode stehen insbesondere die toxikologische Unbedenklichkeit des Gases sowie die Produktschonung im Vordergrund. Auch für eine potentiell empfindliche Warengruppe wie

Heilkräuter ist – wie die dargestellten Untersuchungsergebnisse belegen – dieses Verfahren gut anwendbar. Wichtigster Vorteil der Kohlendioxid-Entwesung gegenüber anderen Verfahren ist seine Freiheit von evtl. toxikologisch bedeutsamen Rückständen.

Aufgrund dieser Vorzüge kann die Entwesung mit Quellkohlendioxid schon heute als die Methode der Wahl betrachtet werden.

Literatur

- [1] Gerard, D., J. Kraus, K.-W. Quirin, R. Wohlgemuth: *Pharm. Ind.* 50, 1299 (1988).
- [2] Gerard, D., J. Kraus: *Gordian* 88, 90 (1988).
- [3] Reichmuth, C.: Vortrag anläßlich der VI. Tagung des Arbeitskreises Vorratsschutz der DPG, Braunschweig, 1., 2. März 1990.
- [4] Gesetz zum Schutz der Kulturpflanzen (Pflanzenschutzgesetz – PflSchG) vom 15. 9. 1986 (BGBl. I, S. 1506).
- [5] Stahl, E., K.-W. Quirin, D. Gerard: *Verdichtete Gase zur Extraktion und Raffination*. Springer-Verlag, Heidelberg 1987.
- [6] Quirin, K.-W., D. Gerard, J. Kraus: *Gordian* 86, 156 (1986).

Anschriften der Verfasser:

Dr. D. Gerard, Dr. J. Kraus, CARVEX Verfahrenstechnologie für Lebensmittel und Pharma GmbH, Postfach 1140, 6639 Reilingen

Dr. B. Fröhlingdorf, Dr. C. Jerga, A. Dalluge, c/o Caesar & Loretz GmbH, Herderstraße 31, Postfach 248, 4010 Hilden