

thesis

into  
HCO<sub>2</sub>  
of the  
was  
68%  
(13)  
94 to

atural  
'ggers

# Alkaloide in Tabernaemontana-Arten, XII [1] Untersuchung der Alkaloide von *Tabernaemontana olivacea* — Condylocarpin-N-oxid, ein neues Alkaloid aus *T. olivacea*

Alkaloids in *Tabernaemontana* Species, XII [1]  
Investigation of the Alkaloids from *Tabernaemontana olivacea* —  
Condylocarpine-N-oxide, a New Alkaloid from *T. olivacea*

Hans Achenbach\* und Bernd Raffelsberger  
Chemisches Laboratorium der Universität Freiburg, Albertstraße 21, D-7800 Freiburg i. Br.

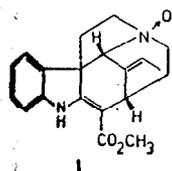
Z. Naturforsch. 35b, 885–891 (1980); eingegangen am 4. Februar 1980

Alkaloids, *Tabernaemontana olivacea*, Condylocarpine-N-oxide

From the methanolic extract of the stems of *T. olivacea* we isolated 12 alkaloids and deduced their structures. The main alkaloidal constituent is the new compound condylocarpine-N<sub>1</sub>-oxide (1). Besides this, we found akuammidine (16) and 10 further known alkaloids, which belong to the ibogamine-type.

Im Zusammenhang mit unseren Arbeiten über Alkaloide in *Tabernaemontana*-Arten soll über die Ergebnisse der Untersuchung von *T. olivacea* Müll. Arg. berichtet werden, ein Baum, der in Südamerika beheimatet ist.

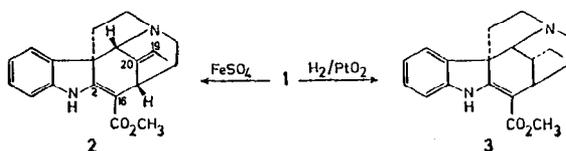
Aus dem methanolischen Extrakt von 450 g Stengeln erhielten wir etwa 2 g Rohbasengemisch, dessen chromatographische Trennung zur Isolierung von 12 verschiedenen Alkaloiden führte. Als Hauptbestandteil (ca. 4% der Rohbasen) fiel neben dem in *Tabernaemontana*-Arten häufig anzutreffenden Coronaridin (5) das Condylocarpin-N-oxid (1) an, ein bisher noch nicht beschriebenes Alkaloid vom Apidospermatin-Typ.



C<sub>20</sub>H<sub>22</sub>N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  
Schmp. 203–4° (Zers.),  
[α]<sub>D</sub><sup>20</sup> = +694° (CHCl<sub>3</sub>).

Hinweise auf das Vorliegen einer N-Oxid-Struktur lieferte neben der hohen Polarität insbesondere das massenspektrometrische Verhalten von 1: Das registrierte Spektrum ist sehr stark von den Aufnahmebedingungen abhängig, und im oberen Massenbereich wird der typische Verlust von 16 ME aus dem Molekül beobachtet [2].

Unter dem Einfluß von FeSO<sub>4</sub> kann die N-Oxid-Gruppe selektiv reduziert werden: Man erhält eine relativ unpolare Verbindung, die als Condylocarpin (2) [3–5] identifiziert wurde. Mit Wasserstoff/PtO<sub>2</sub> entsteht eine ebenfalls unpolare Verbindung, die aber zusätzlich zur Reduktion der N-Oxid-Gruppierung ein weiteres Mol Wasserstoff für die Hydrierung der Ethyliden-Anordnung aufgenommen hat und deren spektrale Daten mit den Literaturangaben für Tubotaiwin (3) [6] gut übereinstimmen.

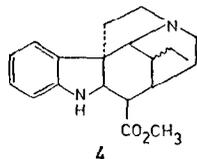


1, 2 und 3 enthalten als chromophores System das Strukturelement eines β-Anilinoacrylsäureesters, das an seinem charakteristischen Elektronenspektrum erkannt werden kann [7]. Die 2.16-Doppelbindung ist gegenüber katalytischer Hydrierung resistent, läßt sich aber mit Zn in Gegenwart von Säure reduzieren [8]. Dabei entsteht sowohl aus 2 als auch aus 1 – wenn mit einem großen Überschuß Reduktionsmittel gearbeitet wird – direkt Tetrahydrocondylocarpin (4), dessen Ringsystem bei der elektronenstoß-induzierten Fragmentierung ein sehr struktur-typisches Massenspektrum liefert [4, 5, 9, 10]. Erwartungsgemäß fällt im Zuge dieser Reaktion auch 2.16-Dihydrocondylocarpin an, das sich durch katalytische Hydrierung in 4 überführen läßt,

\* Sonderdruckanforderungen an Prof. Dr. H. Achenbach.

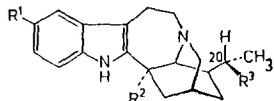
Chem.  
Synth.  
linkin,  
Coll.  
Coll.  
thesis

sowie ein weiteres Produkt, über das an anderer Stelle berichtet werden soll.



Die für das Hauptalkaloid **1**, das zu etwa 4% im Rohbasengemisch vorkommt, abgeleitete Struktur haben wir durch N-Oxidierung von authentischem Condyllocarpin\* mit  $H_2O_2$  bestätigt: Syntheseprodukt und isoliertes Alkaloid stimmen in allen Eigenschaften überein.

Unter den insgesamt 12 isolierten Alkaloiden waren die Verbindungen **5** bis **10** (Tab. I) aufgrund ihrer elektronenspektroskopischen Eigenschaften als Indole erkennbar. Die massenspektrometrische Fragmentierung aller 6 Verbindungen zeigte das gemeinsame Grundgerüst des Ibogamins (**7**) an [11–13]. Anhand der Lage der Schlüsselfragmente und ergänzt durch Informationen aus den Protonenresonanzspektren lassen sich die Strukturen eindeutig zuordnen [14].



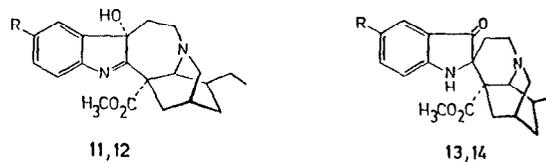
Tab. I. Strukturen und Mengenanteile der Alkaloide **5** bis **10**. [Die Mengenangaben beziehen sich auf das Rohbasengemisch (= 100%) und sind das Ergebnis grober Schätzungen aus der DC-Kontrolle der chromatographischen Fraktionen.]

Alkaloid	R <sup>1</sup>	R <sup>2</sup>	R <sup>3</sup>	Anteil [%]
<b>5</b> Coronaridin	H	CO <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	H	3,6
<b>6</b> Voacangin	OCH <sub>3</sub>	CO <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	H	1,1
<b>7</b> Ibogamin	H	H	H	0,8
<b>8</b> Ibogain	OCH <sub>3</sub>	H	H	0,2
<b>9</b> Heynoanin	H	CO <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	OH	0,3
<b>10</b> Voacristin	OCH <sub>3</sub>	CO <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	OH	2,0

Bei allen Formeln der Tab. I handelt es sich um absolute Konfigurationen, die durch die  $[\alpha]_D$ -Werte festgelegt sind. Chemisch und biogenetisch sind die

\* Wir danken Herrn Dr. Bhupesh C. Das, Institut de Chimie des Substances Naturelles, C. N. R. S., Gif-sur-Yvette, Frankreich, für die Überlassung einer Probe authentischen Condyllocarpins.

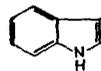
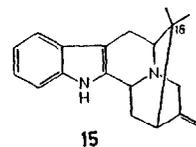
Nebenalkaloide **11–14** (Tab. II) mit den Verbindungen der Tab. I unmittelbar verwandt. Die Hydroxyindolenine **11** und **12** hatten wir kürzlich bereits aus Extrakten von *Tabernaemontana quadrangularis* isoliert [1]. Die gleiche Feststellung gilt auch für das Pseudoindoxyl **13**, das hier in *T. olivacea* aber gemeinsam mit Voacanginpseudoindoxyl (**14**) (= Voalutein [15]) angetroffen wird.



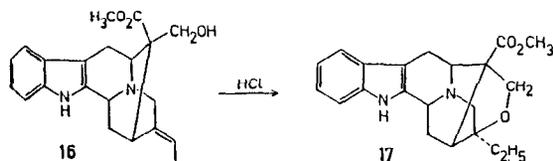
Tab. II. Strukturen und Mengenanteile der Alkaloide **11–14**.

Alkaloid	R	Anteil [%]
<b>11</b> Hydroxyindolenin-coronaridin	H	0,2
<b>12</b> Hydroxyindolenin-voacangin	OCH <sub>3</sub>	0,15
<b>13</b> Coronaridinpseudoindoxyl	H	0,2
<b>14</b> Voacanginpseudoindoxyl	OCH <sub>3</sub>	0,1

Ein letztes, nur in relativ geringer Menge (ca. 0,2% des Rohbasengemisches) anfallendes Nebenalkaloid –  $C_{21}H_{24}N_2O_4$ , Schmp. 240–242 °C,  $[\alpha]_D^{20} = +19^\circ$  – hatte ebenfalls das Elektronenspektrum eines Indols, zeigte aber ein von Alkaloiden der Ibogamin-Serie deutlich abweichendes massenspektrometrisches Fragmentierungsverhalten: Ausgeprägte Ionen bei  $m/e$  168/169 wiesen auf ein im Benzolring unsubstituiertes 1,2-anelliertes Tetrahydro- $\beta$ -carbolin-Gerüst hin [13, 16, 17]. Aus den spektroskopischen Daten und Derivatisierungsexperimenten waren die Gruppierungen  $-CH_2OH$ ,  $-CO_2CH_3$  und  $>C=CH-CH_3$  abzuleiten, die im ‚nicht-indolischen‘ Teil des Moleküls lokalisiert sein mußten. Weitere MS-Schlüsselfragmente bei  $m/e$  249, 293 und 321 legten das pentacyclische Ringsystem **15** fest, das die Alkaloide vom sog. Sarpagin-Typ auszeichnet [16, 18, 19], mit einer Platzierung der beiden funktionellen Gruppen am Brückenkohlenstoffatom C-16.



Die k  
Formel  
Resonan  
Spektru  
Bildung  
der Beh  
bekann  
Die i  
hören z  
Alkalo  
bernae  
wurde  
ammid  
nicht  
bemer  
auch  
chemi  
(= 19  
wirks  
kann  
Die  
Entst  
indox  
arbei  
wur  
kann  
Be  
ein g  
Lösu  
Woc  
Luft  
- au  
wur  
gefu  
Exp  
I  
Tei  
Au  
Isc  
'  
tan  
un  
fer  
mi



Die konfigurative Anordnung am C-16 gemäß Formel 16 stützt sich auf die ausgeprägt hohe Resonanzlage der Methoxyprotonen im NMR-Spektrum ( $\delta_{\text{OCH}_3}$ : 2,93 ppm) [20] und die leichte Bildung des Cycloisomerisierungsproduktes 17 bei der Behandlung von 16 mit Mineralsäure [21]. 16 ist bekannt als Akuammidin [22].

Die in *T. olivacea* aufgefundenen Alkaloide gehören zu 3 verschiedenen Alkaloid-Typen: Während Alkaloide, die sich vom Ibogamin ableiten, in *Tabernaemontana*-Arten schon häufiger angetroffen wurden [22] erscheint uns die Isolierung von Akuammidin (16) und insbesondere des bisher noch nicht beschriebenen Condyllocarpin- $\text{N}_b$ -oxids (1) bemerkenswert. In diesem Zusammenhang sollte auch darauf hingewiesen werden, daß man das chemisch nahe verwandte Tubotaiwin- $\text{N}_b$ -oxid (= 19.20-Dihydro-1) [23] kürzlich als cytotoxisch wirksames Prinzip in *Tabernaemontana holstii* erkannt hat [24].

Die Frage nach einer möglichen (partiellen?) Entstehung von Hydroxyindoleninen oder Pseudoindoxylen (Tab. II) als Artefakte im Zuge der Aufarbeitung von Pflanzenmaterial und Extrakten wurde bereits wiederholt diskutiert [25, 26] und kann nicht eindeutig beantwortet werden.

Bei dem N-Oxid 1 liegt aber u. E. mit Sicherheit ein genuines Alkaloid vor: Wir haben eine verdünnte Lösung von Condyllocarpin in Chloroform einige Wochen bei Raumtemperatur und Tageslicht unter Luft stehen lassen und konnten anschließend kein 1 - auch nicht in Spuren - nachweisen. Andererseits wurde Condyllocarpin im Pflanzenextrakt nicht aufgefunden!

#### Experimenteller Teil

Die allgemeinen Vorschriften des experimentellen Teils sind die gleichen, wie in Lit. [1] beschrieben.

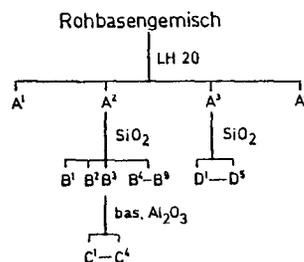
#### Aufarbeitung des Pflanzenmaterials - Isolierung der Rohbasen

450 g luftgetrocknete Stengel von *Tabernaemontana olivacea* (gesammelt in Peru) wurden gemahlen und mit 3 l Methanol im Soxhletextraktor erschöpfend extrahiert. Zur Gewinnung der Rohbasen hat man den Methanolextrakt (Rückstandsgewicht:

25 g) i. Vak. auf ca. 250 ml eingengt und mit 350 ml 10-proz. Essigsäurelösung versetzt. Die Suspension wurde zunächst viermal mit je 80 ml Hexan, dann viermal mit je 80 ml Benzol gewaschen. Die wäßrige Essigsäurelösung stellte man mit konz. Ammoniak auf pH 10,5 ein und extrahierte sechsmal mit je 70 ml Chloroform. Die vereinigten Chloroformlösungen wurden gewaschen, getrocknet und i. Vak. bei einer Badtemperatur unter 50 °C eingengt. Man erhielt als Rückstand 2,2 g Rohbasengemisch als festen Schaum.

#### Chromatographische Vortrennung des Rohbasengemisches

Das Rohbasengemisch haben wir chromatographisch entsprechend Schema 1 aufgetrennt.



Schema 1. Chromatographische Trennung des Rohbasengemisches.

Das Rohbasengemisch wurde an 80 g Sephadex LH-20 (Säulen- $\varnothing$ : 3 cm) mit Chloroform/Methanol = 3:7 chromatographiert; beim Erscheinen der gefärbten Zone am Säulenausgang wurden 45 Fraktionen A à 12 ml aufgefangen und nach DC-Kontrolle entsprechend vereinigt. Man erhielt nach Einengen:

- Aus A 1 bis A 8: 1400 mg Sammelfraktion A<sup>1</sup>
- A 9 bis A 11: 450 mg Sammelfraktion A<sup>2</sup>
- A 12 bis A 13: 150 mg Sammelfraktion A<sup>3</sup>
- A 14 bis A 45: 50 mg Sammelfraktion A<sup>4</sup>

A<sup>1</sup> enthielt hauptsächlich polymere Bestandteile; A<sup>4</sup> war ein Gemisch der Alkaloide aus A<sup>2</sup> und A<sup>3</sup>. Diese Fraktionen wurden daher nicht weiter untersucht.

#### Auftrennung der Sammelfraktion A<sup>2</sup>

A<sup>2</sup> wurde an 60 g Kieselgel 40 (Fa. Merck) mit 200 ml Chloroform, 600 ml Lm 2, 400 ml Chloroform/Methanol = 95:5, 600 ml Lm 1, 300 ml Chloroform/Methanol = 80:20 und Methanol chromatographiert. Es wurden 150 Fraktionen B à 14 ml aufgefangen und entsprechend der DC-Kontrolle vereinigt. Man erhielt nach Einengen aus Fraktionen:

- B 1 bis B 13: 36 mg B<sup>1</sup> B 57 bis B 62: 23 mg B<sup>6</sup>
- B 14 bis B 24: 55 mg B<sup>2</sup> B 63 bis B 101: 64 mg B<sup>7</sup>
- B 25 bis B 32: 57 mg B<sup>3</sup> B 102 bis B 124: 84 mg B<sup>8</sup>
- B 33 bis B 49: 58 mg B<sup>4</sup> B 125 bis B 150: 42 mg B<sup>9</sup>
- B 50 bis B 56: 33 mg B<sup>5</sup>

a) Fraktion B<sup>1</sup>

B<sup>1</sup> wurde durch präparative DC auf Kieselgelplatten mit Benzol/Essigester = 8:2 (Zweifachentwicklung) aufgetrennt, und die Zonen mit folgenden R<sub>f</sub> mit Methanol extrahiert:

R<sub>f</sub> 0,37 bis 0,43: B<sup>1</sup>-II      R<sub>f</sub> 0,58 bis 0,63: B<sup>1</sup>-IV  
R<sub>f</sub> 0,49 bis 0,54: B<sup>1</sup>-III

## Hydroxyindoleninvoacangin (12)

3 mg 12 fielen als farbloses Öl aus B<sup>1</sup>-II an. Alle chromatographischen und spektroskopischen Daten sowie der  $[\alpha]_D^{20}$ -Wert waren mit Hydroxyindoleninvoacangin [25, 1] übereinstimmend.

## Hydroxyindolenincoronaridin (11)

4 mg 11 fielen als farbloses Öl aus B<sup>1</sup>-III an. Alle chromatographischen und spektroskopischen Daten sowie  $[\alpha]_D^{20}$  waren identisch mit Hydroxyindolenincoronaridin [27, 1].

## Voacangin (6)

8 mg 6 fielen als farbloses Öl aus B<sup>1</sup>-IV an. 6 war in allen Eigenschaften identisch mit Voacangin [28, 1].

Fraktion B<sup>2</sup> erwies sich als kompliziertes Gemisch der Substanzen aus B<sup>1</sup> und den nachfolgenden Fraktionen; B<sup>2</sup> wurde daher nicht weiter untersucht.

b) Fraktion B<sup>3</sup>

B<sup>3</sup> wurde an 5 g Aluminiumoxid (basisch, Fa. Woelm, Akt. II-III; Säulen- $\varnothing$ : 1 cm) mit 100 ml Lm 3, 100 ml Chloroform, 100 ml Chloroform/Methanol = 99:1 und 100 ml Chloroform/Methanol = 95:5 in 165 Fraktionen C à 2,5 ml zerlegt und nach DC-Kontrolle entsprechend vereinigt. Man erhielt nach Einengen aus Fraktionen

C1 bis C3: 5 mg C<sup>1</sup>      C87 bis C120: 12 mg C<sup>4</sup>  
C4 bis C10: 2 mg C<sup>2</sup>      C121 bis C165: 5 mg C<sup>5</sup>  
C11 bis C86: 6 mg C<sup>3</sup>

## Voacristin (10)

Aus der methanolischen Lösung von C<sup>1</sup> kristallisierten 4 mg farblose Nadeln vom Schmp. 162 bis 164 °C <Lit. [29] 163–165 °C>. – DC (Lm 3): R<sub>f</sub> 0,18. – Ce<sup>IV</sup>: blau-grau. –  $[\alpha]_D^{20} = -28^\circ$  (0,4-proz.) <Lit. [30]  $[\alpha]_D^{20} = -29^\circ \pm 2$  (0,507-proz. in CHCl<sub>3</sub>)>. – MS: m/e (%) = 384(100, M<sup>+</sup>), 383(9), 370(6), 369(28), 367(13), 366(33), 340(9), 339(11), 244(8), 152(6). – Hochoaufgelöste MS-Daten: m/e = 384,2056 C<sub>22</sub>H<sub>28</sub>N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (M<sup>+</sup>). – UV:  $\lambda_{\max}$  (log  $\epsilon$ ) 301(3,92), 286(3,97), 225 nm (4,48). – CD:  $\lambda(\Delta\epsilon)$  281 (–4,7), 254(2,8), 228 nm (–1,02) (c = 0,09 mg/ml). – IR: 3250(NH, OH), 1725 cm<sup>-1</sup> (C=O). – <sup>1</sup>H-NMR (180 MHz):  $\delta = 7,70$  (1 H, s-breit), 7,17 (1 H, d, J = 8 Hz), 6,96 (1 H, d, J = 2 Hz), 6,84 (1 H, dd, J<sub>1</sub> = 8 Hz, J<sub>2</sub> = 2 Hz), 4,17 (1 H, q, J = 7 Hz), 3,90 (1 H, s), 3,84 (3 H, s), 3,73 (3 H, s), 3,72–3,40 (ca. 2 H, m), 3,29–2,95 (ca. 3 H, m), 2,88–2,80 (2 H, m),

2,65–2,55 (1 H, m), 2,12–1,88 (ca. 3 H, m), 1,63–1,40 (ca. 2 H, m), 1,11 (3 H, d, J = 7 Hz).

## Akuammidin (16)

Aus der methanolischen Lösung von C<sup>2</sup> kristallisierten 2 mg farblose Nadeln vom Schmp. 240 bis 242 °C <Lit. [31] 240–243 °C, Zers.>. – Weitere 8 mg konnten durch präparative DC der vereinigten Fraktionen C<sup>3</sup> und C<sup>4</sup> auf Kieselgel mit Lm1 gewonnen werden. DC (Lm1): R<sub>f</sub> 0,27. – Ce<sup>IV</sup>: schwach grau. –  $[\alpha]_D^{20} = +19^\circ$  (0,2-proz.) <Lit. [31]  $[\alpha]_D^{20} = +20^\circ$  (MeOH)>. – MS: m/e (%) = 352(100, M<sup>+</sup>), 351(58), 337(21), 336(6), 335(15), 322(14), 321(47), 293(19), 251(6), 250(11), 249(46), 247(5), 236(10), 235(7), 221(6), 209(8), 194(6), 193(6), 183(6), 182(11), 181(8), 180(10), 170(10), 169(40), 168(28), 167(12), 166(6), 158(6), 157(8), 156(13), 155(6), 154(9). – Hochoaufgelöste MS-Daten: m/e = 352,1788, C<sub>21</sub>H<sub>24</sub>N<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (M<sup>+</sup>). – UV:  $\lambda_{\max}$  (log  $\epsilon$ ) 292(3,75), 281(3,81), 275 sh (3,80), 226 nm (4,49). – IR: 3450 (NH), 3200-breit (OH), 1720 cm<sup>-1</sup> (C=O). <sup>1</sup>H-NMR (Bruker, WH 270, CD<sub>3</sub>OD):  $\delta = 7,39$  (1 H, d, J = 8 Hz), 7,28 (1 H, d, J = 8 Hz), 7,10–6,92 (2 H, m), 5,50 (1 H, q, J = 8 Hz), 4,38 (1 H, d, J = 10 Hz), 3,83–3,12 (ca. 7 H, m), 3,05–2,70 (2 H, m), 2,93 (3 H, s), 1,95 (1 H, m), 1,70 (3 H, d, J = 8 Hz).

Die Fraktionen B<sup>4</sup>, B<sup>5</sup> und B<sup>6</sup> waren komplizierte Gemische der gleichen Basen, wie sie auch in den Fraktionen B<sup>1</sup> bis B<sup>3</sup> bzw. B<sup>7</sup> und B<sup>8</sup> enthalten waren. Auf eine weitere Untersuchung wurde daher verzichtet.

c) Fraktion B<sup>7</sup>

B<sup>7</sup> wurde an 9 g Aluminiumoxid (basisch, Fa. Woelm, Akt. II-III; Säulen- $\varnothing$ : 1 cm) mit 50 ml Lm 3, 50 ml Chloroform, 50 ml Lm 2 und 50 ml Chloroform/Methanol = 95:5 in 60 Fraktionen E à 3,5 ml aufgetrennt. Nach Vereinigung entsprechender Fraktionen und Einengen i. Vak. erhielt man:

E1 bis E3: 3 mg E<sup>1</sup>      E8 bis E35: 5 mg E<sup>4</sup>  
E4 bis E5: 6 mg E<sup>2</sup>      E36 bis E41: 4 mg E<sup>5</sup>  
E6 bis E7: 4 mg E<sup>3</sup>      E42 bis E60: 8 mg E<sup>6</sup>

Die vereinigten Fraktionen E<sup>3</sup> bis E<sup>6</sup> enthielten komplizierte Gemische und wurden nicht näher untersucht.

## Ibogamin (7) und Ibogain (8)

E<sup>1</sup> wurde durch präparative DC auf Kieselgel (Lm 2) in zwei Substanzen (je ca. 1 mg) zerlegt, die in allen Eigenschaften mit Ibogamin [22, 1] bzw. Ibogain [22, 1] identisch waren.

## Coronaridinpseudoindoxyl (13)

Nach präparativer DC von E<sup>2</sup> auf Aluminiumoxid mit Lm 3 haben wir die Zonen von R<sub>f</sub> 0,35 bis 0,41 (= E<sup>2</sup>-II) und von 0,29 bis 0,34 (= E<sup>2</sup>-I) separiert. Extraktion der Zone E<sup>2</sup>-II lieferte ca. 2 mg eines gelben Öles, das in allen Eigenschaften mit Coronaridinpseudoindoxyl [32] identisch war.

**Voalutein (= Voacanginpseudoindoxyl) (14)**

Extraktion der Zone E<sup>2</sup>-I lieferte ca. 2 mg 14 als gelbes Öl. - DC (Lm3):  $R_f$  0,05. -  $Ce^{IV}$ : rot. -  $[\alpha]_D^{25} = -120^\circ$  (0,2-proz.) <Lit. [15]  $[\alpha]_D^{25} = -115^\circ$  (1-proz.)>. - MS:  $m/e(\%) = 384(100, M^+), 383(5), 326(7), 325(27), 247(19), 246(6), 224(7), 215(7), 214(9), 210(15), 209(37), 208(14), 202(7), 194(7), 169(6), 188(9), 186(10), 180(7), 176(9), 175(19), 162(7), 160(10), 152(8), 151(20), 150(24), 149(7), 139(7), 138(6), 137(10), 136(17), 124(25), 123(10), 122(54), 121(14), 110(22), 109(92), 108(22)$ . - Hochaufgelöste MS-Daten:  $m/e = 384,2051, C_{22}H_{28}N_2O_4$  ( $M^+$ ). - UV:  $\lambda_{max}$  410, 255 sh, 228 nm. - IR ( $CHCl_3$ ): 3350 (NH), 1725 (C=O), 1690  $cm^{-1}$  (C=O).

**d) Fraktion B<sup>8</sup>**

B<sup>8</sup> wurde an 10 g Aluminiumoxid (basisch, Fa. Woelm, Akt. II-III; Säulen- $\varnothing$ : 1 cm) mit 100 ml Chloroform, 75 ml Chloroform/Methanol = 99:1; 25 ml Lm2 und 100 ml Chloroform/Methanol = 95:5 in 100 Fraktionen F à 3 ml zerlegt. Nach DC-Kontrolle wurden entsprechende Fraktionen vereinigt und eingeengt:

F35 bis F38: 3 mg F<sup>1</sup>      F76 bis F91: 38 mg F<sup>4</sup>  
 F39 bis F62: 2 mg F<sup>2</sup>      F92 bis F100: 3 mg F<sup>5</sup>  
 F63 bis F75: 4 mg F<sup>3</sup>

**Condylorcarpin-N<sub>6</sub>-oxid (1)**

Aus der methanolischen Lösung von F<sup>4</sup> kristallisierte 1 in farblosen Nadeln (ca. 30 mg) vom Schmp. 203–204 °C (Zers.). - DC (Lm1):  $R_f$  0,15. -  $Ce^{IV}$ : blau (nach braun verblassend). -  $[\alpha]_D^{25} = +694^\circ$  (1,5-proz.). - MS:  $m/e(\%) = 338(8, M^+), 323(14), 322(57), 321(39), 320(6), 308(5), 307(17), 295(5), 294(7), 293(6), 292(5), 291(12), 289(7), 280(11), 279(40), 278(13), 277(6), 268(6), 267(26), 266(10), 264(8), 263(18), 262(8), 261(12), 253(26), 252(100), 251(9), 249(10), 247(6), 236(6), 235(21), 234(10), 233(9), 222(5), 221(14), 220(23), 219(10), 218(5), 216(6), 208(6), 207(6), 206(9), 205(6), 204(8), 194(6), 193(8), 192(15), 191(11), 190(8), 180(7), 178(5), 177(5), 167(8), 166(5), 165(7), 156(5), 154(5), 140(6), 131(5), 121(7), 115(7), 110(6)$ . - Hochoaufgelöste MS-Daten:  $m/e = 338,1632, C_{20}H_{22}N_2O_3$  ( $M^+$ ). - UV:  $\lambda_{max}$  (log  $\epsilon$ ) 328(4,03), 294(4,00), 225 nm (4,16). - CD:  $\lambda(A\epsilon)$  323(25,03), 280(–2,84), 230 nm (–9,67) ( $a = 0,018$  mg/ml). - IR: 3650 (NH), 1680  $cm^{-1}$  (C=O). - <sup>1</sup>H-NMR (Bruker, WH 270):  $\delta = 8,70$  (1H, s-breit), 7,34 (1H, d,  $J = 8$  Hz), 7,17 (1H, t(dd),  $J_1 = J_2 = 8$  Hz), 6,95 (1H, t(dd),  $J_1 = J_2 = 8$  Hz), 6,80 (1H, d,  $J = 8$  Hz), 5,60 (1H, q,  $J = 8$  Hz), 4,57 (1H, s-breit), 4,05 (1H, m), 3,81 (3H, s), 3,92–3,65 (2H, m), 3,62–3,50 (1H, m), 3,15–2,95 (1H, m), 2,73–2,60 (1H, m), 2,49–2,37 (1H, m), 2,30–2,21 (1H, m), 1,90–1,79 (1H, m), 1,68 (3H, d,  $J = 8$  Hz).

**Auftrennung der Sammelfraktion A<sup>3</sup>**

A<sup>3</sup> wurde an 20 g Kieselgel 40 (Säulen- $\varnothing$ : 1 cm) mit 250 ml Chloroform, 250 ml Lm2, 250 ml Chloro-

form/Methanol = 95:5 und 250 ml Lm1 in 200 Fraktionen D à 5 ml zerlegt. Nach DC-Kontrolle wurden Fraktionen wie folgt vereinigt und eingeengt:

D76 bis D83: 7 mg D<sup>1</sup>    D171 bis D175: 12 mg D<sup>5</sup>  
 D84 bis D94: 50 mg D<sup>2</sup>    D176 bis D182: 25 mg D<sup>6</sup>  
 D95 bis D100: 6 mg D<sup>3</sup>    D183 bis D189: 8 mg D<sup>7</sup>  
 D101 bis D170: 20 mg D<sup>4</sup>    D190 bis D200: 11 mg D<sup>8</sup>

**Coronaridin (5)**

Die Substanz der Fraktion D<sup>1</sup> war einheitlich und in allen Eigenschaften identisch mit Coronaridin [22, 1].

GC-Analyse von D<sup>2</sup> zeigte [1], daß ein Gemisch aus 40% Coronaridin und 60% Voacangin (s.o.) vorlag.

**Heyneanin (9)**

Präparative DC von D<sup>3</sup> auf Kieselgel mit Lm2 und Abtrennung sowie Extraktion der Hauptzone mit  $R_f$  0,76 bis 0,80 führte zur Isolierung von 4 mg 9. Die Substanz war in allen Eigenschaften mit Heyneanin [33, 1] identisch.

Durch präparative DC auf Kieselgel mit Lm2 wurde aus D<sup>4</sup> als Hauptkomponente Voacristin (s.o.) neben wenig Heyneanin, Coronaridin und Voacangin isoliert.

D<sup>5</sup> war ein kompliziertes Gemisch, das wir nicht weiter untersucht haben.

Durch präparative DC auf Kieselgel mit Lm2 wurden aus D<sup>6</sup> als Hauptkomponente 15 mg Ibo-gamin (s.o.) und als Nebenkompente 2 mg Ibogain (s.o.) isoliert.

In den Fraktionen D<sup>7</sup> und D<sup>8</sup> waren keine Alkaloide nachweisbar.

**Acetylvoacristin**

1 mg 10 wurde unter Standardbedingungen [34] acetyliert und das Produkt über Merckogel OR-PVA 500 mit Chloroform/Methanol = 3:7 gereinigt. Man erhielt ca. 1 mg Substanz mit  $R_f$  0,48 (Lm3). - MS:  $m/e(\%) = 426(40, M^+), 425(8), 368(24), 367(100), 366(93), 365(8), 337(18), 336(12), 244(11), 184(8), 183(10), 122(11)$ . - Hochoaufgelöste MS-Daten:  $m/e = 426,2163, C_{24}H_{30}N_2O_5$  ( $M^+$ ). - UV: Wie Voacristin.

**Acetyllakuammidin**

1 mg 16 wurden unter Standardbedingungen [34] acetyliert und das Produkt, wie vorstehend beschrieben, gereinigt. Ausbeute: ca. 1 mg mit  $R_f$  0,65 (Lm1). - MS:  $m/e(\%) = 394(82, M^+), 393(36), 336(25), 335(100), 333(9), 321(16), 250(8), 249(30), 236(8), 182(9), 169(28), 168(22)$ . - Hochoaufgelöste MS-Daten:  $m/e = 394,1895, C_{23}H_{26}N_2O_4$  ( $M^+$ ). - UV: Wie Akuammidin.

**Cycloisomerisierung von 16**

2 mg 16 wurden in 3 ml konz. Salzsäure 2 h am Rückfluß gekocht. Anschließend stellte man die

Lösung mit Ammoniak alkalisch und extrahierte mit Chloroform. Nach Waschen, Trocknen und Einengen des Chloroformextraktes i. Vak. erhielt man das Produkt 17 als DC-einheitliches farbloses Öl (ca. 1,5 mg), das unter Standardbedingungen nicht mehr acetylierbar war. – DC (Lm1):  $R_f$  0,47. – MS:  $m/e$  (%) = 352(100,  $M^+$ ), 351(73), 337(10), 323(7), 321(6), 296(11), 293(7), 265(6), 264(5), 240(15), 239(27), 198(5), 187(5), 183(6), 182(12), 180(7), 170(6), 169(18), 168(34), 167(8), 156(9), 155(6), 154(5). – Hochaufgelöste MS-Daten:  $m/e$  = 352,1791,  $C_{21}H_{24}N_2O_3$  ( $M^+$ ). – UV: Wie Akuamidin. – IR: 3450 (NH), 1725  $cm^{-1}$  (C=O). –  $^1H$ -NMR (180 MHz): u. a.  $\delta$  = 0,95 (3H, t,  $J$  = 7 Hz).

#### Reduktion von 1 zu Condyllocarpin (2)

3 mg 1 wurden in 1 ml wässriger 10-proz. Eisen(II)-sulfat-Lösung 20 min am Rückfluß gekocht. Vom Ausgangsprodukt wurden durch präparative DC auf Kieselgel (Lm1) mit  $R_f$  0,31 bis 0,36 eine weniger polare Komponente abgetrennt. Man erhielt nach Extraktion ca. 1 mg 2 als farbloses Öl. – DC (Lm1):  $R_f$  0,34. –  $Ce^{IV}$ : blau (nach braun verblassend). –  $[\alpha]_D^{20}$  = +870° (0,1-proz.) <Lit. [3]  $[\alpha]_D^{20}$  = +900 ± 10° (0,556-proz.)>. – MS:  $m/e$  (%) = 322(100,  $M^+$ ), 321(11), 307(30), 294(10), 293(7), 291(11), 280(5), 279(18), 267(19), 266(8), 264(10), 263(29), 253(10), 252(29), 249(15), 247(5), 235(21), 234(7), 233(5), 221(10), 220(10), 216(8), 206(7), 204(5), 192(7), 191(5), 180(7), 167(5), 161(5), 156(5), 140(5), 121(11). – Hochaufgelöste MS-Daten:  $m/e$  = 322,1684,  $C_{20}H_{22}N_2O_2$  ( $M^+$ ). – UV:  $\lambda_{max}$  (log  $\epsilon$ ) 328(4,08), 295(3,99), 227 nm (4,02). – IR: 3650 (NH), 1685  $cm^{-1}$  (C=O). –  $^1H$ -NMR (Bruker, WH 270):  $\delta$  = 8,64 (1H, s-breit), 7,20–6,73 (4H, m), 5,30 (1H, q,  $J$  = 7 Hz), 4,10 (1H, s), 3,91 (1H, m), 3,82 (3H, s), 3,54–3,40 (1H, m), 3,20–2,59 (ca. 5H, m), 2,1–1,8 (ca. 4H, m), 1,62 (3H, d,  $J$  = 7 Hz).

Die Substanz war identisch mit Condyllocarpin, das wir freundlicherweise von Herrn Dr. Bhupesh C. Das vom Institut de Chimie des Substances Naturelles der C. N. R. S., Gif-sur-Yvette, Frankreich, erhalten haben.

#### Reduktion von 1 zu Tubotaiwin (3) [35]

2 mg 1 wurden in 2 ml Ethanol gelöst und an 1 mg Platindioxid bei Raumtemp. und 760 Torr über Nacht hydriert. Filtration und Einengen i. Vak. lieferte ein öliges, DC-einheitliches Produkt. – DC (Lm1):  $R_f$  0,32. –  $Ce^{IV}$ : blau (nach braun verblassend). – MS:  $m/e$  (%) = 324(69,  $M^+$ ), 323(11), 309(8), 295(6), 293(11), 281(6), 268(8), 267(28), 266(6), 265(20), 264(14), 263(11), 255(13), 254(13), 253(17), 252(6), 249(5), 241(6), 240(9), 235(6), 230(9), 229(55), 228(8), 226(9), 225(8), 222(8), 221(8), 209(13), 208(13), 207(8), 206(8), 197(14), 195(9), 194(25), 193(9), 192(8), 183(6), 182(23), 181(23), 180(39), 179(6), 178(6), 169(6), 168(16), 167(31), 166(11), 165(6), 162(9), 154(11), 152(5), 140(5), 124(5), 123(13), 122(6), 115(6), 110(6), 98(11), 96(8), 95(53), 84(23), 82(9), 72(6), 71(100). – Hochaufge-

löste MS-Daten:  $m/e$  = 324,1840,  $C_{20}H_{24}N_2O_2$  ( $M^+$ ). – UV:  $\lambda_{max}$  (log  $\epsilon$ ) 328(4,10), 294(3,97), 225 nm (4,01). – IR ( $CHCl_3$ ): 3350 (NH), 1685  $cm^{-1}$ .

#### N-Oxidierung von Condyllocarpin zu 1

2 mg authentisches Condyllocarpin (von Herrn Dr. B. C. Das) wurden in 2 ml Ethanol gelöst und mit 0,5 ml 30-proz. Wasserstoffperoxidlösung über Nacht bei Raumtemp. gerührt. Man verdünnte die Lösung mit 10 ml Wasser und extrahierte mit Chloroform. Nach Einengen i. Vak. wurde durch präparative DC auf Kieselgel mit Lm1 gereinigt, wobei ca. 1 mg 1 als ein farbloses Produkt anfielen, das in allen Eigenschaften mit dem isolierten Alkaloid 1 identisch war.

#### Reduktion von 1 mit Zink in Schwefelsäure

4 mg 1 wurden in 5 ml methanolischer Schwefelsäure (ca. 40-proz.) gelöst und mit 100 mg Zinkpulver 3 h am Rückfluß erhitzt. Zur Aufarbeitung haben wir mit 10 ml Wasser verdünnt, die festen anorganischen Bestandteile durch Zentrifugieren entfernt und die wässrige Lösung mit Chloroform extrahiert. Nach Abziehen des Chloroforms i. Vak. wurde das Produktgemisch durch präparative DC auf Kieselgel mit Lm3 in drei Zonen mit den  $R_f$ -Schwerpunkten 0,20, 0,28 und 0,52 getrennt.

Extraktion lieferte folgende Substanzen:

a) Aus der Zone mit  $R_f$  0,18–0,22 fiel 1 mg 2.16.19.20-Tetrahydrocondyllocarpin (4) an. –  $Ce^{IV}$ : orange-rot. – MS:  $m/e$  (%) = 326(28,  $M^+$ ), 227(9), 197(14), 196(100), 194(8), 184(10), 168(10), 144(15), 143(11), 133(6), 130(7), 113(7). – Hochaufgelöste MS-Daten:  $m/e$  = 326,1998,  $C_{20}H_{26}N_2O_2$  ( $M^+$ ). – UV:  $\lambda_{max}$  298, 245 nm. – IR ( $CHCl_3$ ): 3360 (NH), 1730  $cm^{-1}$  (C=O).

b) Aus der Zone mit  $R_f$  0,26–0,30 erhielt man ca. 0,5 mg 2.16-Dihydrocondyllocarpin. –  $Ce^{IV}$ : orange-rot. – MS:  $m/e$  (%) = 324(40,  $M^+$ ), 293(7), 195(14), 194(100), 154(8), 144(17), 143(7), 130(11), 124(7). – Hochaufgelöste MS-Daten:  $m/e$  = 324,1845,  $C_{20}H_{24}N_2O_2$  ( $M^+$ ). – UV:  $\lambda_{max}$  298, 245 nm. – IR ( $CHCl_3$ ): 3350 (NH), 1730  $cm^{-1}$  (C=O). – Durch katalytische Hydrierung an Platinoxid wird das Produkt quantitativ in 4 überführt.

c) Aus der Zone mit  $R_f$  0,49–0,55 fielen ca. 1 mg einer weiteren farblosen Verbindung an [36]. –  $Ce^{IV}$ : blau-grau. –  $[\alpha]_D^{20}$  = +60° (0,1-proz.). – MS:  $m/e$  (%) = 324(41,  $M^+$ ), 323(5), 265(5), 194(9), 124(10), 123(100), 122(20), 121(6), 108(13). – Hochaufgelöste MS-Daten:  $m/e$  = 324,1839,  $C_{20}H_{24}N_2O_2$  ( $M^+$ ). – UV:  $\lambda_{max}$  (log  $\epsilon$ ) 293(4,38), 286(4,29), 225 nm (4,52). – IR ( $CHCl_3$ ): 3360 (NH), 1725  $cm^{-1}$  (C=O).

Wir danken der Deutschen Forschungsgemeinschaft und dem Fonds der Chemischen Industrie für Sachbeihilfen. Unser ganz besonderer Dank gilt Herrn Dr. Bhupesh C. Das, Institut de Chimie des Substances Naturelles, C. N. R. S., Gif-sur-Yvette, Frankreich, für die Überlassung einer Probe Condyllocarpin.

(M<sup>+</sup>). -  
(4,0).Herrn  
öst und  
ag über  
ante die  
rte mit  
e durch  
reinjigt,  
akt an-  
soliertenSchwefel-  
g Zink-  
beitung  
e festen  
fugieren  
oroform  
s i. Vak.  
tive DC  
den R<sub>f</sub>-  
st.iel 1 mg  
- Co<sup>IV</sup>:  
, 227(0),  
144(16),  
aufgelöste  
(M<sup>+</sup>). -  
60 (NH),t man ca.  
: orange-  
, 195(14),  
124(7). -  
324, 1845,  
45 nm. -  
- Durch  
wird dasca. 1 mg  
n [36]. -  
z.). - MS:  
, 194(9),  
- Hoch-  
oH<sub>2</sub>N<sub>2</sub>(  
) , 225 nm  
<sup>1</sup> (C=O).Zusammen-  
fassung für  
Dank gilt  
himie des  
ir-Yvette,  
er Probe

- [1] XI. Mitteil.: H. Achenbach und B. Raffelsberger, Z. Naturforsch. **35b**, 219 (1980).
- [2] T. A. Bryce und J. R. Maxwell, Chem. Commun. **1965**, 206; N. Bild und M. Hesse, Helv. Chim. Acta **50**, 1885 (1967).
- [3] D. Stauffacher, Helv. Chim. Acta **44**, 2006 (1961).
- [4] K. Biemann, A. L. Burlingame und D. Stauffacher, Tetrahedron Lett. **1962**, 527.
- [5] A. Sandoval, F. Walls, J. N. Shoolery, J. M. Wilson, H. Budzikiewicz und C. Djerassi, Tetrahedron Lett. **1962**, 409.
- [6] M. Pinar und H. Schmid, Liebigs Ann. Chem. **668**, 97 (1963); W. G. Kump, M. B. Patel, J. M. Rowson und H. Schmid, Helv. Chim. Acta **47**, 1497 (1964).
- [7] A. W. Sangster und K. L. Stuart, Chem. Rev. **65**, 69 (1965).
- [8] S. z. B.: J. Lévy, J. LeMen und M. M. Janot, Bull. Soc. Chim. Fr. **1960**, 979.
- [9] K. Biemann, M. Spiteller-Friedmann und G. Spiteller, J. Am. Chem. Soc. **85**, 631 (1963).
- [10] H. Budzikiewicz, J. M. Wilson, C. Djerassi, J. Lévy, J. LeMen und M. M. Janot, Tetrahedron **9**, 1265 (1963).
- [11] K. Biemann und M. Friedmann-Spiteller, J. Am. Chem. Soc. **83**, 4805 (1961).
- [12] K. Biemann, Mass Spectrometry, S. 323, McGraw-Hill Book Company Inc., New York, San Francisco, Toronto, London 1962.
- [13] M. Hesse, Indolalkaloide, in H. Budzikiewicz (Herausg.): Fortschritte der Massenspektrometrie, Vol. 1, Verlag Chemie, Weinheim 1974.
- [14] S. z. B. Lit. [1].
- [15] G. B. Guise, E. Ritchie und W. C. Taylor, Aust. J. Chem. **18**, 1279 (1965).
- [16] K. Biemann, Tetrahedron Lett. **1960** (15) 9.
- [17] H. Vorbrueggen, H. Budzikiewicz, J. M. Wilson, L. J. Durham und C. Djerassi, J. Am. Chem. Soc. **84**, 2161 (1962).
- [18] K. Biemann, J. Am. Chem. Soc. **83**, 4801 (1961).
- [19] M. Ohashi, H. Budzikiewicz, J. M. Wilson, C. Djerassi, J. Lévy, J. Gosset, J. LeMen und M. M. Janot, Tetrahedron **19**, 2241 (1963).
- [20] M. P. Cava, S. K. Talapatra, J. A. Weisbach, B. Douglas und G. O. Dudek, Tetrahedron Lett. **1963**, 53.
- [21] H. Achenbach und E. Schaller, Chem. Ber. **108**, 3842 (1975).
- [22] M. Hesse, Indolalkaloide in Tabellen mit Ergänzungswerk, Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1964 bzw. Berlin-Heidelberg-New York 1968.
- [23] M. Pinar, U. Renner, M. Hesse und H. Schmid, Helv. Chim. Acta **55**, 2972 (1972).
- [24] D. G. I. Kingston, F. Ionescu und B. T. Li, Lloydia **40**, 215 (1977).
- [25] D. W. Thomas und K. Biemann, Tetrahedron **24**, 4223 (1968).
- [26] S. z. B.: D. F. Dickel, C. L. Holden, R. C. Maxfield, L. E. Paszek und W. I. Taylor, J. Am. Chem. Soc. **80**, 123 (1958).
- [27] B. C. Das, E. Follion und M. Plat, C. R. Acad. Sci., Ser. C **264**, 1765 (1967).
- [28] S. z. B.: F. Walls, O. Collera und A. Sandoval, Tetrahedron **2**, 173 (1958).
- [29] U. Renner und D. A. Prins, Experientia **15**, 456 (1959).
- [30] D. Stauffacher und E. Seebeck, Helv. Chim. Acta **41**, 169 (1958).
- [31] R. Kaschnitz und G. Spiteller, Monatsh. Chem. **96**, 909 (1965).
- [32] F. J. Abreu Matos, R. Braz Fe., O. R. Gottlieb, F. W. L. Machado und M. I. L. M. Madruga, Phytochemistry **15**, 551 (1976); B. Hwang, J. A. Weisbach, B. Douglas, R. F. Raffauf, M. P. Cava und K. Bossho, J. Org. Chem. **34**, 412 (1969).
- [33] T. R. Govindachari, B. S. Joshi, A. K. Saksena, S. S. Satho und M. Viswanathan, Tetrahedron Lett. **1965**, 3873; S. M. Kupchan, J. M. Cassady und S. A. Telang, Tetrahedron Lett. **1966**, 1251.
- [34] H. Achenbach und B. Raffelsberger, Chem. Ber., im Druck.
- [35] D. Schumann und H. Schmid, Helv. Chim. Acta **46**, 1996 (1963).
- [36] Worüber an anderer Stelle berichtet worden soll.