

# Afrikanische Pfeilgifte

Von

Dr. HANS DIETER NEUWINGER

St. Leon-Rot

*wba*

WISSENSCHAFTLICHE VERLAGSGESELLSCHAFT MBH

1974

# NATURWISSENSCHAFTLICHE RUNDSCHAU

Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft m. b. H., Stuttgart N, Birkenwaldstraße 44, Postfach 40

Sonderdruck aus Band 27, Hefte 9 und 10 (1974)

Seiten 340-3 59 und 3 8 5-402

## Afrikanische Pfeilgifte

*Professor Dr. Tadeus Reichstein gewidmet*

Der primitive Mensch war schwächer und langsamer, mit natürlichen Waffen, wie Zähne und Klauen, weit weniger gut ausgestattet als viele Tiere, mit denen er sich tagtäglich auseinandersetzen mußte. Stein, Wurfholz, Speer, Schleuder waren die ersten Waffen des Urmenschen, mit denen er seine Beute aus einer gewissen Entfernung angreifen konnte und sich eine Überlegenheit verschaffte, die er in Millionen von Jahren langsam, doch stetig durch die Erfindung immer neuer Geschosswaffen weiterentwickelte und verstärkte [1].

Eine der sinnreichsten und leistungsfähigsten Erfindungen des Menschen war der Bogen, das „erste Gerät, mit dem Energie langsam gespeichert, kurz aufbewahrt und plötzlich kontrolliert und gezielt entfesselt werden konnte“ [2]. Im Gegensatz zu den bisherigen Waffen, die durchweg auf der Hebelwirkung beruhten, basiert der Bogen auf der in der Bogen- spannung enthaltenen Energie. Die ersten Bogenschützen müssen bei der Jagd eine unermessliche

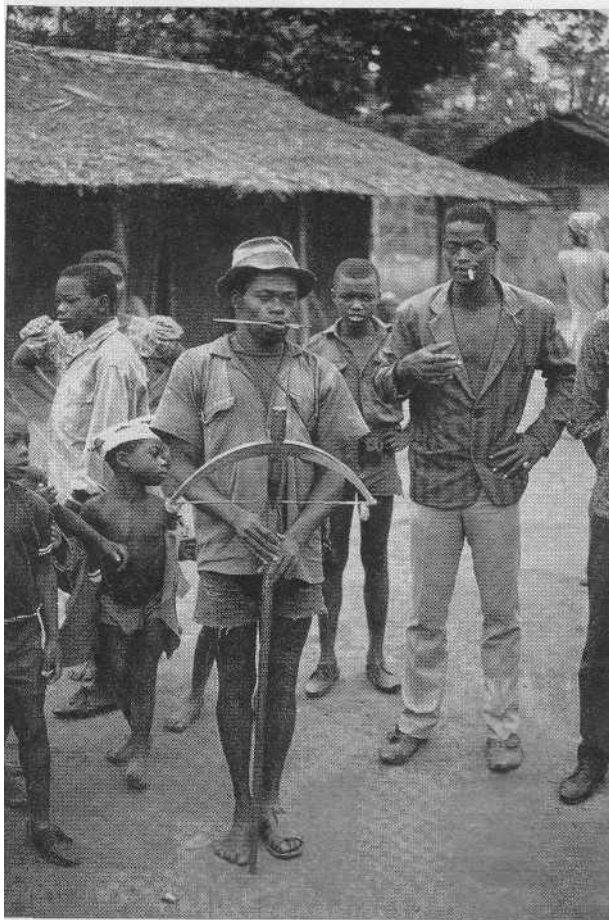
Überlegenheit besessen haben. Bogen und Pfeil wurden mit Sicherheit vor über 30 000 Jahren erfunden. A. RUST, einer der großen Vorgeschichtsforscher, schließt aus verschiedenen Tatsachen, daß die Menschen den Bogen schon vor etwa 150 000 Jahren gekannt haben [3]. P. W. SCHMIDT [4] vertritt die Meinung, daß die afrikanischen Pygmäen die Erfinder des Bogens gewesen sind. Auch die entscheidende

Dipl.-Chem. Dr. H. D. NEUWINGER (geb. 29. März 1936) ist in der industriellen Forschung und Entwicklung tätig. Er unternahm zahlreiche Reisen in kaum besuchte Gebiete Afrikas. — Prof. Dr. T. REICHSTEIN ist emeritierter Direktor des Instituts für Organische Chemie der Universität Basel. 1950 wurde er zusammen mit PH. S. HENCH und E. C. KENDALL mit dem Nobelpreis für Medizin und Physiologie ausgezeichnet. Prof. REICHSTEIN begann um 1945 mit der intensiven chemischen Durchforschung der Pflanzen-Gattungen *Strophanthus* und *Acokanthera* sowie anderer herzglykosidhaltiger Pflanzen. Sein Arbeitskreis konnte zahlreiche herz-wirksame Glykoside isolieren und in ihrer Struktur klären.

*Dr. H. D. Neuwinger, 6837 St. Leon-Rot bei Heidelberg, Haupt- straße 190.*

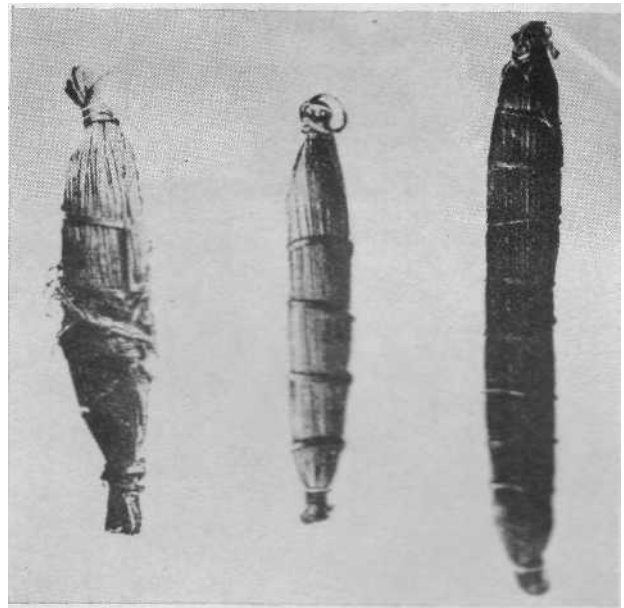
Stabilisierung des Pfeils durch Befiederung oder Verlagerung des Schwerpunkts nach vorne durch Anbringung von Stein- oder Knochenspitzen war schon sehr früh bekannt.

Aus dem einfachen, geradendigen Bogen entwickelte sich der leistungsfähigere, gegen seine natürliche Krümmung gespannte Doppelbogen und weiter die gefürchtete, weitreichende Armbrust, die in China schon 200 v. Chr. benutzt wurde und den alten römischen Jägern ebenfalls bekannt war. Die Armbrust finden wir heute in ihrer primitiven Form noch bei afrikanischen Pygmäen in Südkamerun, bei einigen Bantu-Stämmen in Südkamerun und Gabun („Fan-Armbrust“) sowie in Hinterindien und Nordthailand [3,5, 6].



**Abb. 1.** Armbrust-Jäger in Südost-Kamerun. Zwischen den Zähnen hält er einen Giftpfeil. Die Armbrust ist die bevorzugte Waffe der Südkamerun-Pygmäen (Bagielli und Balinga) und einiger Bantu-Stämme im Regenwaldgebiet Nord-Gabun/Südkamerun, insbesondere der Fang und Bangandu. Gejagt werden in erster Linie Baumtiere.

Wo die zerstörende Kraft der Pfeile und Speere im Kampf mit der lebendigen Umwelt nicht ausreichte, begann der Mensch die Wirkung der Schuß- und Schleuderwaffe mit der des Giftes zu kombinieren. Die Verwendung vergifteter Waffen in Afrika war schon lange vor unserer Zeitrechnung bekannt. THEOPHRAST, der Schüler PLATONS und ARISTOTELES, berichtet um die Mitte des 3. Jahrhunderts v. Chr. von den Äthiopiern, daß sie eine tödlich wirkende Wurzel, die bei ihnen wachse, zum Bestreichen ihrer Pfeile benutzen. AGATHARCHIDES teilt um 130 v. Chr.



**Abb. 2.** Zum Handel verpacktes Acokanthers-Pfeilgift. Ostafrika

mit, daß auch „andere Äthiopier“ sich sehr großer Waffen, aber kleiner Pfeile bedienen, an deren Spitze sich ein länglicher, mit Sehnen befestigter Finde, der sehr stark zugespitzt und mit tödlichem I-Giften bestrichen sei. Genauere Angaben über die Art des Giftes und der Giftgewinnung sind allerdings aus dieser Zeit nicht überliefert.

Eine umfangreiche, wenn auch größtenteils oberflächliche Berichterstattung über afrikanische Pfeilgifte beginnt gegen Mitte des 17. Jahrhunderts, als Eroberer, Missionare, Kaufleute und Forscher die afrikanische Küste aufsuchen und stellenweise in das Landesinnere vordringen. Zuverlässige Berichte, insbesondere über die den Pfeilgiften zugrundeliegenden Pflanzen, erhalten wir aber erst in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts.

Heute wissen wir, daß nirgendwo sonst auf der Erde in auch nur annähernd gleichem Umfang Giften Gebrauch gemacht wurde wie in Afrika. Dabei bestehen keinerlei Unterschiede bei den verschiedenen Rassen und Völkern: Die zwergwüchsigen Pygmäen und Buschmänner verwendeten und verwendeten Gifte ebenso wie die hochgewachsenen Krä:'. Massai und Dinka. Durch Mitteilung von Stamm zu Stamm, durch Völkerverschiebungen und Kriege hat manches Pfeilgift seine Verbreitung gefunden. Wo die natürliche Grundlage für die Pfeilgiftgewinnung fehlte oder wo man es nicht verstand, leistungsfähige Pfeilgifte zu bereiten, setzte der Gifthandel über weite Strecken ein. Als besonders giftkundig und auch geschäftstüchtig erwiesen sich dabei die Äthiopier, Somali, einige ostafrikanische und nordkameruner Stämme.

Die Arten der früher wie heute in Afrika noch verwendeten Gifte haben keinerlei Wandel erfahren; es sind überwiegend pflanzliche Herzgifte (herzwirksame Glykoside), im Gegensatz zu den in Südamerika vorherrschenden, muskellähmenden, pflanzlichen Curare-Pfeilgiften, deren wirksames Prinzip Alkaloide sind.

Über die Entdeckung der Giftwirkung kennt man in Afrika allerlei Volkssagen. Trennen wir das Mär-

chenhafte vom Wahrscheinlichen, so bleibt als nahe-  
 liegend übrig, daß sich bei der Nahrungssuche von  
 Mensch und Tier die todbringende Wirkung mancher  
 Pflanzen und Früchte gezeigt hat. Tatsächlich unter-  
 scheiden die Eingeborenen vielerorts noch heute die  
 wirksamen von den unwirksamen Formen der oft  
 sehr polymorphen und in ihrem Wirkstoffgehalt unter-  
 schiedlichen Giftpflanzen lediglich daran, daß wäh-  
 rend des Fruchtens unter diesen Gewächsen tote Vö-  
 gel, Ratten und sonstige Kleintiere liegen. Anderer-  
 seits wissen wir von Augenzeugenberichten, daß  
 die Eingeborenen auch nahe verwandte und ähnlich  
 aussehende Pflanzen, für die sie irgendeine prak-  
 tische Verwendung haben, verblüffend genau unter-  
 scheiden können. Manche Giftbereiter kultivieren  
 Bäume und Sträucher, die sich am geeignetsten er-  
 wiesen haben, in versteckten Gebieten und betreiben  
 eine regelrechte Spitzenzucht [7]. Auch heute gibt es  
 in Afrika noch große Gebiete, wo der Giftpfeil eine  
 alltägliche Waffe ist.

Erstaunlich ist allerdings, daß trotz eines umfang-  
 reichen Schrifttums viele Fragen hinsichtlich Gewin-  
 nung, Zusammensetzung und Wirkung afrikanischer  
 Pfeilgifte unbeantwortet bleiben. Dichtung und Wahr-  
 heit sind auch in vielen Berichten unseres Jahrhun-  
 derts noch immer bunt gemischt. Bis in die neueste  
 Zeit werden Fakten aus zweifelhaften alten Berich-

ten und suspekten Quellen ohne jede Nachprüfung  
 übernommen; dabei wird oft aus der Vermutung des  
 einen eine Tatsache für den andern. Doch selbst das  
 wenige Material, das nach kritischer Sichtung noch  
 übrigbleibt, fordert unsere Bewunderung vor dem,  
 was einfache Menschen mit erstaunlichem Anpas-  
 sungsvermögen an ihre Umwelt und sicherem Instinkt  
 herausgefunden und zum Zwecke des Tötens in den  
 Dienst ihrer Existenz gestellt haben. Es fordert  
 aber auch Bewunderung vor jenen Menschen, denen  
 es gelang, aus diesen Mitteln zum Töten solche zur  
 Erhaltung des Lebens zu machen.

### Vergiftete Waffen

Vergiftet werden praktisch alle Arten von Waffen,  
 mit denen man Wunden beibringen kann. Bevorzugt  
 werden aber vergiftete *Pfeile* verwendet. Sie beste-  
 hen gewöhnlich aus Hartholz, dessen Spitze im Feuer  
 gehärtet wurde, oder sie haben eine Metallspitze  
 und dahinter eine Umwicklung aus Pflanzenmaterial,  
 auf der das Gift besser haftet. Die Pfeile sind an  
 ihrem stumpfen Ende oft mit einem zugeschnittenen,  
 steifen Pflanzenblatt oder auch mit Vogelfedern als  
 Steuerorgan gefiedert. Die eisernen Spitzen werden  
 mühsam aus Draht oder großen Zimmermannsnägeln  
 geschmiedet, die man in den Läden kaufen kann. Die  
 Giftmasse befindet sich meist nicht auf der Metall-

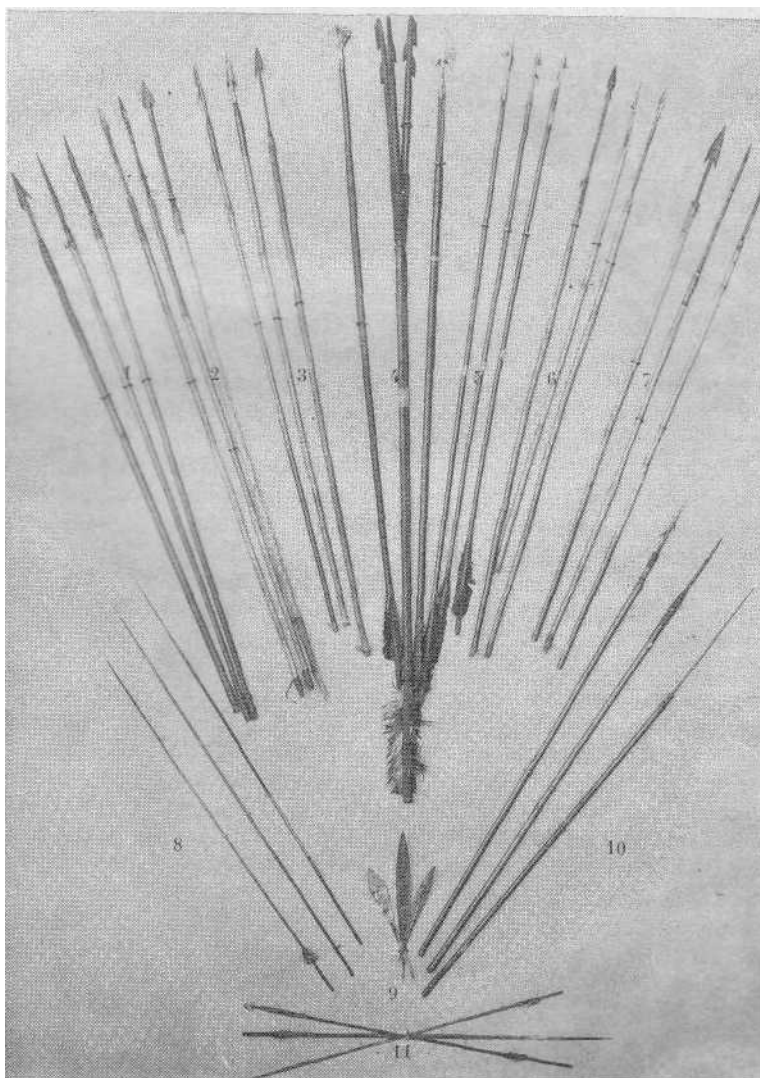


Abb. 3. Afrikanische Pfeile. — 1. Guinea. —  
 2. Dahomey. — 3. Gambia. — 4. Zaire (Bateke).  
 — 5. Ober-Sangha-Gebiet. — 6. Unter-Niger-  
 Gebiet. — 7. Ober-Niger-Gebiet. — 8. Alima-  
 Gebiet. — 9. Ober-Ogowe-Gebiet. — 10. Zaire  
 (Kasai). — 11. Kongo-Brazzaville.

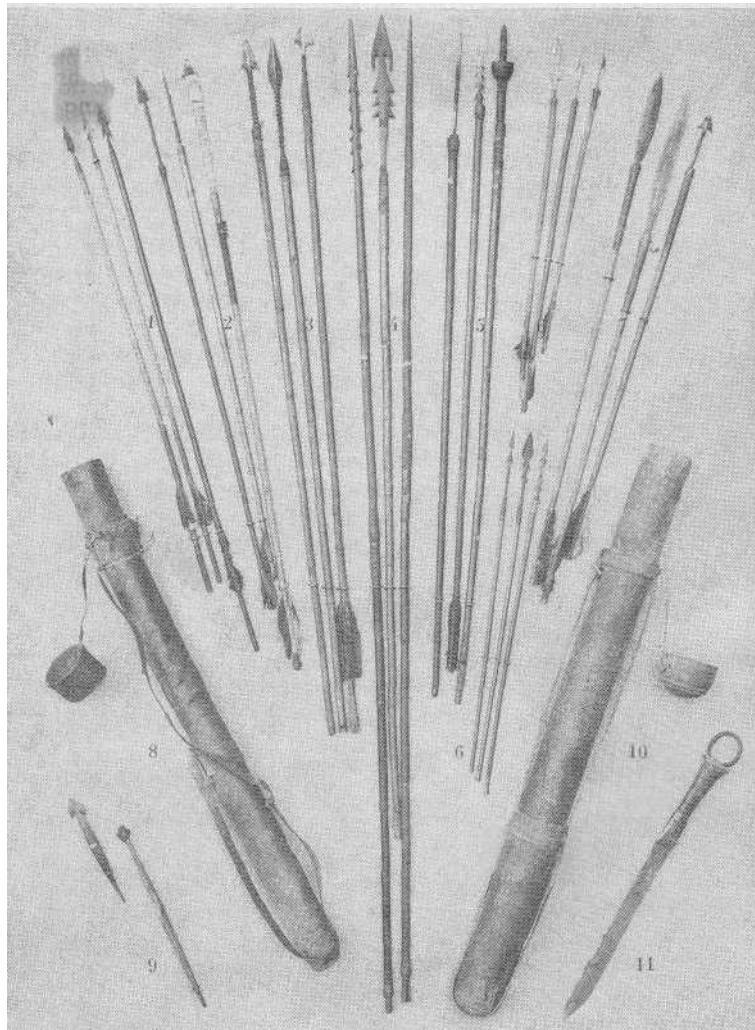


Abb. 4. Afrikanische Pfeile. — 1. Südafrika (Südostbantu, Xosa). — 2. Buschmänner (Kalahari). — 3. Sansibar. — 4. Sambesi-Gebiet. — 5. Seen-Gebiet (Ostafrika). — 6. Somalia. — 7. Sudan. — 8. Buschmann-Köcher (Kalahari). — 9. Buschmann-Pfeil, auseinandergenommen. — 10. Seen-Gebiet-Köcher. — 11. Somali-Dolch.

spitze selbst, sondern zwischen der Spitze und dem Schaftanfang. Widerhaken sind bei Pfeilen relativ selten. Oft ist hinter dem Giftbelag eine Kerbe eingeschnitten, damit die vergiftete Spitze in der Wunde abbricht und sitzenbleibt. Denselben Effekt erreichen andere Jäger, indem sie den Pfeil unterteilen, wie zum Beispiel die in Kenia berühmten Wasanja-Elefantenjäger, die einen zweigeteilten Pfeil benutzen. Am oberen ausgehöhlten Hauptschaft steckt ein zusätzlicher dünner Schaft als Giftträger. Das getroffene Tier streift auf der Flucht den weit herausragenden Hauptschaft ab. Findet ihn der Jäger, so weiß er, daß die Spitze im Tierkörper steckt und ihre Wirkung tut [7]. Die eisernen Spitzen haben oft eine charakteristische Form und besondere Markierungen, um den Wilderern untereinander das Eigentumsrecht an der Beute und auch am recht wertvollen Pfeil anzuzeigen. In anderen Fällen erkennt man an den Mustern der Federn am Pfeilende, wem der Pfeil gehört. Charakteristisch für den etwa 45 bis 52 cm langen Giftpfeil der Buschmänner in Südwestafrika ist seine Zusammensetzung aus drei Teilen: dem Schaft aus einem Gras- oder Rietstengel, dem darin steckenden, leicht ablösbaren Mittelstück aus Holz oder Knochen und der daran mit dünnen Sehnen befestigten Spitze, die vergiftet ist [8—13]. Die Spitze wird oft gesondert mitgeführt und erst kurz vor dem Schuß auf den Schaft gesetzt. Die Wirkung dieser zerbrech-

lichen Pfeile beruht ausschließlich auf ihrem Giftüberzug. Für die Spitzen wurde noch vor wenigen Jahrzehnten ausschließlich der Knochen eines Straußeneines oder aus dem Schulterblatt einer Oryxantilope verwendet. Heute werden die Pfeilspitzen fast allgemein aus Eisendraht hergestellt, den die Buschmänner von den Bantus erhandeln, über den sogenannten „Buschmann-Revolver“ bestehen vielfach phantastische und irrige Vorstellungen. Tatsächlich ist er ein etwa 8 bis 10 cm langer Miniaturbogen aus Knochensplitter mit dazu passenden Pfeilchen aus Hartgras zur magischen Verwendung, als „Liebesbogen“ bei der Brautwerbung und ein Spielzeug für den Tanz. Er muß bis ins Detail der bewährten Waffe des Besitzers gleichen [9, 14, 15].

Die Pfeile werden durchweg mit mehr oder weniger kräftigen Bogen verschossen. Die kleinsten und schwächlichsten Bogen besitzen die Buschmänner im südlichen Afrika und die Ituri-Pygmäen im nordöstlichen Zaire. Die schwersten und gewaltigsten Langbogen verwenden die als Elefantenjäger berühmten Waliangulu (Muriangulu) oder Waboni in Kenia und Süd-Somalia; ihre Bogen sind bis zu 60 kg schwer [1, 16]. Eine Ausnahme bilden die Bagielli-Pygmäen in Südkamerun, einige Pygmäengruppen im Urwaldgebiet Südostkamerun—Gabun—Zentralafrikanische Republik und die Fan- (Fang, Pangwe) Stämme in Südkamerun und Gabun. Sie jagen mit einer primiti-

ven, aber leistungsfähigen Form der Armbrust, die vermutlich Ende des 15. Jahrhunderts von den Portugiesen eingeführt, jedoch im Mechanismus falsch verstanden wurde. Er besteht in der horizontalen Aufsplitterung des Schaftes, dessen untere Hälfte einen Abdruckzapfen trägt, der beim Zusammenklappen der beiden Schafthälften die obere Hälfte in einem Loch durchdringt und damit die gespannte Sehne aus der Querfalte drückt.

Die *Speere* der Schwarzafrikaner sind oft mit zahlreichen, tief eingeschnittenen Widerhaken versehen, die sowohl das Gift festhalten als auch große Wunden reißen. Sehr lange Speere (3 bis 3,5 m) ohne Widerhaken benutzen die Babinga-Pygmäen im Südwesten der Zentralafrikanischen Republik.

Früher spielten einige Pfeilgifte neben ihrem Einsatz als Jagd-, Angriffs- und Verteidigungswaffe auch eine große Rolle bei magischen Verfahren, insbesondere bei den berühmten „Gottesurteilen“ [17–22, 165, 166]. Durch das Gottesurteil wurde über eine nach menschlichem Ermessen nicht zu klärenden Sachverhalt entschieden, bevorzugt bei Verdacht der Zauberei und Hexerei. Der Extrakt oder das trockene Pulver einer bestimmten Pflanze wird vom Opfer eingenommen. Seine Schuld an einem bestimmten Ereignis wird durch den Tod erwiesen; seine Unschuld durch Erbrechen des Giftes. Der Glaube an die Unfehlbarkeit und Gerechtigkeit des Tests war so stark, daß er ohne Widerspruch angenommen wurde, ja von dem sich schuldig Fühlenden sogar verlangt wurde. Für den primitiven Menschen ist das Gift keine tödliche chemische Substanz, sondern die Schuld ist es, die das Gift erst wirksam und tödlich



Abb. 5. Elui Nzenge, ein in Ostafrika ehemals berühmt-berühmter Wilderer, ist heute Wildhüter. Der Pfeil trägt eine umwickelte Giftschicht hinter der mit Eigentumsmarkierungen versehenen Spitze. Die Wildhüter führen Buch über diese charakteristischen Pfeilspitzen und ziehen daraus Rückschlüsse auf die Wilderer [16].

macht. Gift plus Schuld tötet einen Menschen, während für einen Unschuldigen das Gift harmlos ist und sofort wieder ausgestoßen wird. Primitive sind durchweg sehr erregbar und beeinflussbar. H. E. SIGERIST, der international bedeutende Medizinhistoriker, vertritt die Meinung, daß der Eingeborene, der sich unschuldig fühlt und Gift trinken muß, so bereitwillig erbricht, daß er das Gift sofort ohne Anstrengung herausschleudert, wogegen einer, der weiß, daß er schuldig ist, sich so gehemmt fühlt, daß er nicht erbrechen kann [20]. Diese Hypothese steht aber nicht mit der ungeheuren Zahl der Todesfälle durch Gottesurteile in Einklang<sup>1)</sup>. Es ist wohl kaum anzunehmen, daß nur Schuldige oder sich schuldig Fühlende vom Gottesurteilgift getötet werden. Man schätzt, daß etwa die Hälfte der Betroffenen diese Form des Gottesurteils nicht überlebt [22]<sup>2)</sup>. Die Strenge und Endgültigkeit der schweren Probe wurde allerdings auf manch andere Weise abgeschwächt. So kam es vor, insbesondere bei kleineren Vergehen oder wenn der Verdächtige Häuptling war, daß das Gift nicht dem

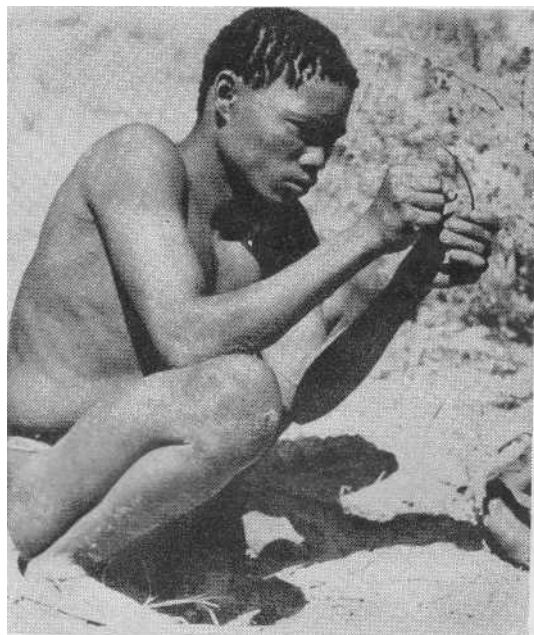


Abb. 6. Der legendäre „Buschmann-Revolver“: ein winziger Bogen aus Knochensplitter mit Hartgras-Pfeilchen zur magischen Verwendung und als Spielzeug [14].

<sup>1)</sup> In Westafrika waren Gottesurteile besonders stark verbreitet. Allein die Balante, ein Stamm zu beiden Seiten der Grenze zwischen Port. Guinea und Senegal, verloren nach Auskunft der Verwaltungsbehörde in den Jahren 1911/12 etwa 3500 Angehörige durch Gottesurteile [22].

<sup>2)</sup> Neben dem Gift-Gottesurteil. (Giftordal) gibt es noch zahlreiche andere Formen des Gottesurteils, zum Beispiel muß eine beschuldigte Person einen Arm in heißes Wasser oder Fett tauchen, über glühende Asche gehen oder an einem glühenden Eisen lecken. Bei einem sehr gebräuchlichen Ordal der Elfenbeinküste wird dem Beschuldigten ein Tropfen Latex von *Elaeophorbia drupifera* Stapf, der auch als Pfeilgiftzusatz Verwendung findet, ins Auge gebracht. Das ist äußerst schmerzhaft und schädigt das Auge schwer, wenn sich nicht genügend Tränenflüssigkeit bildet, die das Gift ausspült [182]. Viele Augenkrankheiten der Elfenbeinküste gehen auf diese Praktik zurück. Doch alle diese Gottesurteile unterscheiden sich von der Giftprobe insofern wesentlich, als sie den Schuldigen nicht mit dem Tode bestrafen und daher auch nicht die böse Gewalt vernichten, die in ihm lebendig sein soll. Sie verraten bloß die Schuld, und der Schuldige muß die passende Strafe erhalten.



Angeschuldigten selbst, sondern einem Ersatzmann gegeben wurde, einem Sklaven, einem Kind, einem Hund oder Huhn [20, 21]. Oder dem Gift wird (gegen gute Bezahlung) ein Brechmittel beigefügt. Auch in jüngster Zeit werden noch Todesfälle aufgrund von Gottesurteilen beobachtet. So wurden 1959 im Kongogebiet nach dem Zusammenbruch der belgischen Kolonialmacht wieder ausgedehnt Gottesurteile praktiziert, wobei Hunderte von Menschen gestorben sind [17, 19].

Als Beweisgift ist die Rinde des Rotwasserbaumes (*Erythrophleum guineense* G. DON)<sup>3</sup> in Schwarzafrika weit verbreitet [7, 22, 23, 34, 166]. Sie enthält ein Alkaloidgemisch von herzglykosidähnlicher Wirkung. In Zentral- und insbesondere Westafrika dient daneben demselben Zweck die sogenannte „Gottesurteilsbohne“ (Calabarbohne<sup>4</sup>), *Physostigma venenosum* BALF., deren Samen das sehr giftige Indol-Alkaloid Physostigmin enthält. Es ist ein Gegengift zu dem südamerikanischen Pfeilgift Curare, dessen muskellähmende Wirkung es vollkommen aufzu-

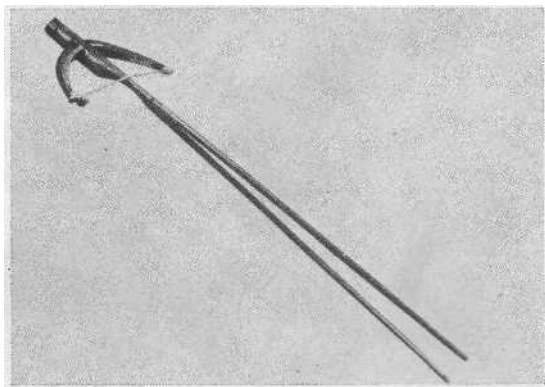


Abb. 7. Armbrust der südkameruner Pygmäen und Bantu-Jäger.

heben vermag. Im Ubangui-, Ogowe- und Kongogebiet benutzen die Eingeborenen vielfach auch einen Extrakt aus Strychnos-Arten [166], bevorzugt *Strychnos icaja* BAILL. [164, 166], und auf Madagaskar bediente man sich früher des Samens der *Tanghinia venenifera* POIR. [22, 24, 165, 166], der als Hauptwirkstoffe die herzwirksamen Glykoside Desacetyltanghinin (tödliche Dosis 0,23 mg/kg Katze), Tanghinin (0,35 mg/kg) und Veneniferin (= Cerberin, 0,37 mg/kg) enthält. Daneben sind noch zahlreiche andere Pflanzen mit mehr oder weniger lokaler Bedeutung in Gebrauch. Einen Überblick über die Gottesurteilsgifte Afrikas und Madagaskars gibt ROBB [165].

Mit der fortschreitenden Berührung dieser Volke mit der Zivilisation verlagert sich der Waffengebrauch mehr und mehr auf die Verwendung der be-

<sup>3</sup> Der eigentliche botanische Name ist *Erythrophleum suaveolens* (Guill. et Perr.) BRENNAN. *Erythrophleum guineense* G. DON ist ein in der Literatur, insbesondere der chemischen, weitverbreitetes und gebräuchliches Synonym. Wir wollen es beibehalten.

<sup>4</sup> Die Pflanze, die früher hauptsächlich in Nigeria für Gottesurteile benutzt wurde, ist dort heute sehr selten geworden, da die Regierung schon vor Jahren ihre Zerstörung angeordnet hat.

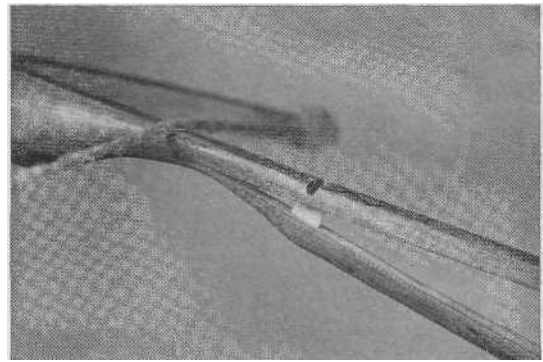


Abb. 8. Armbrust-Detaillaufnahme. Die Sehne wird bei auseinanderklaffenden Schäften in den Querfalz eingespannt und davor der Pfeil gelegt. Beim Zusammenklappen der Schafthälften drückt der Zapfen die Sehne aus dem Falz.

quemten Feuerwaffen. Einige Stämme (zum Beispiel Haussa, Wute in Kamerun, Pygmäen in Südkamerun und Kongo-Brazzaville) haben sich nun Gewehr und Giftpfeil oder Kurzspeer zunutze gemacht, indem sie das Pulver als Treibmittel benutzen und den vergifteten Pfeil oder Speer aus dem Gewehr verschießen [22,25].

Die Regierungen vieler afrikanischer Länder verboten die Pfeilgiftbereitung und -Verwendung. Aber wie weit reicht schon der gesetzliche Arm ins Landesinnere? So wurden 1939 in Kenia trotz strengen Verbotes noch mehrere hundert Kilogramm Pfeilgift von der Regierung beschlagnahmt, eine Menge, die ausreichend wäre, rund 40 Millionen Menschen zu töten [26]. Auch heute wird in Schwarzafrika noch reger Handel mit Pfeilgiften oder deren Ausgangsmaterial getrieben. Die Dunkelziffer ist gewaltig. In Nordkamerun gibt es sogar einen mehr oder weniger geheimen Pfeilgiftmarkt mit Testmöglichkeit [28].

Wo heute in Afrika Pfeilgifte zum Einsatz kommen, dienen sie praktisch ausschließlich der Jagd, insbe-

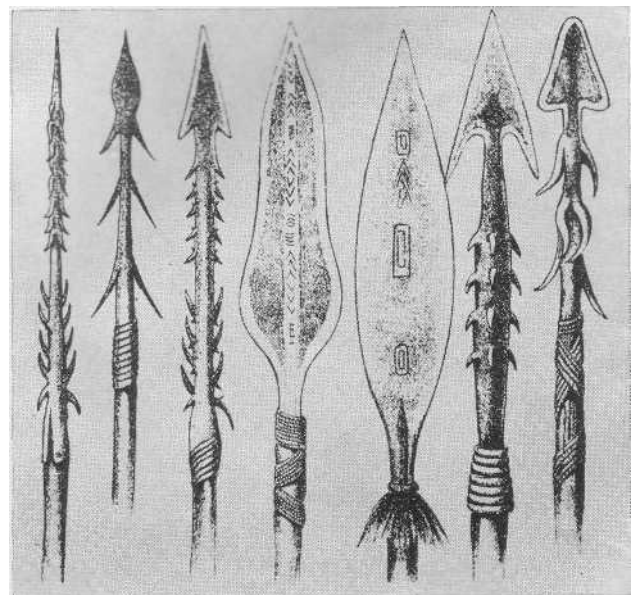


Abb. 9. Speerspitzen aus Nigeria (mittlerer Benue). Gebietsweise werden die Widerhaken mit einer Giftschrift belegt.



Abb. 10. Wasanja-Jäger mit Bogen, Köcher und Giftpfeil. Kenia [7,40].

sondere aber der Wilderei in den Tierschutzgebieten<sup>5)</sup>. 1961 haben gewerbsmäßige Wilderer in Ostafrika etwa 300 000 Wildtiere getötet, darunter viele Elefanten und Nashörner [16]. Die kleinen Jägerstämme der Wasanja und Waliangulu (= „Fleischfresser“) haben sich dabei in Kenias Tsavo-Schutzgebiet als Elefantenjäger einen berühmten Namen gemacht. Ihre Giftpfeile sind in der Regel in wenigen Minuten tödlich [7, 16]. Die Wakamba jagen in demselben Gebiet bevorzugt das Spitzmaulnashorn (Schwarzes Nashorn), das bei ihnen als angriffslustig und bösartig gilt und dessen Hörner in Ostasien, insbesondere China, gepulvert als Mittel zur Anregung des Geschlechtstriebes sehr begehrt sind und hoch bezahlt werden. Deswegen werden Nashörner immer wieder hartnäckig gewildert<sup>6)</sup>.

Wenn bei dem erlegten Wild die Umgebung der Wunde ausgeschnitten wird, kann das übrige Fleisch ohne Nachteile genossen werden, da der Körper gerade nur die tödliche Dosis aufnimmt beziehungsweise die geringe, noch in den Körper eingedrungene, Giftmenge unschädlich ist.

Für den *Fischfang* benutzen die Eingeborenen besondere Giftpflanzen, die im allgemeinen nicht als Pfeilgifte verwendet werden [22, 24, 29, 30, 156]. Das zerquetschte Pflanzenmaterial (Samen, Hülsen, Blätter, Wurzeln) wird in einen Gewässerabschnitt gestreut. Bewährte und weitverbreitete Fischfanggifte sind in Afrika *Tephrosia*-, *Milletia*- und *Mundulea*-Arten. Ihre noch in millionenfacher Verdünnung

<sup>5)</sup> GRZIMEK [208] berichtet von „ganzen Lasten voll schöner, gutgeschnittener Bogen und Bergen von Köchern mit Giftpfeilen“, die bei der Verfolgung von Wilderern in einem Walddickicht-Lager in der Serengeti aufgestöbert wurden. Zusammen mit 1000 Drahtschlingen füllten sie drei Lastwagen.

<sup>6)</sup> Die physiologische Wirkung des Nashornpulvers ist neuerdings wieder gründlich untersucht worden, wie erwartet mit völlig negativem Ergebnis hinsichtlich seiner aphrodisischen Wirksamkeit.

aktiven Wirkstoffe Rotenon, Deguelin, Tephrosin und andere Rotenoide lähmen die Fische. Sie werden an die Oberfläche getrieben, wo sie sich leicht ergreifen lassen. Gebietsweise werden daneben noch zahlreiche weitere Pflanzen als Fischfanggifte genutzt [156, 166, 194, 214].

### Giftbereitung

Das Geheimnis der Zubereitung beziehungsweise Zusammensetzung des Pfeilgiftes ist im Besitz des Medizinmannes oder Magiers, des Häuptlings oder auch der Jäger selbst. Die Gewinnung des pflanzlichen Pfeilgiftes, über die einige zuverlässige Berichte vorliegen [7, 22, 27, 29—33, 164, 166, 167], erfolgt im allgemeinen durch Auskochen von kleingeschnittenen, fingerdicken Zweigen, Wurzeln und Rinden, aber auch von Blättern, Blüten und Samenkernen giftiger Pflanzen mit Wasser in Eisen- oder Tontöpfen. Die Kochzeit liegt zwischen mehreren Stunden und mehreren Tagen unter stetem Nachguss von Wasser. Nach Entfernung des ungelösten Materials mit Hilfe eines gespaltenen Stabes wird eingedampft und die zurückgebliebene, schmierig-zähe Masse in Ton- oder Holzgefäßen regensicher aufbewahrt. Frauen dürfen nach übereinstimmenden Berichten bei der Bereitung des Giftes nicht zugegen sein. Von einem Ausnahmefall berichtet BRAUN [32]. Nachfolgend sei der 1913 in Suaheli-Sprache handgeschriebene Bericht eines Giftbereiters aus Bumbuli (Wilhelmstal, Kenia) im Auszug wiedergegeben [32]: „Man schneide viele Zweige des sesenekaziga-Baumes in ganz kleine Stücke und gebe diese mit Wasser in einen Tontopf und koche stark unter Umrühren mit einem Holzstab, wobei ein überkochen zu vermeiden ist. Wenn die Zweigstücke so weich gekocht sind, daß sich die Rinde löst, nehme man einen anderen Topf, gieße die Flüssigkeit ab, gebe neue Stücke des sesenekaziga dazu, koche erneut und achte, daß kein Schmutz dazu kommt. Man gieße wieder ab und koche die vereinten Abgüsse bis zur Hälfte ein. Man koche unter Umrühren weiter bis die Masse dick wird

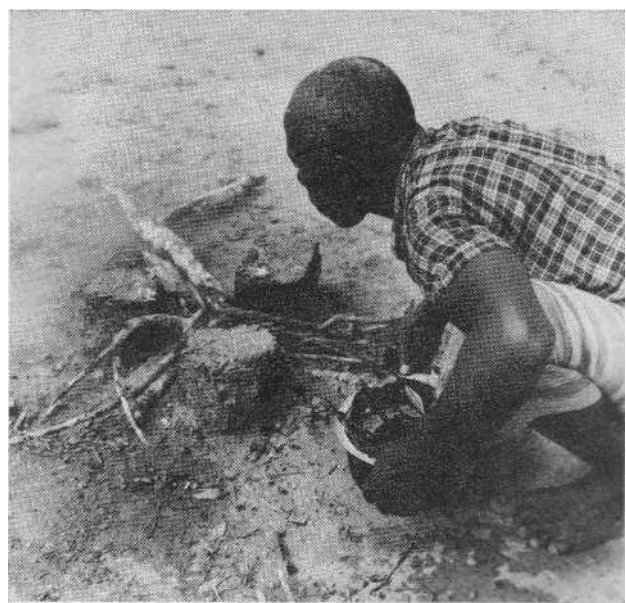


Abb. 11. Giriama bei der Demonstration des Giftkochens. Bainba nahe Malindi, Kenia [40].



und beachte, daß sie nicht anbrennt. Wenn das Wasser fast verschwunden ist, bleibt die Giftmasse zurück. Man verpackt in Bananenstammstreifen. Der Topf, in dem das Gift gekocht wurde, darf zu keiner anderen Arbeit mehr benutzt werden. Blätter und Früchte können zur Giftbereitung nicht gebraucht werden. Wenn ein Mensch aber von diesen Teilen ißt, so stirbt er. Auch die dickeren Stammteile können zur Giftbereitung verwendet werden. Man führe diese Arbeiten nicht in der Regenzeit aus, sondern benutze dazu sonnige Tage. Ist man gezwungen, die Arbeit in der Regenzeit auszuführen, so ist es wichtig, einen trockenen, geeigneten Platz auszuwählen."

Der sesenekaziga-Baum wurde als *Acokanthera*-Art identifiziert. Die Verpackung des Giftes in Streifen von Bananenstämmen ist ungewöhnlich; meist erfolgt sie in Maislischen.

Eine recht subtile Art der Giftextraktion ist zum Beispiel bei den Niarafolo (ein Senoufo-Stamm der Nord-Elfenbeinküste) gebräuchlich: Der Giftbereiter setzt einen Topf, dessen Boden mit zahlreichen Löchern versehen ist, in einen größeren Topf und dichtet die Übergangsstellen mit Ton ab. Der obere Topf enthält das zerkleinerte Pflanzenmaterial, der untere das Wasser. Die Vorrichtung wird über das Feuer gestellt und das Wasser drei Tage, unter stetem Nachguß von Wasser, zum Sieden erhitzt. Danach wird der obere Topf mit den zurückgebliebenen Pflanzenstücken entfernt und der wässrige Extrakt im unteren Behälter eingedickt [33].

Neben dieser üblichen und weitverbreiteten Gewinnungsmethode durch Auskochen der Pflanzen gibt es noch zahlreiche individuelle Zubereitungsvarianten der verschiedenen Pflanzen beziehungsweise Pflanzenteile, die zu einer mehr oder weniger wirksamen Giftmasse führen. So werden zum Beispiel die Samen, Wurzeln oder Rinden verschiedentlich nicht gekocht, sondern nur kalt zerstampft und verrieben, insbesondere bei den Ituri-Pygmäen in Zaire [34].

Viele Giftbereiter setzen mit der Absicht, die Giftwirkung zu verstärken, der Masse verschiedene Ingredienzen zu, meist während des Auskochens [7, 9, 22, 27, 29—37, 164, 166, 167]. Gebräuchlich sind neben den verschiedensten Pflanzen Schlangenköpfe, Kröten, Insekten, Eidechsen, Krokodilsgalle. Diese Zugaben üben aber größtenteils so gut wie keinen giftigen Einfluß aus, da sie entweder von Natur aus relativ harmlos sind oder aber beim Kochen ihre giftigen Wirkstoffe durch Zersetzung verlieren, wie insbesondere die tierischen Gifte. Die meist klebrigen Pflanzensäfte bewirken jedoch eine bessere Haftung der Giftmasse am Pfeil und fördern oft die Entzündung der Wunde; insofern verstärken sie indirekt die Pfeilgiftwirkung. Gebräuchliche pflanzliche Zusätze sind Milchsäfte beziehungsweise Extrakte, aber auch frisches Pflanzenmaterial von Wolfsmilchgewächsen (Euphorbiaceen: *Euphorbia*, *Jatropha*, *Croton*, *Sapium*), *Vernonia*-, *Landolphia*- und *Tephrosia*-Axten ferner *Strychnos*- und *Aloe*-Arten sowie Langfadengewächse (Combretaceen), aber auch solche Stoffe wie Piripiri-Pfeffer. Der Zusatz von Verwesungsgiften ist bei Pygmäen westlich des Kongo, bei Tiv-Stämmen (Muntschi) in Nigeria, in der Elfenbeinküste und in Obervolta bekannt geworden [22, 33, 63].

Die Erprobung des Giftes<sup>7)</sup> erfolgt meist mit einem vergifteten Holzsplitter an einem Frosch, einer Schildkröte oder einer Maus, gelegentlich auch an einer kleinen Antilope [7, 22, 27, 32, 35, 36, 38]. Länger gelagertes oder ausgetrocknetes Pfeilgift wird mit warmem Wasser angerührt oder aufgekocht und mit frischem Gift vermischt [32]. Um das Austrocknen und Abfallen des Giftbelages vom Pfeil zu verhindern, wird er meist mit Haut oder einem weich gegerbten Lederstreifen umwickelt, der kurz vor dem Abschluß entfernt wird [38]. Manche Jäger führen Pfeil und Gift getrennt mit und bringen den Giftbelag erst kurz vor Jagdbeginn auf den Pfeil beziehungsweise die vergiftete Spitze auf den Pfeilschaft.

### Magische Einflüsse

Die Magie spielt wie überall und bei allem in Afrika eine große Rolle [17—21]. Die Efe-Pygmäen im Ituri-Wald (Zaire) zerstampfen in der Giftmasse Blätter von Pflanzen, die von dem Jagdtier als Nahrung bevorzugt wird. Sie meinen, dadurch würde der Pfeil für die Jagd auf dieses Tier besonders geeignet [34]. Zwei eingeborene Giftbereiter in Kenia berichteten 1934 und 1953, gelegentlich werde eine Spitzmaus mitgekocht [7,27]. Diese Maus rennt nach den Beobachtungen der Eingeborenen immer geradeaus, wenn sie verfolgt wird. Sie soll dieses Verhalten durch das Gift auf das getroffene Tier übertragen, so daß es leichter aufgefunden werden kann.

Erheblich stärker ausgeprägt als im östlichen und südlichen Afrika ist die Magie bei den Völkern Westafrikas. Hexerei, Magie, unsichtbare Mächte, Fetischglauben, alles das sind Grundelemente des westafrikanischen Lebens. Nicht die Sache, sondern der Gehalt oder die Wirkung, die ihr beigelegt wird, ist das Ausschlaggebende [17, 33, 157—159].

Die Pfeilgiftbereitung ist eine medizinisch-magische Kunst. Die Rezepte bestehen (im Gegensatz zu denen des übrigen Afrika) aus zahlreichen Pflanzen mit magischer Wirkung. Auch die Jagd selbst wird stark von der Magie beeinflusst. Der Glaube, daß der Tod gewisser Tiere Krankheiten und sogar nachfolgenden Tod bei den Jägern bewirkt, wenn nicht ganz bestimmte Vorsichtsmaßnahmen befolgt werden und sie sich nicht gewissen Reinigungsprozeduren unterziehen, ist weit verbreitet. Die Jäger schützen sich mit Fetisch, Amuletten und allerlei Gegenmittel gegen die Gefahren, die die Jagd mit sich bringt. Sie tragen Zaubermittel mit sich und an sich, präparieren ihre Waffen mit Schutzmitteln, die das Wild anlocken und einen Pfeil sicher ins Ziel lenken. HAAF [148] berichtet von Jägern aus Ghana, daß sie den Blick eines waidwunden Tieres fürchten, da durch ihn eine Krankheit hervorgerufen werden soll, die durch eine Schwellung des Leibes gekennzeichnet ist. Selbst die

<sup>7)</sup> Die Wakamba in Kenia wenden vielfach eine Blutgerinnungsprobe an [22, 29]. Der Giftbereiter bringt sich am Arm oder Schenkel einen kleinen Schnitt bei, so daß Blut herausfließt. Der Schnitt selbst und seine Umgebung werden sauber abgewischt. Das Gift wird nun mit dem unteren Ende des Blutrinnens in Berührung gebracht. Gerinnt das Blut rasch fortschreitend nach oben, so ist das ein Zeichen guter Wirksamkeit. Diese Probe hat keine ernstzunehmende Grundlage; die Wirkstoffe des verwendeten *Acokanthera-Giftes* haben keinerlei Einfluß auf die Blutgerinnung.

Geister getöteter Löwen, Leoparden, Pferdeantilopen und Elefanten können die Jäger noch heimsuchen, und es gilt, sich vorbeugend und genügend zu schützen.

KERHARO und BOUQUET [33] geben detaillierte Einblicke in die Magie bei den Jägern von Obervolta und der Elfenbeinküste. Bevor die Eingeborenen zur Jagd aufbrechen, fragen sie Fetische um Rat, und während der Jagd benutzen sie verschiedene Götterformeln, um gegen den bösen Blick gefeit zu sein. Es gibt auch spezielle Fetische, das heißt Gegenstände, denen man eine geheimnisvolle schützende Kraft unterstellt, und viele Zauberformeln, die auf Pflanzen basieren, für die Jagd auf bestimmte Tiere. Will zum Beispiel ein Jäger einen Elefanten jagen und soll der Pfeil sein Ziel schnell und sicher erreichen, so muß der Bogen beziehungsweise der Lauf des Gewehres mit der Paste aus sieben zerstampften dreiblättrigen Ranken einer speziellen Cissus-Art und zwei kleinen roten Beißbeeren bestrichen werden. Das Eisen des Pfeils wird mit dem Saft der Blätter einer *Ceraptoritis*-Art eingerieben.

Auch die Zubereitung des Pfeilgiftes vollzog sich noch in den ersten Jahrzehnten unseres Jahrhunderts oft unter allerlei geheimnisvollen rituellen Begleiterscheinungen und nur zu bestimmten, vom Medizinnann<sup>8)</sup> festgelegten Zeiten. Doch im Gegensatz zu dem immer noch bestehenden tiefverwurzelten Glauben an magische Kräfte und Einflüsse bei Gift und Jagd, erfolgt die Zubereitung des Giftes, das heißt die praktische Ausführung der mit Magie behafteten Rezepte, heute überwiegend ohne besondere rituelle Praktiken und zunehmend nüchterner und sachlicher. Ebenso hat das Gift selbst ein wenig von seinem mystischen Charakter eingebüßt; es ist profaner geworden [159].

### Die Giftpflanzen und ihre Wirkstoffe

Die tödliche Wirkung geht fast immer auf eine einzige Quelle zurück, dem Giftgehalt einer bestimmten Pflanze oder (seltener) eines Tieres. Man kann es als Regel nehmen, daß die Pfeilgifte Gemische verschiedener Stoffe darstellen, deren wirksamster die Wirkungsrichtung angibt. Die Zusammensetzung des Pfeilgiftes richtet sich im allgemeinen nach der Flora des betreffenden Gebietes. Wo wirksame Pflanzen nicht wachsen, wird das Gift oder das Ausgangsmaterial gehandelt.

<sup>8)</sup> Der Medizinnann ist Arzt, Zauberer, Wahrsager, Kämpfer gegen das Böse, das dem Menschen und seinem Besitz von Hexen und Teufeln zugefügt wird. Medizin im eigentlichen Sinne des Wortes hat er nie ausgeübt, obwohl viele Medizinnänner erstaunliche therapeutische Fähigkeiten besitzen. Er bedient sich magischer Kräfte, um die vermeintlichen Urheber des Leidens, Menschen oder böse Geister, herauszufinden und zu treffen. Dabei benutzt er eine Vielfalt von Techniken. SIGERISI nennt ihn den „Urvater der Mehrzahl unserer Berufsrichtungen“. Von seinen besonderen Kenntnissen ist insbesondere das Wissen um die Wirkungen bestimmter Pflanzen wichtig, zum Beispiel solche, die ihn zum Wahrsagen befähigen sollen. Er ist keineswegs ständig mit der Ausübung seines Berufes beschäftigt. Wie seine Nachbarn bebaut er seine Felder oder jagt im Busch. Man findet (besonders in Westafrika) auch Frauen, die diese Magier-Tätigkeit ausüben. Daneben hat ein Stamm meist noch eine Anzahl von Kräuterkundigen („Kräuterärzte“), die zum Teil sogar auf gewisse Krankheiten spezialisiert sind [214].

Östliches Afrika. Um 1500 wurden Nachrichten über das Vorkommen von Pfeilgift im ostafrikanischen Küstengebiet bekannt. Bei der Erstürmung Mombasas durch die Portugiesen, 1505, heißt es in einer Handschrift: „Von den Wunden, die durch die Angegriffenen verursacht wurden, erwiesen sich diejenigen als die gefährlichsten, welche von Pfeilen mit Spitzen aus einem in Feuer gehärteten Holze herührten, während die Wunden von Pfeilen mit eiserner Spitze schlimmer aussahen, aber besser heilten. Beide Pfeilarten waren vergiftet. Die schlimmere Wirkung der Holzpfeile soll im Holze selbst gelegen haben“ [22].

Wir wissen heute, daß im östlichen und südlichen Afrika eine Pflanze mit sehr hartem Holz und ungewöhnlich starker Giftwirkung 'weit verbreitet ist und den Eingeborenen „seit alters“ zur Bereitung von Pfeilgift dient: die *Acokanthera*. Es ist die für das östliche Afrika charakteristische Pfeilgiftpflanze („arrow poison bush“)<sup>9)</sup>. *Acokanthera*-Arten wachsen von Nord-Äthiopien bis zur Südspitze Afrikas als Bäume oder Sträucher von 2 bis 7 m Höhe. Von den acht bisher in Afrika bekannten Arten:

1. *A. oppositiolia* (LAM.) L. E. CODD [39] (= *A. venenata* G. DON)
2. *A. oblongifolia* (HOCHST.) L. E. CODD [39] (= *A. spectabilis* (SOND.) HOOK.)
3. *A. longiilora* STAPP
4. *A. rhodesica* MERXMÜLLER
5. *A. deilersii* SCHWEINFURTH et MARKGRAF
6. *A. friesiorum* MARKGRAF
7. *A. ouabaio* (FRANCHET et POISSON) CATHEL.  
*A. schimperi* (A. DC.) BENTH. et HOOK.

stellen die vier Arten 5, 6, 7 und 8 einen Komplex von botanisch schwer zu unterscheidenden Varianten dar, die nach REICHSTEIN als „*Acokanthera schimperi sensu lato*“ zusammengefaßt werden können [40]. Da sie sich vor allem aufgrund chemischer Merkmale unterscheiden lassen, werden solche Arten auch als „chemische Rassen“ bezeichnet. Die Untersuchungen von REICHSTEIN und Mitarbeitern zeigen, daß die früher pauschal als „*Acokanthera schimperi*“ bezeichnete ostafrikanische Pfeilgiftpflanze in botanisch zwar unbedeutende, aber chemisch sehr wohl zu unterscheidende Varianten aufgetrennt werden muß [27, 40—52]. Die einzelnen Varianten zeigen eine Ouabain-ähnliche Herzwirksamkeit, enthalten aber keineswegs alle das hochwirksame Ouabain. Es ist naheliegend, in dieser Diskrepanz auch die Unterschiede in den Berichten über die Wirksamkeit verschiedener afrikanischer *Acokanthera*-Pfeilgifte zu sehen.

Von den fünf chemisch untersuchten Arten enthalten zwei nur unbedeutende Mengen an Ouabain (*A. oppositiolia*, *A. longiilora*), in zwei weiteren kommt es reichlicher vor (*A. friesiorum*, *A. schimperi*) und lediglich in einer Art, nämlich *A. ouabaio*, ist Ouabain

<sup>9)</sup> Die Steppenform der *Acokanthera* wird in der älteren Literatur auch als Morio-Baum bezeichnet (vom Masai-Wort „ol morijo“ für Pfeilgift).

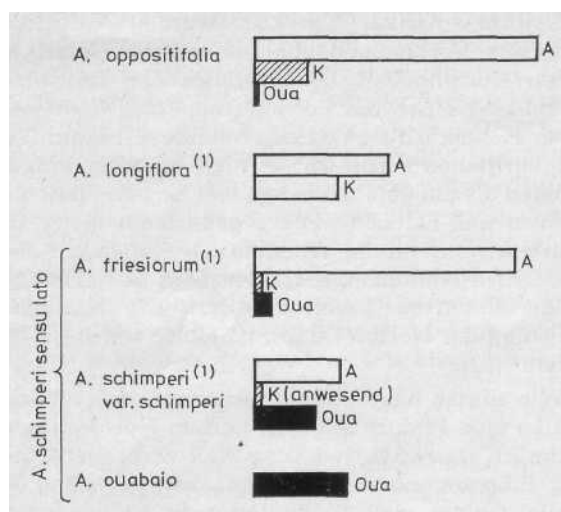


Abb. 12. *Acokanthera*-Glykoside (nach [40]). — Vergleich der Mengen an den Hauptwirkstoffen Acovenosid A (A), Acolongiflorosid K (K) und Ouabain (Oua), die von REICHSTEIN und Mitarbeitern aus den Samen verschiedener *Acokanthera*-Arten isoliert wurden. Die Variante *Acokanthera ouabaio* produziert die größte Menge Ouabain und liefert das stärkste Pfeilgift; sie wird zum Beispiel von den Giriama in Kenia als Pfeilgiftpflanze kultiviert. • (1) Die vorhandene Menge an Acolongiflorosid K ist grob geschätzt.

das alleinige Hauptglykosid. In der Abbildung 12 sind die Verhältnisse der wichtigsten Cardenolid-Wirkstoffe<sup>10)</sup> der fünf untersuchten *Acokanthera*-Arten zusammengestellt. *Acokanthera ouabaio* ist von den drei Varietäten *Acokanthera schimperi sensu lato* die bezüglich des Ouabains wichtigste Pflanze. Nach übereinstimmenden Berichten verschiedener Forscher ist es die einzige Art, deren Extrakte beim Eindampfen sofort kristallines Ouabain liefert [22, 54, 48, 49]. Die von MANNICH 1942 aufgestellte Konstitutionsformel für Ouabain [54] konnte 1959 endgültig gesichert werden [55]. Danach besteht Ouabain aus dem Genin Ouabagenin und L-Rhamnose als Zuckerkomponente<sup>11)</sup>. Es besitzt das sauerstoffreichste Genin. Wegen seiner guten Kristallisierbarkeit ist es leicht rein zu erhalten. Die farblosen, tafelförmigen Kristalle lösen sich gut in Wasser, in Alkohol mäßig und in Äther praktisch nicht, sind von bitterem Geschmack und besitzen einen unscharfen Schmelzpunkt. Neben dem Ouabain ist Acovenosid A der zweite charakteristische Wirkstoff der *Acokanthera*, insbesondere für *A. oppositifolia*, *A. longiflora* und *A. friesiorum*. Es ist für Warmblüter nur etwa halb so giftig wie Ouabain. Dazu kommt seine schlechte Wasserlöslichkeit. Diese beiden Faktoren machen es zu einem wesentlich weniger wirk-

<sup>10)</sup> Die in der Natur vorkommenden herzwirksamen Glykoside werden je nach der Art des Laktanringes an C 17 des Steroidgerüsts in zwei große Gruppen eingeteilt: Cardenolide und Bufadienolide. Cardenolide sind die vorherrschende Gruppe; sie besitzen einen einfach ungesättigten Laktan-5-Ring, Bufadienolide haben einen doppelt ungesättigten Laktan-6-Ring.

<sup>11)</sup> Die Zucker der herzwirksamen Glykoside sind mit nur wenigen Ausnahmen Zucker, die zu den zuckerähnlichen Mono- und Polysacchariden gehören, fast stets Desoxyzucker, das heißt Zucker, denen eine oder mehrere OH-Gruppen fehlen. Als einziger echter Zucker tritt praktisch nur Glucose auf. Charakteristisch ist die zur Methylgruppe reduzierte CH<sub>2</sub>OH-Gruppe. Oft findet sich auch die Umwandlung der 2-ständigen CHOH-Gruppe zur CH<sub>2</sub>-Gruppe sowie die Methylierung der OH-Gruppe an C3.

samen Pfeilgift als Ouabain; es tötet langsam. Acovenosid A wurde zuerst von VELDSMAN [56] als Hauptwirkstoff der Rinde und des Holzes von der im südlichen Afrika wachsenden *Acokanthera oppositifolia* isoliert und zunächst als Venenatrin bezeichnet. REICHSTEIN und v. Euw isolierten es aus den Samen der gleichen Pflanze sowie aus den oben erwähnten *Acokanthera*-Arten [41, 45, 48, 50, 51]. Seine Struktur ist geklärt [46]. Acovenosid A besteht aus dem Acovenosigenin A und L-Acovenose als Zuckerkomponente. Das Genin ist ein Digitoxigenin mit einer  $\beta$ -ständigen OH-Gruppe an C 1. Acovenosid C ist ein Digluco-Acovenosid A. Die in Form von Gentobiose gebundenen zwei Mol D-Glucose werden enzymatisch der Reihe nach unter Bildung von Acovenosid A abgespalten [42, 40]. Wie Ouabain besitzen diese Stoffe eine C 1-beta-ständige OH-Gruppe, die in natürlichen Steroiden relativ selten zu finden ist. Von den zahlreichen Nebenglykosiden, Acolongifloroside, Acoschimperoside, Acovenoside, Acofriosid, Oposid, ist das wichtigste das Acolongiflorosid K, ein Raumisomeres des Ouabains. Es unterscheidet sich durch die räumliche Stellung der OH-Gruppe an C 4 des Zuckers. An Giftigkeit steht es dem Ouabain nicht nach.

Die gebirgigen Gegenden in Äthiopien und um den Kilimandscharo in Kenia, Tansania sind die Heimat der ostafrikanischen *Acokanthera*-Arten [7, 22, 32]. Dementsprechend sind auch die dort lebenden Völker (Watta, Teita, Wakamba, Wandorobo u. a.) die besten Kenner in der Herstellung des Pfeilgiftes [7, 22, 29, 38, 57]. Sehr leistungsfähige *Acokanthera*-Pfeilgifte vermögen auch die im Küstengebiet Kenias lebenden Giriama herzustellen [7, 27, 29]. Diese giftkundigen Stämme versorgten früher weite Gebiete mit Pfeilgift; teilweise tun sie dies heute noch, zum Beispiel die Wakamba und die Giriama [7, 22, 29, 30, 32, 38, 57]. Der Handel mit *Acokanthera*-Holz hatte in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts und nach der Jahrhundertwende enorme Ausmaße. KRAPP [58] berichtet von „ganzen Karawanen, welche schwere Lasten von diesem Holz nach Ukambani trugen. Die Leute jenseits des Dana-Flusses (= Tana-Fluß in Südost-Kenia) kauften dieses Holz, das sich dort nicht findet, für Tabak und Elfenbein“.

Nach LEWIN [22] wurde ein Stammstück von 1/2 Meter Länge gegen zwei Meter Stoff gehandelt. 1952 kostete 1/4 Pfund Giriama-Pfeilgift in Kenia etwa 50 Schillinge [27]. Nach GRZIMEK [173] betrug 1959 der Preis für die Giftmasse eines Pfeils 1 Schilling (= 60 Pfennige). Er berichtet auch, daß „pfiffige“ Leute gelegentlich das Pfeilgift mit schwarzer Erde verdünnen, um so schneller und einfacher Geld zu verdienen. Am Beispiel der Giriama und der im Tsavo-Schutzgebiet Kenias wildernden Wasanja-Jäger läßt sich demonstrieren, daß Hersteller und Benutzer eines Pfeilgiftes nicht identisch zu sein brauchen. Im Gebiet der Giriama<sup>12)</sup> gibt es wenig Wild. So liefern sie ihr leistungsfähiges Pfeilgift an die Wasanja und an-

<sup>12)</sup> Doch auch die Giriama wildern. Von den 550 Wilderern, die in einer großangelegten Aktion der Jahre 1956/57 in Kenia gefangen genommen wurden, waren 60 Prozent Waliangulu und Wakamba, 25 Prozent Giriama und 15 Prozent Teita und andere [16].

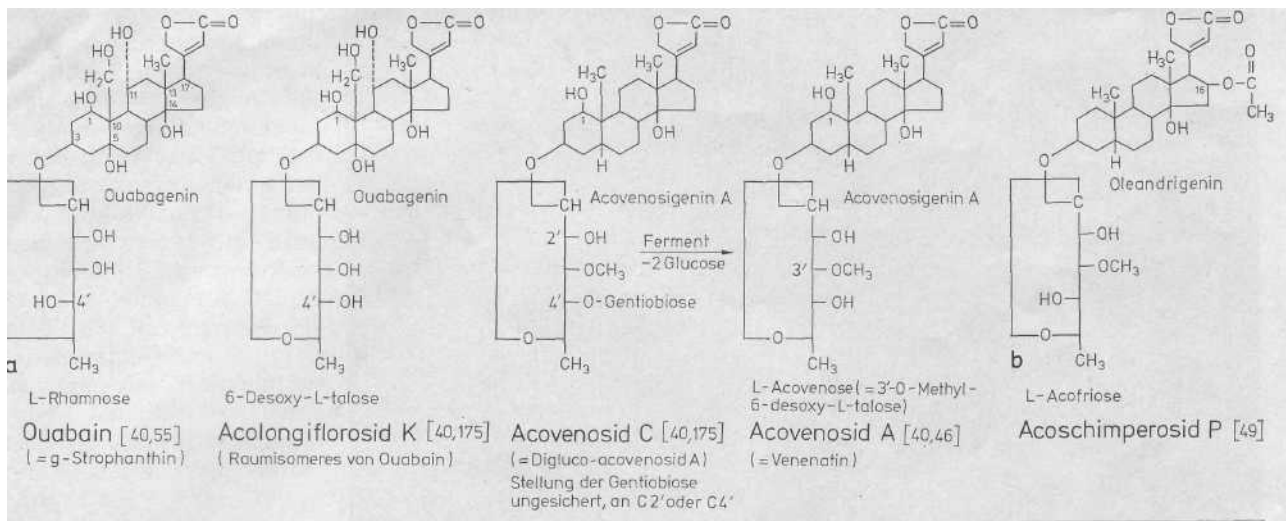


Abb. 13. *Acokanthera*-Glykoside [40]. — a. Diese vier Verbindungen (herzwirksame Glykoside) sind charakteristisch für verschiedene *Acokanthera*-Arten. Sie enthalten eine C-1-beta-ständige OH-Gruppe, die in anderen natürlichen Steroiden relativ selten zu finden ist. Ouabain und sein Raumisomeres Acolongiflorosid K — beides hochtoxische Verbindungen — sind auch in *Strophanthus gratus* enthalten. Ouabagenin ist das sauerstoffreichste Genin. — b. Acoschimperosid P gehört zu einer Gruppe von herzwirksamen Glykosideri ((Acoschimperoside), die sich mehr oder weniger reichlich in *Acokanthera schimperi*-Varianten finden. An der Katze zeigen sie sich 3- bis 10 mal schwächer als Ouabain [49].

dere Jägerstämme, die mit Dörr- oder Frischfleisch bezahlen [7].

Im sogenannten abflußlosen Gebiet finden sich außer den Wasanja noch zahlreiche Restvölker und Splittergruppen, die gewisse Ähnlichkeiten mit den Buschmännern im südlichen Afrika besitzen [112] und überwiegend als Jäger leben und Giftpfeile benutzen, zum Beispiel die Wandorobo, Waboni, Midgan, Kindiga und andere.

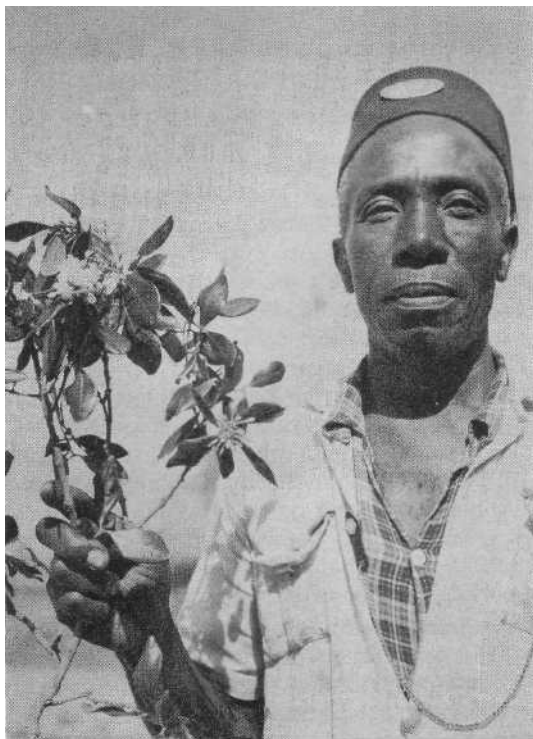


Abb. 14. Der Unterhäuptling und Medizinmann MUDATA WA TUWA ist einer der wenigen Giriama, denen die Bereitung eines leistungsfähigen Pfeilgiftes noch genau bekannt ist. Er zeigt die authentische *Acokanthera ouabaio* für das Giriama-Pfeilgift. Region Bamba nahe Malindi, Kenia [27].

Von den ostafrikanischen Pfeilgiften ist das der Giriama am gründlichsten untersucht worden. Dieser Stamm versteht sich heute noch mit am besten auf die Herstellung eines hochwirksamen Pfeilgiftes. Die Giriama verwenden nach Angaben eingeborener Giftbereiter als Hauptbestandteil eine besondere „utsungu“ (oder „uchungu“)<sup>13</sup> [7, 27, 32]. Durch analytischen Vergleich von 1953 beschlagnahmtem Giriama-Pfeilgift (es enthielt etwa 5% Ouabain) mit authentischem „utsungu“-Material, das eingeborene Giftbereiter kultivieren, konnte REICHSTEIN und Mitarbeiter an Zweigholz (etwa 0,11% Ouabain), Wurzeln (etwa 0,17% Ouabain) und Samen (etwa 0,70% Ouabain) nachweisen, daß die „utsungu“ der Giriama mit einer ganz bestimmten Variante von *Acokanthera schimpeii*, nämlich *Acokanthera ouabaio* (FRANCHET et POISSON) CATHEL., identisch ist. Es ist die *Acokanthera*-Variante, die mit Abstand die größte Menge des als Pfeilgift hochwirksamen Ouabains produziert, jedoch kein Acovenosid A enthält, überraschend und interessant ist dabei, daß die Giftbereiter diese besonders wirksame, aber botanisch schwer zu unterscheidende *Acokanthera*-Variante sehr genau von den weniger wirksamen Formen zu unterscheiden wissen.

Nach LEUENBERGER [7] wählen sie die wildwachsenden Büsche aufgrund von Versuchen an Fröschen aus, bevor sie größere Mengen des Holzes auskochen. Geeignete Pflanzen kultivieren sie in versteckten Gebieten. Nach Aussagen dreier Giriama-Giftbereiter [7, 27] aus den Jahren 1934 und 1953 „geben einzelne Bäume ein stärkeres Gift als andere. Man erkennt sie daran, daß zur Zeit des Fruchtens darunter

<sup>13</sup> Die Pfeilgift-Pflanze *Acokanthera* heißt in Suaheli uchungu, das Pfeilgift selbst uchungu. Dieser oder ähnlich klingende Namen, die sich von chungu = bitter ableiten, sind im Küstengebiet Ostafrikas die übliche Bezeichnung für Pfeilgift oder die zugrundeliegende Pflanze. Bei den nilotischen Masai heißt das Pfeilgift ol morijo. Im übrigen ist die Namengebung durch die Eingeborenen wenig einheitlich; sie variiert selbst innerhalb der einzelnen Stämme.

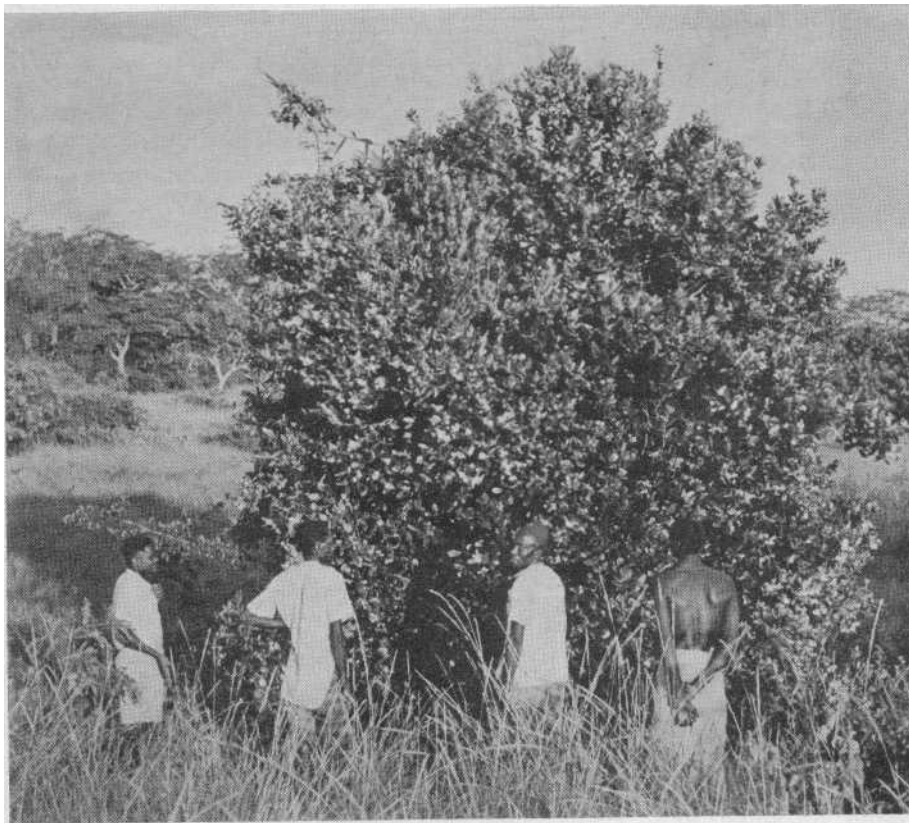


Abb. 15. Von den Giriama zur Pfeilgiftbereitung kultivierte *Acokanthera ouabaio* (Franchet et Poisson) *Cathel* auf einer Waldlichtung bei Mzawara Zazu südöstlich von Bamba, Kenia. Dritter von links ist der Giftkenner MUDATA WA TUWA [40].

tote Vögel und Ratten gefunden werden". Der Giftbereiter MUDATA WA TUWA aus Bamba bei Malindi in Kenia [7, 27] verwendet für die Pfeilgiftbereitung alle Teile der *Acokanthera ouabaio*: Äste, Wurzeln, Blätter, Blüten und Früchte von zwei Sträuchern. Sie werden in kleine Stücke zerhackt und etwa zwei Tage mit Wasser ausgekocht. Obwohl der Giftbereiter weiß, daß diese Pflanze allein genügend wirksam ist, werden noch Zutaten (Pflanzen und Tiere) beigefügt, damit ein Gift entsteht, das „wie ein Blitz einschlägt“<sup>14)</sup>. Bei den Zusätzen handelt es sich um das Holz von *Sapium madagascariense* PRAIN, einer in Ostafrika sehr seltenen Euphorbiacee, die einen entzündungsfördernden, stark schleimhautätzenden und blasenziehenden Milchsaft enthält sowie um die sehr giftigen Knollen der *Dioscorea quartiniana* (MARTELLI) HOCHST., deren Wirkstoffe vor allem auf die Atemwege lähmend wirkt.

Aus magischen Gründen wird gelegentlich eine Elefantenspitzmaus mitgekocht. Auch Ratten und Schlangenköpfe werden erwähnt.

Über die verwendeten *Acokanthera*-Arten herrscht keine Einheitlichkeit in der neueren Literatur. METTAM [59] gibt für Äthiopien *A. longiflora*, für Tansania *A. oppositifolia* und für das gesamte Ostafrika *A. schimperi* an, wobei unter *A. schimperi* nach den Ergebnissen von REICHSTEIN wohl *A. schimperi* im weitesten Sinne, das heißt mit allen botanischen Varianten, verstanden werden muß.

<sup>14)</sup> BALLY, ein zuverlässiger und guter Kenner ostafrikanischer Pfeilgifte, berichtet: „Ich selbst sah einmal einen voll ausgewachsenen Mähnenlöwen, der — in voller Flucht von einem Giftpfeil getroffen — kaum 200 Meter von der Anschußstelle, scheinbar ohne Todeskampf, verendet lag. Dabei hatte der Pfeil nur die Decke durchschlagen; die starken Rippen hatten ein tieferes Eindringen verhindert [29].“

RAYMOND [38, 60] fand bei seinen umfassenden Untersuchungen über Tansania-Pfeilgifte nur *A. longiflora* (Holz, Zweige), *A. oppositifolia* und *A. friesiorum* (Holz) als Basispflanzen. Dieselben Arten gibt auch BRAUN an [32]. Insbesondere das bei den Eingeborenen des Liwale-Bezirktes in Süd-Tansania verbreitete und begehrte „Liwale“-Pfeilgift besteht aus *A. oppositifolia*. Es wird in verschiedenen „Herstellungszentren“ zubereitet und im Umkreis von etwa 300 km gehandelt. Von sechs verschiedenen *Acokanthera*-Pfeilgiften hatten drei *A. friesiorum*, zwei *A. longiflora* und eines *A. oppositifolia* als Grundlage. Die hochouabainhaltige *A. ouabaio* erwähnen diese Autoren nicht. Nach BALLY [29] ist *A. longiflora* die meistverwendete Pflanze zur Pfeilgiftbereitung in Tansania. Sie enthält neben dem Hauptwirkstoff Acovenosid A eine beträchtliche Menge des hochtoxischen Acolongiflorosid K, das in der Wirksamkeit dem Ouabain entspricht. BALLY berichtet von den giftkundigen Kamba, daß sie als besonders wirksamen Zusatz eine seltene Euphorbiacee benutzen, deren Standort sie geheimhalten. Dieser Zusatz lasse ihr Pfeilgift weit über ihr Gebiet hinaus als besonders schnell und sicher gelten. RAYMOND erwähnt diesen Zusatz nicht. Das Kamba-Pfeilgift wird in charakteristischen zigarrenähnlichen Stücken in weiten Teilen des südlichen Ostafrika gehandelt.

Nach einem tansanischen Regierungsbericht von 1953 [61] enthielten etwa 80% der Giftpfeile Ouabain, und zwar von 0,1 bis 8,2%, wobei der durchschnittliche Gehalt 4,2% betrug. Von 21 Giftpfeilen, die 1956 untersucht wurden [62], trugen 15 eine wirksame Giftsicht, sechs waren unwirksam. Der Ouabain-Gehalt der 15 Pfeile soll zwischen 0,4 und 8 schwanken, mit einem Schnitt von 1,9%. Alle diese Angaben sind nicht mit den von RAYMOND, BALLY und

anderen Autoren aufgeführten Giftpflanzen in Einklang zu bringen, die kaum Ouabain enthalten. Eine mögliche Erklärung wäre, daß es sich dabei nicht oder nicht nur um eigentliches Ouabain, sondern um Ouabain-Äquivalente handelt. Auch über die Verwendung anderer Giftpflanzen herrschen weitgehend Meinungsverschiedenheiten. Erwähnt werden *Strophanthus*-Arten (*Str. eminii* ASCH, et PAX, *Str. petersianus* KLOTSCH, *Str. nicholsonii* HOLMES und *Str. courmontii* SACL.) und Adenium-Arten (*A. coetatum* STAPF, *A. honghel* A. DC, *A. somalense* BALF.) [22, 29, 30, 38, 63]. RAYMOND [38, 60] beschränkt sich aufgrund seiner zahlreichen Giftpfeiluntersuchungen die Verwendung der *Strophanthus*-Arten auf *Strophanthus eminii* ASCH, et PAX, dessen Glykosidgemisch nach neueren Untersuchungen als Hauptglykoside Cymarol, Cymarol, Emicymarol und Periplocymarol enthält [64, 65].

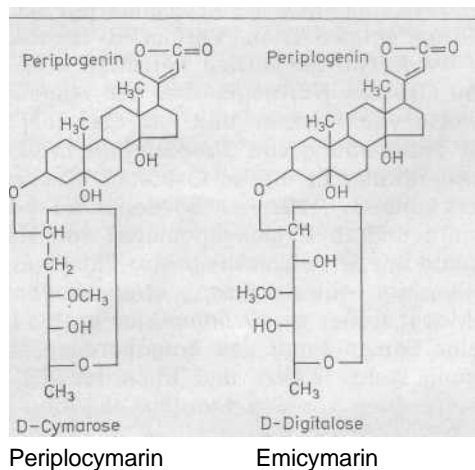


Abb. 16. *Strophanthus* Glykoside [65]. — Zuden Hauptglykosiden von *Strophanthus eminii* ASCH et PAX gehören neben Periplocymarol und Emicymarol noch Cymarol (= Strophanthidin-D-cymarosid) und Cymarol [= Strophanthidol-D-cymarosid].

Auch *Urginea*-Arten [30, 38] sowie *Vernonia*-, *Cochorus*- und *Nerium*-Arten sollen als Pfeilgiftpflanzen dienen [30]. Nach RAYMOND [38] stellen die Nyika im Ufipa-Bezirk in Tansania ihr Pfeilgift aus den Zwiebeln einer *Urginea*-Art her, die mit *Urginea sanguinea* SCHINZ nahe verwandt ist. Nach VERDCOURT und TRUMP [219] handelt es sich eindeutig um *Urginea brachystachys* BAK.; das wirksame Prinzip ist ein nicht näher bekanntes herzwirksames Glykosid. Sowohl das Pfeilgift als auch die Zwiebeln werden gehandelt. In den vierziger Jahren kosteten drei Zwiebeln einen Pfeil und fünf Zwiebeln einen fertigen Giftpfeil. Zur Giftbereitung werden die Zwiebeln zwischen zwei Steinen zerrieben und die entstandenen Fasern in der Sonne getrocknet. Nach erneutem Zerstampfen wird unter gutem Rühren mit Wasser eine Paste hergestellt; sie stellt das fertige Pfeilgift dar. Gelegentlich wird eine wildwachsende Aloe zugemischt.

Von den 134 verschiedenen Giftpfeilen, die RAYMOND von 1940 bis 1947 untersucht hat, war die weit überwiegende Zahl *Acokanthera*-Pfeilgift, nur wenige basierten auf *Strophanthus*, und einer trug *Urginea*-Gift [38].

Im südzentralen und südöstlichen Afrika (Sambia, Malawi, nördliches Rhodesien, Mocambique) ist *Stro-*

*phanthus kombe* OLIV, die bevorzugte Pfeilgift-Pflanze. Wir besprechen sie im Zusammenhang mit den *Strophanthus*-Arten des zentralen Afrika.

**Zentrales und westliches Afrika.** Auf der Weltausstellung 1865 in Paris wurden die Samenkörner einer Pflanze gezeigt, deren Extrakt in Gabun zum Vergiften von Pfeilen dient, mit denen die Eingeborenen (Pangwe-Stämme, französisch: Pahouin) sogar Elefanten zur Strecke bringen können, über dieses Ine- oder Inaye-Pfeilgift und seine Bereitung aus den „melonensamenartigen Körnern einer 20 cm langen Schote“ machte bereits 1866 M. MERY genauere Angaben [160]. Diese Pflanze war nach der französischen Nomenklatur *Strophanthus glabre* DU GABON (glabre = kahl, unbehaart, wegen seiner kahlen Samen) oder wie die heute gebräuchlichere Bezeichnung ist: *Strophanthus gratus* (WALL, et HOOK.) FRANCHET. Sie gehört wie die *Acokanthera* des östlichen und die *Adenium* des südlichen Afrika zur Familie der Hundsgiftgewächse (*Apocynaceae*). *Strophanthus*-Arten sind die charakteristischen Pfeilgift-Pflanzen für das zentrale und westliche tropische Afrika [7, 22, 30, 67—74]. Ihre Verbreitung erstreckt sich von Senegal bis Zaire und südlich bis Angola und zum Malawisee [161]. Von den etwa 30 in Afrika bekannten Arten liegt der sichere Gebrauch für Pfeilgift für *Strophanthus gratus* (WALL, et HOOK.) FRANCHET, *Strophanthus hispidus* P. DC, *Strophanthus kombe* OLIV., *Strophanthus sarmentosus* A. P. DC. und *Strophanthus thollonii* FRANCHET vor. Von diesen wiederum sind die „großen Drei“ *Strophanthus gratus*, *hispidus* und *kombe* wegen ihrer hohen Gehalte an hochtoxischen Wirkstoffen sowie deren gute Wasserlöslichkeit und somit gute Extrahierbarkeit, die Pfeilgift-Pflanzen der ersten Wahl.

Die *Strophanthus*-Gewächse sind hochkletternde Lianen, die aber auch (wenn sich keine zum Klettern geeigneten Bäume finden) zu Sträuchern auswachsen, wie zum Beispiel die in den Halbwüsten Angolas weit verbreiteten Arten *Strophanthus amboensis* und *schuchardtii*.

Bei manchen Arten, zum Beispiel *Strophanthus hispidus*, *kombe* und *sarmentosus*, laufen die fünf Kronzipfel der Blüten in lange, seilartig gedrehte Fäden aus, die der Gattung den Namen eintrugen („Drehblüte“, strophein = drehen, anthos = Blüte). Besonders charakteristisch sind die zwei Fruchtblätter, die in der Reifezeit in zwei weit auseinandergespreizte bis zu 30 cm lange Schotenfrüchte getrennt sind. Sie enthalten zahlreiche melonenkerngroße Samen, die einen gestielten Haarschopf als Flugapparat haben. Diese Samen sind die Hauptkonzentrationsstellen der Wirkstoffe und das bevorzugte Ausgangsmaterial für die Pfeilgift-Gewinnung. Zu diesem Zweck werden die ölhaltigen Samen zu einer Paste zerrieben, oft noch mit klebrigen Zusätzen vermischt, und auf die Pfeilspitze beziehungsweise den darunterliegenden Schaft aufgetragen. Andere Giftbereiter kochen diese Paste oder auch das Holz dieser Pflanze aus, oft zusammen mit Zusätzen zur Giftverstärkung.

*Strophanthus gratus* (WALL, et HOOK.) FRANCHET, weit verbreitet von Sierra Leone bis Angola, wird heute bevorzugt im Raum Gabun—Südkamerun—Zentralafrikanische Republik als Pfeilgift-Pflanze verwendet. Seine Samen dienen insbesondere den dortigen



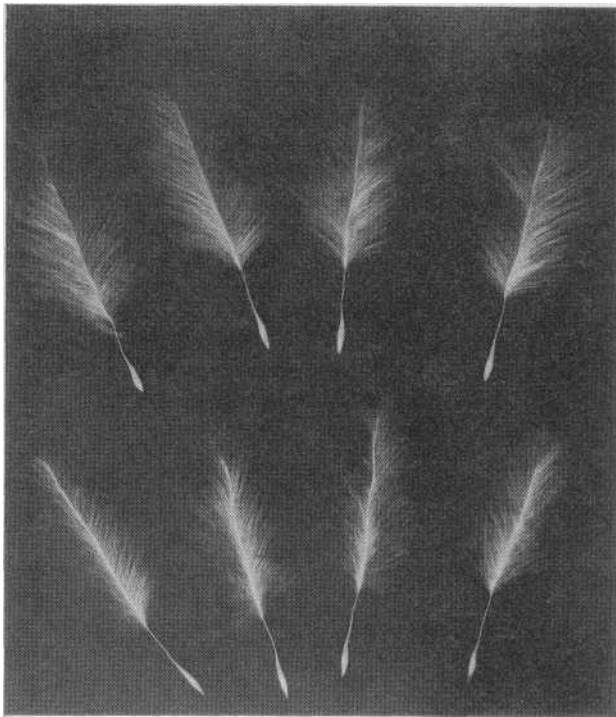


Abb. 17. *Strophanthus*-Samen mit charakteristischem gestielten Haarschopf als Flugapparat. (Photo: T. REICHSTEIN.)

gen Pygmäen<sup>15)</sup> und den Pangwe-Stämmen zur Pfeilgiftbereitung [22, 66, 69, 70, 72, 182, 188]. Nach KRUKOFF und LETOUZEY [66] betrachten die Pygmäen und Bantu von Südkamerun und Gabun *Strophanthus gratus* mit Abstand als die wichtigste Pfeilgift-Pflanze, die das stärkste Gift liefert, *Strophanthus hispidus* als deutlich weniger wirksam und *Strophanthus sarmentosus* als kaum wirksam und unbedeutend. *Strophanthus tholloni* erwähnt er nicht. Nach den chemischen Untersuchungen von REICHSTEIN und Mitarbeitern ist eine Abstufung in dieser krassen Form nicht verständlich. Es sei denn, in diesem Gebiet treten glykosidarme Varianten des sehr polymorphen *Strophanthus sarmentosus* auf.

*Strophanthus gratus* hat als wirksames Prinzip das herzwirksame Glykosid g-Strophanthin, das chemisch mit dem Ouabain einiger ostafrikanischer *Acokanthera-Aiten* identisch ist. Der deutsche Sprachraum bevorzugt den Namen g-Strophanthin, der englische den Namen Ouabain. Der Gehalt an Ouabain liegt in den Samen zwischen 3,5 und 8%. REICHSTEIN und Mitarbeiter konnten in den Samen von *Strophanthus gratus* (Handelsware) daneben noch 29 Cardenolide in sehr kleinen Mengen nachweisen beziehungsweise isolieren (< 0,04%). Zwei dieser Nebenglykoside, Acolongiflorosid K und Strogosid, waren etwas reichlicher zu 0,4% vertreten [75]. *Strophanthus gratus*-Samen sind völlig kahl, im Gegensatz zu den durchweg mehr oder weniger behaarten Samen anderer *Strophanthus*-Arten.

<sup>15)</sup> über die genaue Einteilung der wenig erforschten, überwiegend nomadisierenden westlichen Pygmäen (etwa 25 000) herrscht noch keine Übereinstimmung. Man kann sie grob einteilen in: 1. Babongo und Bekwi im Ogowe-Becken (Ogowe- und Gabun-Pygmäen) [5, 25, 112], 2. Bagielli in Südwest-Kamerun [5, 112], 3. Babinga und verwandte Gruppen im Sangha-Ubangui-Gebiet [5, 25, 112]. Zwischen den östlichen Ituri-Pygmäen und den westlichen Pygmäen leben im Kongo-Bogen die Bachwa [112].

Eine bemerkenswerte Beobachtung machte WALKER [189] in Gabun. Nach seinen Angaben wird der Latex von *Antiaris africana* ENGL. bei der Herstellung des Pfeilgiftes verwendet. Es ist dies der erste und einzige Hinweis in der Literatur, daß die *Antiaris* auch außerhalb Südostasiens zur Pfeilgiftbereitung herangezogen wird<sup>16)</sup>. Nach BISSET [203] enthält die afrikanische *Antiaris*-Art qualitativ dieselben Hauptglykoside wie die asiatische *Antiaris*:  $\alpha$ - und  $\beta$ -Antiarin, die etwa die gleiche Toxizität wie Ouabain besitzen.

*Strophanthus thollonii* FRANCH., verbreitet von Nigeria bis Zaire, hat in Äquatorialafrika etwa dieselben Verbreitungsgebiete wie *Strophanthus gratus*, mit dem er besonders nahe verwandt ist, und wächst vorwiegend an Flußrändern, oft auf felsigem Boden [66, 76, 77]. Die Samen besitzen eine sehr kurz behaarte Oberfläche, so daß sie mit den glatten Samen von *Strophanthus gratus* leicht verwechselt werden können, jedoch kaum mit den stark behaarten Samen anderer *Strophanthus*-Arten. Vermutlich beruhen hierauf die Widersprüche in den Berichten von TRILLES [67] und GROMIER [78] gegenüber den Angaben beispielsweise von KRUKOFF und LETOUZEY [66] irrezügl. der Verwendung von *Strophanthus thollonii* zur Pfeilgiftbereitung in diesen Gebieten. KRUKOFF und LETOUZEY konnten bei ihren ausgedehnten Studien bei den Bantu und in Pygmäengebieten von Kamerun und Gabun nur *Strophanthus gratus*-Samen als Pfeilgift beobachten, obwohl *Strophanthus thollonii* etwa einen Monat früher als *Strophanthus gratus* fruchtet und seine Samen somit den Eingeborenen eher zur Verfügung steht. STANER und MICHOTTE [69] geben die Verwendung von *Strophanthus thollonii* nur für den Raum Katanga in Zaire an.

Entgegen diesen Berichten will TRILLES bei den Gabun-Pygmäen nur die Verwendung der Samen von

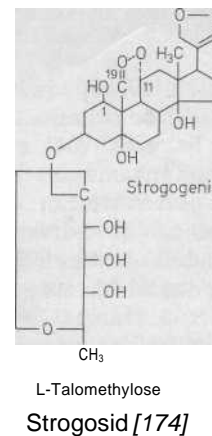


Abb. 18. *Strophanthus*-Glykoside [75]. *Strophanthus gratus*-Samen enthält von 30 nachgewiesenen Glykosiden in weitaus größter Menge das hochtoxische Ouabain (= g-Strophanthin), und zwar zu 7 bis 8%. Relativ reichlich sind mit je etwa 0,4% Acolongiflorosid K (siehe Abb. 13) und Strogosid vorhanden. Strogosid enthält erstmals gleichzeitig eine C 1-beta-Hydroxy- und eine C 19 — C 11-alpha-Lacton-Gruppe; sie beeinflussen sich gegenseitig.

<sup>16)</sup> In Südostasien ist der Latex von *Antiaris toxicaria* LESCH. („Upas-Baum“) das bevorzugte und wirksamste Pfeilgift. Seine Hauptwirkstoffe sind die herzwirksamen Glykoside  $\alpha$ - und  $\beta$ -Antiarin [86, 189]. Der Samen enthält dagegen andere herzwirksame Glykoide. REICHSTEIN und Mitarbeiter konnten darin 34 Cardenolide nachweisen und 16 isolieren [192].

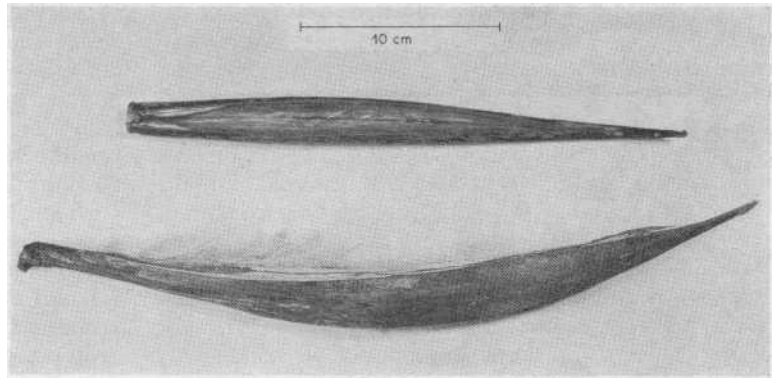


Abb. 19. *Strophanthus thollonii* FRANCHET. Zwei Fruchthälften mit Samen. Südkamerun. (Photo: T. REICHSTEIN.)

*Strophanthus thollonii* festgestellt haben. Als weitere Hauptbestandteile gibt er die Rinde von *Erythrophleum guineense* sowie die Früchte, Fasern und Rinde von *Strychnos*-Arten an. Dazu kommen als Zutaten zahlreiche andere Pflanzen. Nach mehrstündigem Auskochen des Pflanzenmaterials wird abgekühlt und die Mischung gegebenenfalls mit den Larven des Blattkäfers *Diamphidia locusta* FATRM. (= *D. nigro-ornata* STAL.) oder schwarzen Ameisen versetzt. Die kalte Masse wird manchmal, eingepackt in ein Netz aus Rinden, mehrere Tage in einen verwesenden Affenkadaver gesteckt.

GROMIER [78] berichtet von den Südwestkameruner Bagielli-Pygmäen eine sehr ähnliche Zusammensetzung und Herstellung des Pfeilgiftes. Auch hier sollen die Basispflanzen *Erythrophleum guineense*, *Stro-*

*phanthus thollonii* und *Strychnos*-Arten sein. Ebenso soll die anschließende Lagerung der Giftmasse in einem verwesenden Tierkadaver gebräuchlich sein. TRILLES stützt sich zur Erhärtung seiner Angaben auf den Bericht von PARKE [79] über zentralafrikanisches Pygmäen-Pfeilgift. PARKE hat aber seine Pfeilgiftstudien ausschließlich bei den etwa 2000 km weit entfernten Bambuti-Pygmäen im Ituri-Bereich des nordöstlichen Zaire gemacht, die nicht nur räumlich von den westlichen Pygmäen verschieden sind und bei denen auch heute noch nachweislich *Erythrophleum guineense* und *Strychnos*-Arten als Pfeilgifte benutzt werden [34]. Viele voneinander abweichende Berichte dürften sicherlich auf das gebietsweise verschiedene Vorkommen der *Strophanthus*-Arten und die entsprechenden Wohnbezirke der Eingeborenen und der nomadisierenden Pygmäen zurückzuführen sein. So ist es nicht auszuschließen und durchaus möglich, daß in den obengenannten Gebieten an der einen Stelle *Strophanthus gratus* und an einer nicht weit entfernten anderen *Strophanthus thollonii* zur Pfeilgiftbereitung verwendet wird. Auch Zwischenformen wurden beobachtet [66]. Im Falle der Mitteilungen von TRILLES, dessen Beobachtungen überdies ausschließlich in einem begrenzten Gebiet bei einer kleinen Gruppe Gabun-Pygmäen gemacht wurden, scheint uns jedoch der Hinweis auf die vielfach angezweifelte Glaubwürdigkeit seiner Berichte angebracht [80]. Die französische OGOWE-KONGO-Expedition, die Ende der vierziger Jahre verschiedene Sippen der Babinga-Pygmäen<sup>17)</sup> im Raum Ouesso studierte, berichtet nichts von Giftpfeilen bei diesen Pygmäengruppen [25]. Dagegen benutzen die Porno, die benachbarten Neger, die Armbrust mit vergifteten Pfeilen. Mit einer Art Nuß, in die ein Loch gebohrt ist und aus der man den Kern entfernt hat, als Pfeife locken sie die Affen, um sie besser treffen zu können. Diese Armbrust mit Giftpfeilen konnte kürzlich der Verfasser auch bei den Bagielli-Pygmäen sowie bei einzelnen Babinga-Jägern in Südostkamerun feststellen (s. Abb. 1). Die besuchten Babingas im **Raum** Xola im Südwesten der Zentralafrikanischen Republik jagten dagegen nur mit sehr langen Lanzen beziehungsweise Netzen. Die Giftpfeile zeigen am elektrisch ge-

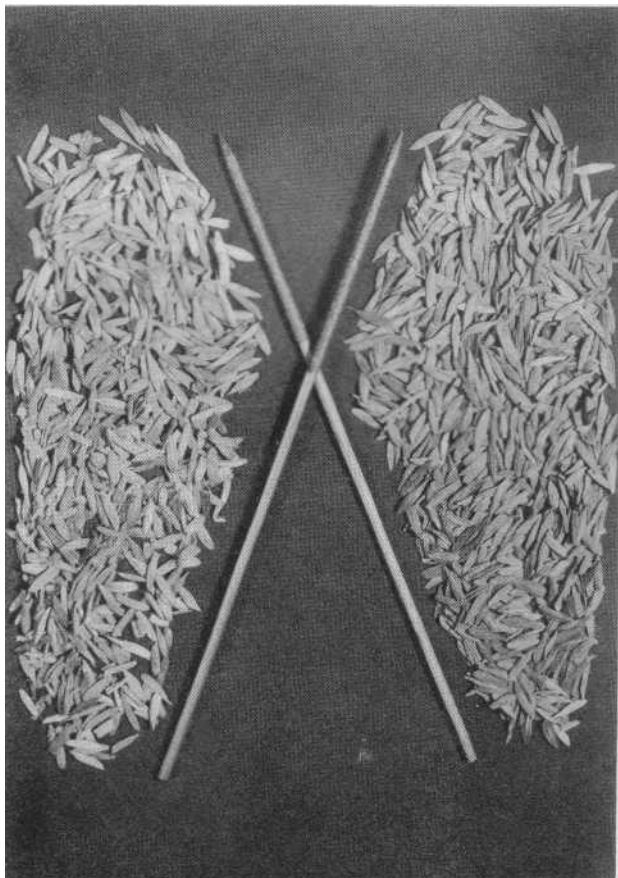


Abb. 20. Giftpfeile (Holzpfeile, etwa 25 cm lang) zum Verschießen mit der Armbrust. Daneben *Strophanthus*-Samen. Kamerun.

<sup>17)</sup> Babinga („Lanzenjäger“, da sie bevorzugt mit sehr langen Lanzen jagen) ist die Bezeichnung der Bantu-Neger für die Pygmäen des Sangha-Ubangui-Gebietes. Sie werden wiederum in zahlreiche Gruppen unterteilt, zum Beispiel Babinga-Babansele (um Ouesso), Babinga-Bangombe (Südostkerun), Babinga Baluma (westlich des Sangha-Flusses, südlich Ouesso).

reizten isolierten Meerschweinchenvorhof eine un-  
gemein starke Herzwirksamkeit, enthalten aber nach  
orientierenden chemischen Untersuchungen kein  
Ouabain<sup>18</sup>).

REICHSTEIN und Mitarbeiter [76, 77] isolierten aus  
den Samen von *Strophanthus thollonii* FRANCH., die  
von Südkameruner Pygmäen bei Bipindi (Zenker-  
Farm) an Flußufem (Lokundje, Kiangho) gesammelt  
wurden (ein Gebiet, in dem auch *Strophanthus gratus*  
verbreitet ist), 18 herzwirksame Glykoside in kristal-  
liner Form und eines amorph. Unter den kristallinen  
Stoffen, hauptsächlich Sarmetoside, bedingen vor  
allem das noch stärker als Ouabain wirkende Sar-  
mentosid A sowie Thollosid, Bipindosid und Lokund-  
josid die starke Herzwirksamkeit des Samens. Ou-  
abain wurde in nur unbedeutender Menge gefunden,  
im Gegensatz zu dem nahe verwandten *Strophanthus*  
*gratus*. Dieselben Glykoside wurden auch in *Stro-*  
*phanthus samentosus* gefunden, obwohl sich die bei-  
den *Strophanthus*-Arten botanisch stark unterschei-  
den [75] (vgl. Abb. 25).

An anderen Apocynaceen des zentralafrikanischen  
Gebietes nennt CHEVALIER [164] *Picalima nitida*  
DURAND („Ngongambi“), die auch unter den Synony-  
men *Picalima klaineana* PIERRE und *Picalima macro-*

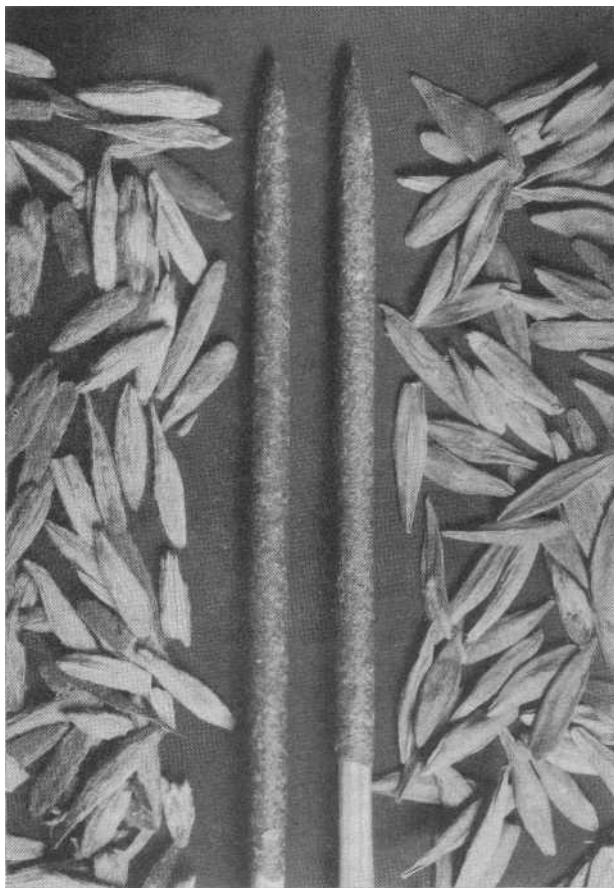


Abb. 21. Detailaufnahme: Giftsicht auf Holzpfeilen. Kamerun.  
— Links: *Strophanthus kombe*-Samen (behaart). — Rechts: *Stro-*  
*phanthus gratus*-Samen (kahl).

<sup>18</sup>) Die pharmakologischen Untersuchungen wurden von Frau  
Dr. G. v. PHILIPSBORN und Herrn Dr. B. STALDER durchgeführt, die  
chromatografischen Untersuchungen von Herrn Dr. W. HEIGEL  
und Frau H. MÜLLER. Ihnen sei an dieser Stelle nochmals bestens  
gedankt.

*carpa* CHEV. bekannt ist. Im Ubangui-Gebiet ist sie  
das meistverwendete Hundsgiftgewächs, insbeson-  
dere die Babinga-Pygmäen des Lobaye-Gebietes be-  
nutzen fast ausschließlich den wässerigen Extrakt aus  
den Samen der beiden dicken, eiförmigen, latexfüh-  
renden Doppelfrüchte sowie der Wurzeln als starkes  
Pfeilgift. Die Blätter und Zweige führen keinen Latex.

HENRY und SHARP [195, 196] erhielten 1927 bis 1932  
aus sechs verschiedenen Samenproben aus Ghana,  
dem Belgischen Kongo (Zaire) und Uganda zwischen  
3,5 und 5% Gesamtalkaloide. Aus diesem Gemisch  
konnten sie neunkristalline Alkaloide in zwei Haupt-  
gruppen gewinnen. Das in größter Menge vorhan-  
dene, als Akuammin bezeichnete Alkaloid (nach dem  
Eingeborenen-Namen „akuamma“ der Pflanze), war  
schon 1926/27 von CLINQUART isoliert worden. In den

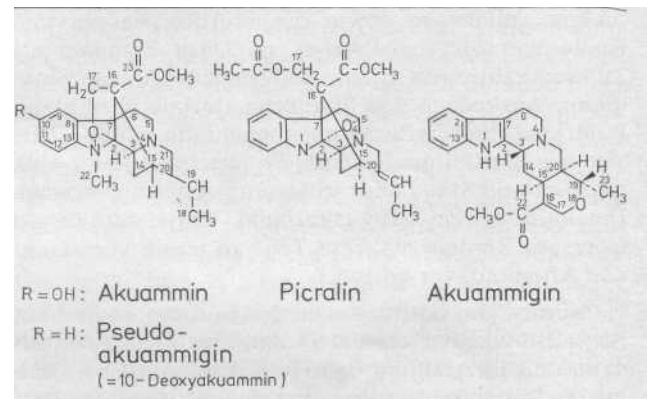


Abb. 22. Picalima-Alkaloide [200, 202, 203]. — Von den zahl-  
reichen, überwiegend schon seit 1930 bekannten Alkaloiden von  
*Picalima nitida* DURAND sind Akuammin, Akuammigin und  
Akuammidin die Hauptvertreter. Um 1962 wurden drei weitere  
Alkaloide isoliert, zu denen das Picalin gehört.

folgenden Jahren befaßten sich insbesondere ROBIN-  
SON und THOMAS [197], LEVY, LE MEN, JANOT und Mit-  
arbeiter [178—200] sowie JOULE und SMITH [201] mit  
den *Picalima*-Alkaloiden und ihrer Strukturaufklä-  
rung. Neben den Hauptbestandteilen Akuammin,  
Akuammidin und Akuammigin wurden als neue Al-  
kaloide Picalin (Samen), Picraphyllin (Blätter) und  
Picracin (Wurzeln) isoliert [198]. Eine Übersicht über  
die *Picalima*-Alkaloide gibt SAXTON [202]. In einer  
neueren Arbeit untersuchten MOELLER, SEEDORFF und  
NARTEY [203] alle Pflanzenteile, insbesondere reife  
und unreife Samen auf ihren Alkaloidgehalt. In den  
Blättern fanden sie keine Alkaloide. Reife und un-  
reife Samen unterschieden sich nur im quantitativen  
Gehalt von Akuammicin und Pseudoakuammigin,  
der Gesamtalkaloidgehalt war gleich. Welche *Pica-*  
*lima*-Alkaloide die Wirksamkeit des Pfeilgiftes be-  
dingen, ist nicht genau bekannt<sup>19</sup>).

Auch die zerkleinerten, mazerierten Wurzeln einer  
*Rauwolfia*-Art (*macrophylla*?) dienen im Ubangui-  
Gebiet gelegentlich als Pfeilgift [164]. Hierbei kann  
es sich jedoch nur um ein schwaches Pfeilgift handeln,

<sup>19</sup>) Akuammin steigert die Erregbarkeit des sympathischen Ner-  
vensystems, das Yohimbin-ähnliche Akuammidin hemmt die  
Erregbarkeit (Sympathikolytikum, Antiadrenergikum) und wirkt  
Akuammin entgegen. Beide Stoffe zeigen eine ausgeprägte lokal-  
anaesthetische Wirkung; Akuammidin wirkt dabei dreimal stär-  
ker als Cocain. *Picalima nitida* ist nach dem derzeitigen Stand  
des Wissens eine der seltenen Drogen, bei der die Hauptwirk-  
stoffe in ihrer Hauptwirkung entgegengesetzt gerichtet sind [218].

da die Alkaloide der *Rauwolfia*-Arten relativ ungiftig sind.

Das Haupt-Pfeilgift der meisten Babinga-Pygmäen und vieler Bantu-Stämme im Ubangui-Gebiet ist aber die Asclepiadacee *Periploca gabonica* (BAILL.) CHEV. (siehe unten).

*Strophanthus hispidus* P. DC. (vergl. Titelbild) ist die bevorzugte Pfeilgift-Pflanze des westlichen Afrika bis einschließlich Nigeria [7,22,66,70,194]. Sie wächst wild, mit *Strophanthus sarmentosus* vergesellschaftet, wird aber oft von Eingeborenen nahe ihrer Hütten auf Äckern angepflanzt. Die Anpflanzung erfolgt zum Beispiel in der Elfenbeinküste durch den Mediziner und ist mit allerlei zeremoniellen Dingen und Opferungen verbunden [7, 33]. Wer *Strophanthus*-Samen stiehlt, hat schwere Strafen zu erwarten, über die Verwendung von *Strophanthus hispidus* zur Pfeilgiftbereitung in der Elfenbeinküste und in Obervolta sind wir durch die Studien von KERHARO und BOUQUET [33] gut unterrichtet. Danach ist die Verwendung von *Strophanthus hispidus* auf den nördlichen Teil der Elfenbeinküste beschränkt (Pfeilgift Typ „Lobi“). In Obervolta wird sie allein oder zusammen mit der noch giftigeren *Calotropis procera* verwendet. Die Zusammensetzung des Lobin-Pfeilgiftes ist im allgemeinen kompliziert. Außer der Hauptpflanze, *Strophanthus hispidus*, enthalten die Rezepte weitere Giftpflanzen, wie *Calotropis procera* AIT., *Euphorbia kamerunica* PAX, *Euphorbia poissonii* PAX, *Sapium Grahamii* PRAIN, ferner tierische Gifte, wie Schlangenköpfe oder Skorpionstachel, Verwesungsgifte, Menstruationsblut sowie Fetisch-Pflanzen. Jeder Jäger hat seinen eigenen, eng an ihn gebundenen Fetisch, seinen privaten Schutzgeist, und jedem Fetisch sind eine oder mehrere Pflanzen zugeordnet. Außerdem soll die Pflanze mit besonderem Wasser ausgekocht werden, zum Beispiel Wasser aus einem heiligen Fluß (schwarzer Volta) oder noch besser mit Morgentau.

Die Zusammenstellung der Rezepte wird als ein Akt medizinisch-magischer Kunst angesehen, sie ist stark durch den „Kenner der verborgenen Dinge“ (Mediziner) beeinflusst. Die „Offenbarung“ der Gift-Rezepte ist mehr oder weniger göttlichen Ursprungs und wurde gewissen auserwählten Personen eingegeben.

Heute hat praktisch jeder Jäger seine eigene Bereitungsmethode. Viele Jäger begnügen sich aber auch damit, ihre Pfeile mit dem wässrigen Extrakt aus *Strophanthus hispidus*-Samen zu bestreichen, der völlig ausreicht. Einige Senoufo-Stämme rösten die Samenkörner vor der Extraktion und auch, bevor sie den Samen als Handelsprodukt weitergeben. Angeblich soll dadurch eine bessere Haltbarkeit erreicht werden. Tatsächlich konnte L. Tocco-Tocco 1923 eine Substanz in der Samenschale und im Endosperm nachweisen, die bei langer Lagerung des Samens (einige Jahre) die herzwirksamen Glykoside in ihrer Wirksamkeit beeinträchtigt.

*Strophanthus hispidus* wird mit Sicherheit auch in Togo als Pfeilgift verwendet [73], und zwar in den tiefer gelegenen, küstennahen Gebieten; in den höher gelegenen Gebieten Mittel-Togos wächst nur *Strophanthus sarmentosus*. Nach neueren Untersuchungen [74] ist es wahrscheinlich, daß *Strophanthus hispidus* qualitativ die gleichen Hauptglykoside wie

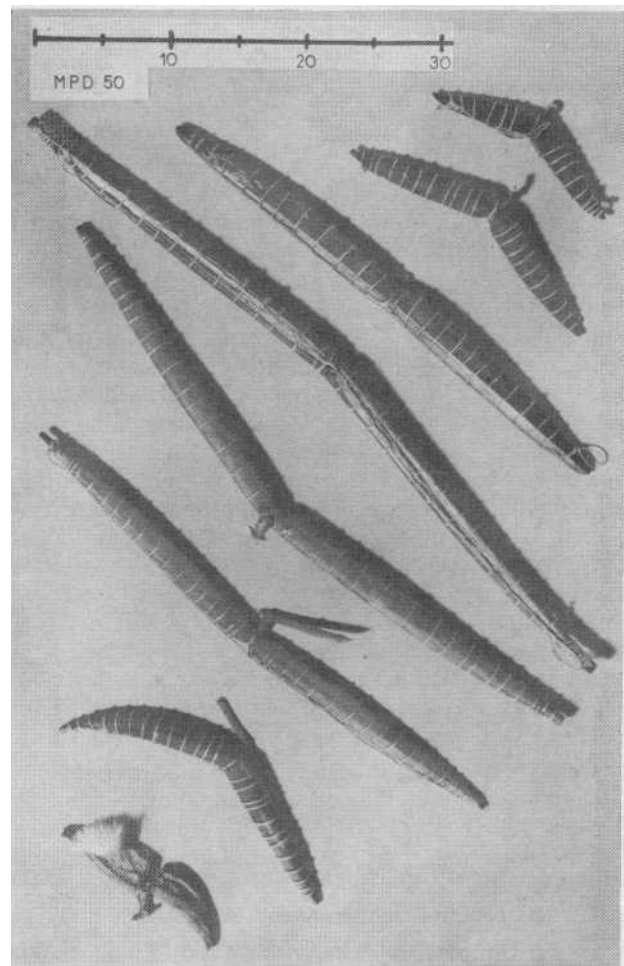


Abb. 23. Doppelschoten-Frucht von *Strophanthus sarmentosus* P. DC. var. *senegambiae* (A. DC.) Monachino („Savannenform“, Variation b). Umschnürt, um das Herausfallen der Samen zu verhindern. Nördliche Trockengebiete Westafrikas. (Photo: T. REICHSTEIN.)

*Strophanthus kombe* enthält. In den Samen und Wurzeln von *Strophanthus hispidus* wurde erstmals auch das Vorkommen des Alkaloids Trigonellin und des Protoalkaloids Cholin in *Strophanthus-Aiten* nachgewiesen (THOMS 1898, KARSTEN 1902). Diese Stoffe sind aber als Pfeilgiftwirkstoffe uninteressant.

*Strophanthus sarmentosus* P. DC. ist eine sehr polymorphe Art mit weitem Verbreitungsgebiet in Afrika, insbesondere dem gesamten Westafrika [9, 81, 82, 161]. Er war der erste bekanntgewordene *Strophanthus*; A. PYRAME DE CANDOLLE entdeckte ihn 1802 im westafrikanischen Sierra Leone. Über seine heutige Verwendung als Pfeilgift-Pflanze liegen außer für die Elfenbeinküste, Togo und Nigeria keine zuverlässigen Berichte vor.

In Togo ist diese Verwendung auf die höher gelegenen Teile Mittels-Togos beschränkt; sie wurde schon von LEWIN [22] beschrieben und in neuerer Zeit von KATZ und SCHMUTZ [73] beobachtet. CALLOW [82] berichtet, daß die primitiven heidnischen Stämme in Nigeria *Strophanthus sarmentosus* als Pfeilgift-Pflanze bei ihren Dörfern kultivieren. Sie gilt allgemein als Pfeilgift-Pflanze der zweiten oder dritten Wahl, da der aus ihre hergestellte Extrakt nicht die Wirksamkeit von *Strophanthus gratus*, *kombe* oder *hispidus* besitzen soll [66, 33]. Eine botanische Ein-

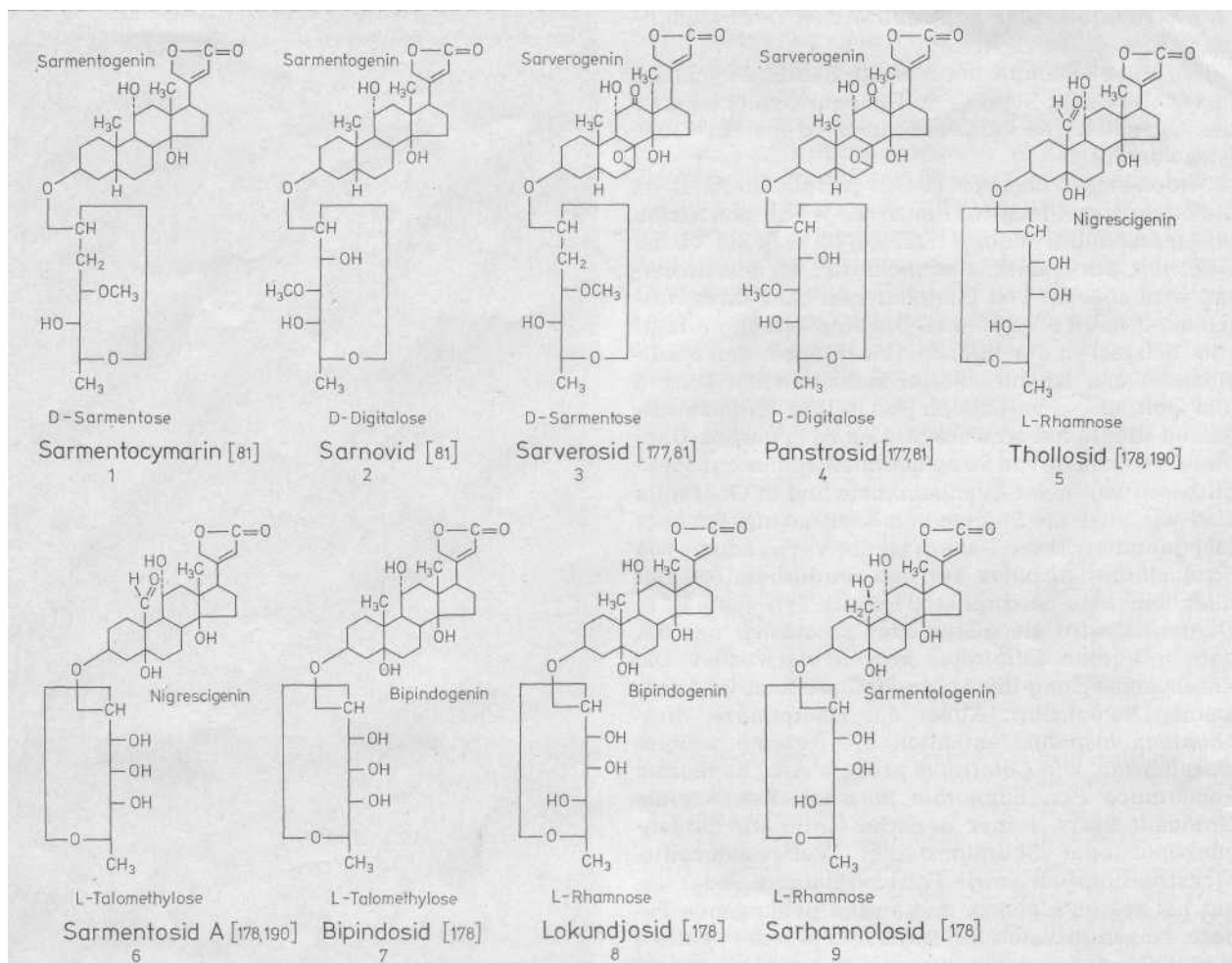


Abb. 24. *Strophanthus*-Glykoside [81, 177, 178, 190]. — Die *Strophanthus sarmentosus*-Varianten enthalten einen stark polaren, wasserlöslichen Anteil (Sarmentoside, Hauptvertreter 5 bis 9) und einen schwach polaren, chloroformlöslichen Anteil (Formeln 1 bis 4). Die Varianten unterscheiden sich chemisch vor allem im schwach polaren Teil. Hauptvariante a enthält nur das Genin Sarverogenin, das mit dem Zucker Sarmentose beziehungsweise Digitalose verknüpft ist; Hauptvariante b enthält nur das Genin Sarmentogenin, das mit denselben Zuckern verbunden ist. Daneben gibt es die seltene Variante d (Mutante?), die Sarmentogenin enthält und mit dem Zucker Sarmentose beziehungsweise Digitalose zu dem Glykosid Sarmutosid beziehungsweise Musarosid verknüpft ist [176]. Sarverogenin besitzt einen 7,8-Epoxidring. Variante c enthält kaum Glykoside. Alle Glykoside des stark polaren Anteils sind auch in *Strophanthus thollonii* enthalten.

teilung der *Strophanthus sarmentosus*-Varianten ist noch nicht erfolgt; zur Zeit ist lediglich eine vorläufige Einteilung nach chemischen Gesichtspunkten vorgenommen worden, und zwar aufgrund der in den Samen produzierten herzwirksamen Glykosiden [81]. REICHSTEIN und Mitarbeiter [81,83,84] erhielten zwei Gruppen von Stoffen, die sich nach fermentativem Abbau (zur Abspaltung zusätzlicher Glucoside) in einen stark polaren, wasserlöslichen Anteil und einen schwach polaren, chloroformlöslichen Anteil trennen ließen. Der stark polare Anteil enthält die sogenannten *Sarmentoside*, ein schwer trennbares Gemisch aus 20 Glykosiden, von denen einzelne Vertreter auch in anderen *Strophanthus*-Arten zu finden sind und deren Hauptgenin Nigrescigenin (= Sarmentosigenin A) ist. Außer Sarmentosid A gehören dazu als Hauptvertreter Thollosid, Bipindosid, Lokundjosid und Sahamnolosid. Ihre Struktur ist geklärt [178, 190]. Alle Glykoside des stark polaren Anteils finden sich auch in *Strophanthus thollonii*; die schwach polaren Glykoside fehlen jedoch in nachweisbaren Mengen. Der charakteristischeste chemische Unterschied zwischen den verschiedenen *Strophanthus sarmentosus*-Arten

(„chemische Rassen“) liegt in diesem schwach polaren Teil. Die Glykoside basieren auf den Geninen Sarverogenin (Var. a), Sarmentogenin (Var. b) oder Sarmutogenin (Var. d). Von den Hauptvarianten a und b gehört der in Togo zur Pfeilgiftbereitung verwendete *Strophanthus sarmentosus* zur Variante a. Der schwach polare, chloroformlösliche Anteil enthält nur ein Genin, Sarverogenin, das mit dem Zucker Sarmentose zu dem Glykosid Sarverosid (Hauptglykosid) und mit Digitalose zu Panstrosid verknüpft ist. Aus *Strophanthus sarmentosus* wurden insgesamt 32 Glykoside isoliert, davon 6 schwach polare. Variante a („Waldform“) findet sich vor allem in den regenreichen, südlichen Gebieten Westafrikas bis Angola, Variante b („Savannenform“) wächst in den trockenen Gebieten nördlich des 12. Breitengrades (Sahel).

*Strophanthus kombe* OLIV. ist die Pfeilgift-Pflanze im südzentralen und südöstlichen Afrika, bevorzugt im Gebiet südlich des Malawi-Sees (Njassa-See), im Hochland des Schire. Er wächst als holziger Strauch an mehreren Stellen zwischen der Küste und den Viktoria-Fällen, in den ausgedehnten Ebenen des



Sambesi-Tals, in einigen tief gelegenen Tälern im südlichen Sambia, aber auch in einigen Bergwäldern, Er findet sich überwiegend mit anderen *Strophanthus*-Arten vergesellschaftet [85, 22]. Wir finden ihn aber auch als Pfeilgift-Grundlage bei den Fali in Nordkamerun [31]. Aus *Strophanthus kombe* hergestelltes Pfeilgift („kombe“) gelangte vor über 100 Jahren als erstes afrikanisches Pfeilgift nach Europa und wurde näher untersucht (siehe „Heilendes Pfeilgift“; [144,145]). Es gehört zu den stärksten Pfeilgiften Afrikas. Es ist fraglich und kaum anzunehmen, daß das kombe-Pfeilgift ausschließlich aus *Strophanthus kombe*-Samen hergestellt ist. Auch *Strophanthus* Aombe-Handelsware ist selten rein.

Das aus authentischem *Strophanthus kombe*-Samen gewonnene „k-Strophanthin“ ist keine einheitliche Substanz, sondern ein amorphes, leicht wasserlösliches Glykosidgemisch, das zu 70 bis 80% aus k-Strophanthosid besteht. Zwei weitere Bestandteile sind k-Strophanthin-/? und Cymarin [36]. Der Hauptbestandteil k-Strophanthosid besteht aus dem Genin Strophanthidin und dem Trisaccharid  $\alpha$ -D-Glucose-/?-D-Glucose-/?-D-Cymarose. Durch enzymatische Abspaltung der endständigen Glucose entsteht das k-Strophanthin-/?; zusätzliche Abspaltung von Glucose führt zum Cymarin. Neben einem weiteren Hauptglycosid, dem Erysiriosid, das 1959 isoliert wurde [87], sind zahlreiche Nebenglykoside nachgewiesen worden [86, 87, 207], darunter das hochtoxische Helveticosid, das aus dem Erysimosid durch enzymatische Abspaltung von 1 Molekül Glucose entsteht. In einer neueren Arbeit konnte MAKAREVICH [207] kürzlich 12 Cardenolide aus den Samen von *Strophanthus kombe* isolieren. Außer sechs bekannten Glykosiden erhielt er sechs neue Glykoside, zu denen auch ein weiteres Strophanthidin-Trisaccharid (Strophanthidm-Gentiobiosyldigitoxose) gehört.

Die westafrikanischen Gebiete um den Niger und Benue waren früher für ihre Pfeilgifte berüchtigt [22].

Insbesondere der Norden Nigerias und Kameruns mit seinen wilden heidnischen Stämmen brachte gefürchtete Pfeilgifte hervor, wie das der Muntschi (Tiv), die die gebirgigen Teile des mittleren Benue bewohnen. Die Zusammensetzung und Zubereitung ihres Pfeilgiftes ist nicht bekannt; sie wurde zumindest Anfang unseres Jahrhunderts streng geheimgehalten. Nach LEWIN [22] soll das wirksame Prinzip eine *Strophanthus*-Art sein. Auch die Stämme des Süd-Sudan verwenden heute noch ausgiebig Pfeilgifte für die Jagd beziehungsweise die Wilderei in den Wildschutzgebieten. Man kann ohne gewagte Spekulation annehmen, daß auch in anderen Gebieten Afrikas, als den oben erwähnten, heute noch die eine oder andere der besprochenen *Strophanthus*-Arten, aber auch Pflanzen anderer Familien und Ordnungen, zur Pfeilgiftbereitung herangezogen werden.

WALKER (zitiert bei [161]) berichtet von einer wenig bekannten, neueren *Strophanthus*-Art, die er in der Blüte als die schönste aller *Strophanthus*-Arten bezeichnet. CHEVALIER nannte sie *Strophanthus perrotii* A. CHEV. Sie wächst hauptsächlich in der Elfenbeinküste, seltener auch in Gabun. Der wässrige Extrakt aus den unbehaarten Samen wird von den Eingeborenen als starkes Pfeilgift benutzt. Die Wirkstoffe sind nicht bekannt.

Neben *Strophanthus* sind noch einige andere Pflanzen als Grundlage westafrikanischer Pfeilgifte bekannt geworden. In erster Linie ist es die Sterculiacee *Mansonia altissima* A. CHEV. Ihre Verwendung zur Pfeilgiftbereitung ist im Südwesten der Elfenbeinküste bei den Guere-Stämmen gebräuchlich. KERHARO und BOUQUET [33] haben dieses Pfeilgift (Typ „Guere“) und seine Bereitung näher untersucht.

Die *Mansonia altissima* A. CHEV. ist ein stattlicher Baum mit ovalen Blättern und Flügelfrüchten. Ihre Rinde dient zur Pfeilgiftbereitung. Die Vielfältigkeit der *Mansonia*-Pfeilgift-Zusammensetzung ist nicht geringer als die des *Strophanthus*-Pfeilgiftes Typ

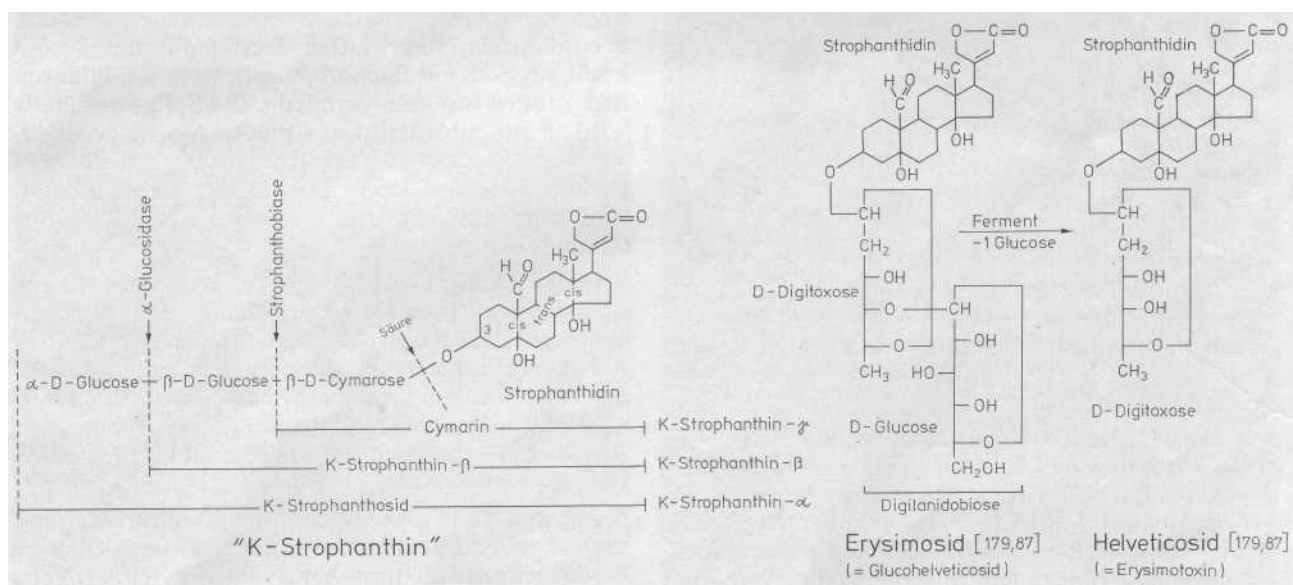


Abb. 25. *Strophanthus*-Glykoside [86, 179, 206]. — Unfermentierter *Strophanthus kombe*-Samen enthält als genuine Hauptglykoside k-Strophanthosid, k-Strophanthin-/? und Erysimosid. Nach Fermentation findet sich neben Cymarin das zweite sekundäre Hauptglykosid Helveticosid. Letzteres wurde erstmals aus der Kreuzifere *Erysimum heiveticum* isoliert und strukturell geklärt (REICHSTEIN, 1957); es besteht aus dem Genin des k-Strophanthins (Strophanthidin) und Digitoxose, dem Zucker vieler Digitalisglykoside. Die ungewöhnlich hohe Toxizität von Helveticosid (0,05 bis 0,08 mg/kg Katze) wird durch den Eintritt einer zusätzlichen Glucosemolekel (zum Erysimosid: 0,16 mg/kg) merklich herabgesetzt.



„Lobi“ im Norden dieses Gebietes. Ein „gutes“ Pfeilgift besteht oft aus 7 bis 12 Bestandteilen; manche Stämme, zum Beispiel die Yacouba, beschränken sich auf 2 bis 3. Ein Rezept setzt sich aus Pflanzen folgender Gruppen zusammen: Dem Giftbaum *Mansonia altissima* A. CHEV., weiteren Giftpflanzen, wie *Erythrophleum guineense* G. DON und *Elaeophoria drupifera* STAPP, ätzenden und entzündungsfördernden Pflanzen, wie *Diospyros xanthochlamys* GÜRK., *Microglossa volubilis* D. C., Fetisch-Pflanzen, wie *Piper umbellatum* L. und *Thonningia sanguinea* VAHL, Pflanzenextrakten, die eine gute Haftbarkeit des Giftes am Pfeil bewirken, wie Latex von Guttiferen und *Harungana madagascariensis* STAPP, ferner sonstige Pflanzen, deren Aufgabe nicht näher definiert ist, wie *Enantia polycapa* ENGL. et DIELS und *Pachypodabthium staudii* ENGL. et DIELS.

Die Zubereitung verläuft im wesentlichen nach den üblichen Verfahren: Zerkleinerte Rindenstücke werden zusammen mit dem Brei der verschiedenen Zutaten mit Wasser ausgekocht. Der Extrakt von *Diospyros xanthochlamys* GÜRK. wird beispielsweise erst nach dem Eindicken des wäßrigen Auszugs zugesetzt. Seine Bereitung ist wie folgt: 20 g zerkleinertes Rindenmaterial werden in 10 ml heißes Wasser gegeben und 1 A Stunde darin belassen und in die Nähe des Feuers gestellt. Die Temperatur soll nicht zu hoch sein. Die Flüssigkeit wird durch ein Tuch filtriert und mit der eingedickten Giftmasse vermischt.

UFFER [88] konnte aus der Rinde von *Mansonia altissima* A. CHEV. sechs kristallisierte, allerdings nur schwach herzwirksame Cardenolide isolieren: *Mansonin A—F*, wobei *Mansonin B* ein Gemisch darstellt (Dosis letalis an der Katze: 9,5 bis 3,4 mg/kg). Die aus

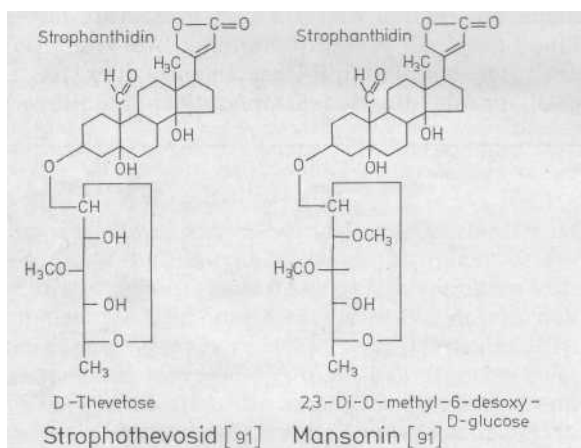


Abb. 26. *Mansonia*-Glykoside [88, 91]. —Die Samen von *Mansonia altissima* A. CHEV. sind reich an herzwirksamen Glykosiden. Die zwei Hauptvertreter sind Mansonin und Strophothevosid.

dem Rindenextrakt isolierten amorphen Fraktionen zeigten sich dagegen etwa 10 mal aktiver (Dosis letalis an der Katze: 0,76 bis 0,18 mg/kg). BETTOLO und Mitarbeiter [89] haben 1965 aus dem Holz sechs kristallisierte Chinone isoliert, die sie *Mansonon A—F* bezeichneten. TANAKA und Mitarbeiter [90] isolierten ebenfalls aus dem Holz die *Mansonone A, C, E, F* sowie zwei neue *Mansonone G* und *H*. ALLGIEIER und Mitarbeiter [91] untersuchten die Samen und fanden als Hauptglykoside *Mansonin* und *Strophothevosid*, die sich beide vom *Strophanthidin* ableiten.

Die zweite wichtige Pflanzenfamilie für Pfeilgifte neben Hundsgiftgewächsen (*Apocynaceae*) sind die Seidenpflanzengewächse (*Asclepiadaceae*). Nach CHEVALIER [164], der 1951 die Giftpflanzen des Ubangui-Chari- und Mittelkongo-Raumes (= Zentralafrikanische Republik und Kongo-Brazzaville) studierte, sind *Strophanthusgewächse*, insbesondere fruchttragende, in diesem Gebiet selten anzutreffen. Kahle *Strophanthus*-Samen aus Kamerun (*Strophanthus gratus* oder *thollonii*) werden von Haussa-Händlern an eingeborene Jäger des Ubangui-Gebietes verkauft. Das Pfeilgift dieses Gebietes basiert überwiegend auf der *Asclepiadacee* *Periploca gabonica* (BAILL.) A. CHEV., die leicht mit *Strophanthus*-Lmnen verwechselt werden kann.

H. BAILLON hat 1889 für diese Pflanze die Gattung *Parquetina* geschaffen und die in Gabun erstmals entdeckte Art *Parquetina gabonica* BN. (# „Gabun-Baumschlinge“) genannt. A. CHEVALIER [164] entdeckte 1902 in der Umgebung von Bangui in der Zentralafrikanischen Republik eine Latex-liefernde *Periploca*- Art und nannte sie zu Ehren von DE WILDEMAN, der die Giftpflanzen des Kongogebietes untersucht hatte und diese Art fälschlich für *Periploca nigrescens* AFZEL, hielt, *Periploca wildemanii* CHEV. Die echte *Periploca nigrescens* AFZEL. gibt keinen Latex und ist vorwiegend eine westafrikanische Savannepflanze, die aber auch in Kamerun, Gabun, Kongo-Brazzaville und Zaire als Liane vorkommt. Später erkannte CHEVALIER, daß *Periploca wildemanii* mit *Parquetina gabonica* identisch ist. Sie ist auch unter den Namen *Periploca gabonica* (BAILL.) A. CHEV. und *Periploca preussii* K. SCHUM. bekannt. Wir behalten den Namen *Periploca gabonica* bei, unter dem sie auch CHEVALIER 1951 als Pfeilgiftpflanze beschrieb [164]. Insbesondere im blühenden Zustand (Januar bis März, Juli) kann sie gut von *Periploca nigrescens* unterschieden werden. *Periploca gabonica* ist im Süden der Zentralafrikanischen Republik weit verbreitet. Zur Pfeilgiftbereitung verwenden die Babinga-Pygmäen Wurzeln, frische Stengel und die fast reifen Fruchtkapseln. Sie werden zerstampft und ausgekocht, oft noch mit Euphorbiensaft, weiteren Pflanzen und giftigen Insekten vermischt. Die Spitze des Pfeils wird in die schwärzliche, sirupöse Masse getaucht. Außer den Babinga-Pygmäen dieses Gebietes benutzen auch die Bantu-Stämme der Baya, Mbaiki, Bondjo und Lissongo diese *Periploca*-Art als Pfeilgift-Basispflanze.

*Periploca nigrescens* dagegen wird sowohl im Ubangui- als auch im Kongo-Gebiet von den Eingeborenen als Medizinpflanze genutzt [22, 92—95]. Als Pfeilgiftpflanze konnte sie nicht eindeutig nachgewiesen werden. KATZ und SPEISER [94] brachten 1950 aus der Gegend von Loko in der Zentralafrikanischen Republik Holzpfeile mit, die mit *Periploca nigrescens* vergiftet sein sollen.

Als weitere in diesem Raum zur Pfeilgiftbereitung verwendete *Asclepiadacee* nennt CHEVALIER *Omphalogonus nigritana*; diese Art ist schwer von *Periploca gabonica* zu unterscheiden.

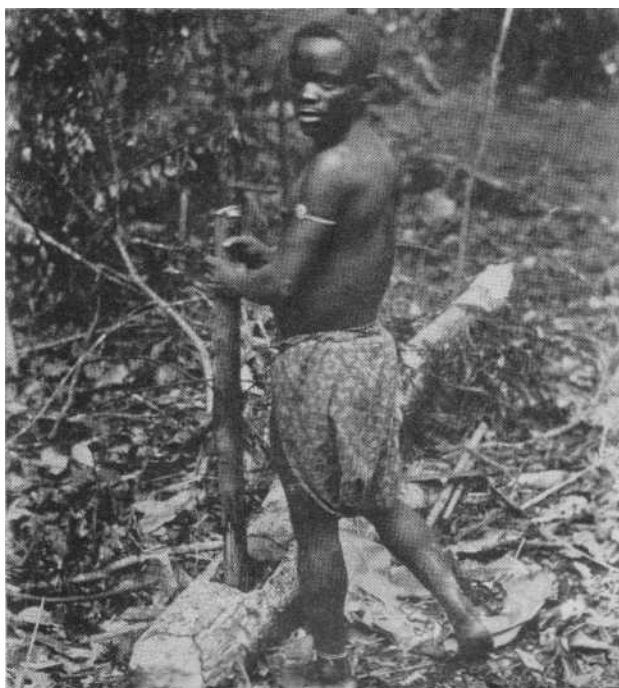
Die Baya im Gebiet um Boda (Zentralafrikanische Republik) benutzen als Pfeilgift auch die zerstampften Zwiebeln einer speziellen *Dioscorea*-Art. Diesem *Dioscorea*-Gift fügen sie fast immer tierische Gifte

zu: die Gallenblasen giftiger Schlangen, einen dicken Käfer mit gelb-weißen Querstreifen, kleine schwarze Ameisen, die auf Lianen leben und deren Blätter sie essen. In den zusammengerollten Blättern finden die Eingeborenen die Nester der Ameisen. Gesammelt werden nur ausgewachsene Ameisen und deren Eier.

Diese Zusätze werden mit dem Zwiebelbrei oder anderen Pflanzen zerstampft und mit Wasser ausgekocht. Das zurückbleibende schwarze Konzentrat dient als Pfeilgift. Allerdings dürften bei einer derartigen Wärmebehandlung die tierischen Gifte kaum noch wirksam sein. Schließlich werden zur Giftverstärkung, Entzündungsförderung und besseren Haftung der Masse am Pfeil noch Euphorbien-Säfte gegeben. Die Eingeborenen kultivieren diese Euphorbien in ihren Dörfern und benutzen sie bevorzugt als Fetisch-Pflanzen.

Eine *Periploca*- Art ist aller Wahrscheinlichkeit nach auch die milchführenden Kago- und Sambali-Liane, aus deren Wurzelrinde die als Jäger sehr geschickten Bambuti-Pygmäen<sup>20)</sup> im Ituri-Urwald des nordöstlichen Zaire ihr Pfeilgift bereiten [34]. Früher bestanden ihre Pfeile durchweg aus Holz oder Bambus. Die Spitzen sind im Feuer gehärtet. Heute gebrauchen die Bambutis oft auch Pfeile mit einer Eisenspitze, die sie von den Bantus eintauschen. Die kleinen, äußerst scharfen und mit Widerhaken besetzten Pfeile sind eine wirksame Waffe für Kleinwild. Erheblich leistungsfähiger sind aber die etwa 40 cm langen Holz-

<sup>20)</sup> Die Bambuti-Pygmäen des Ituri-Waldes von Zaire (auch Ituri-Pygmäen genannt) können in drei große Gruppen unterteilt werden: 1. die Aka im Norden, 2. die Basua einschließlich der Bakango am linken Ufer des Ituri und 3. die Efe im Osten.



27



29



28



30

Abb. 27 bis 30. Pfeilgiftbereitung der Ituri-Pygmäen: Samba/i-Pfeilgift der Bakango. Ituri-Wald, Zaire. — Die Wurzelrinde der *Sambali*-Liane wird in einer Baumstamm-Mulde zerstampft (Abb. 27) und der Rindenbrei in einer kleinen, hängemattenförmigen Presse aus Pflanzenfasern durch Drehen des Griffes ausgequetscht (Abb. 28). Die Spitzen der Holzpfeile werden über dem Feuer gehärtet (Abb. 29) und danach bündelweise mit der giftigen Flüssigkeit begossen und getrocknet (Abb. 30). (Photo: [34].)

pfeile, deren Spitze mit dem erwähnten, sehr wirksamen Gift bestrichen ist. PARKE und HOLMES [79] haben als erste nähere Angaben über das Pfeilgift der Bambuti-Pygmäen und seine Bereitung gemacht. Der bedeutende Pygmäen-Forscher P. SCHEBESTA hat die Angaben dieser Autoren im wesentlichen bestätigt und ergänzt [34]. Danach erfolgt bei der Pygmäen-gruppe der Bakango die Pfeilgiftbereitung wie folgt: Zunächst wird eine Mulde in einen gefällten Baumstamm geschlagen, die als Mörser dient. Die Wurzeln der Sambali-Liane werden geklopft, um die Rinde leichter abschaben zu können. Die Wurzelrinde wird sodann im Mörser zu Brei zerstampft. Mit Hilfe einer Presse aus den Fasern einer Staude wird der milchige Saft aus dem Brei gepreßt. Die Presse gleicht einer Miniatur-Hängematte mit zwei Henkel. Mit dem einen Henkel wird sie um einen Pfahl geschlungen, durch den anderen Henkel wird ein Stück Holz als Griff geschoben. Das Auspressen geschieht durch Drehen des Griffes. Der in einer Blattschale aufgefangene Saft stellt das fertige Sambali-Pfeilgift dar. Das sonst übliche Einkochen wird nicht durchgeführt. Die Holzpfeile werden anschließend

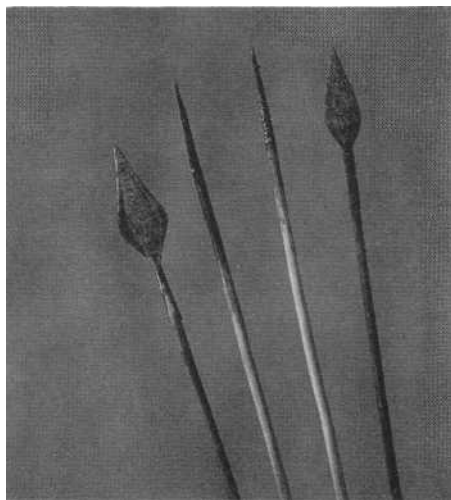


Abb. 31. Die beiden charakteristischen Pfeilarten der Ituri-Pygmäen und der mit ihnen in enger Verbindung stehenden Baiesse im Gebiet des MontHoyo im nordöstlichen Zaire. Die mit einer herzförmigen Metallspitze versehenen Pfeile dienen zur Antilopenjagd und werden nicht vergiftet. Die Holzpfeile tragen eine dünne Giftschicht; mit ihnen werden Baumtiere gejagt, insbesondere Affen.

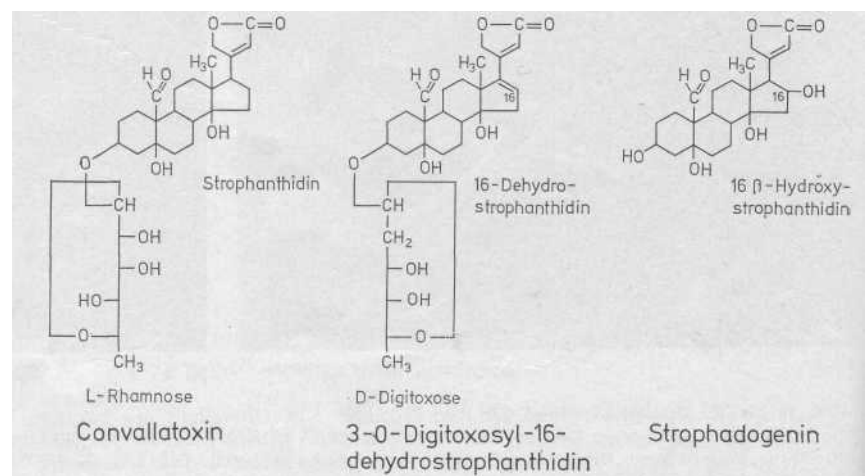
gebündelt, mit dem frischen Milchsaft begossen und so lange über ein Feuer gehalten, bis die Flüssigkeit zu einer dünnen, gelblichen Schicht eingetrocknet ist. Nach weiterem Trocknen in der Sonne werden sie in Bündeln mit weichen Blättern umwickelt und mit Bast verschnürt. In ähnlicher Weise wird das Pfeilgift aus der Kago-Liane, die mit der Sambali-Liane identisch sein dürfte, bei anderen Gruppen gewonnen, zum Beispiel bei den Efe-Pygmäen im Nordosten des Ituri-Waldes. Sollen Affen gejagt werden, so zerstampfen die Efe-Pygmäen mit der Kago-Liane noch Blätter von Pflanzen, die von Affen als Nahrung bevorzugt werden. Die Pfeile sollen dadurch zur Affenjagd geeignet werden. Die Efe am Nepoko-Fluß gebrauchen dagegen kein Pfeilgift.

Die von SCHEBESTA vor 40 Jahren beschriebene Pygmäen-Pfeilgiftbereitung konnte der Verfasser kürzlich während einer Reise durch Zaire (ehemals Belgisch-Kongo) auch bei den Baiesse im Gebiet des Mont Hoyo im Ituri-Wald beobachten. Diese Bantu-Neger haben die Technik der Pfeilgiftbereitung von den Ituri-Pygmäen in allen Details genau übernommen. Als Gift benutzen sie die Rinde des „Anga“-Baumes, die eine honigfarbene, gallertige Masse auf der Innenseite trägt. Das fertige Pfeilgift ist ein dünnflüssiger, schwarzbrauner Saft, der beim Auspressen der zerstoßenen Rinde anfällt. Der Anga-Baum ist im dichten Regenwald des Mont Hoyo-Gebietes nur vereinzelt und relativ selten anzutreffen. Er ist ein etwa 5 bis 15 m hoher grauer, dickstämmiger Baum mit großen ovalen, rauhen, löcherigen grünen Blättern, über seine eindeutige botanische Einordnung ist uns nichts bekannt. Mit den vergifteten, etwa 60 cm langen Holzpfeilen jagen die Baiesse wie die Pygmäen in erster Linie Affen. Zur Jagd auf Antilopen benutzen sie unvergiftete Pfeile mit einer scharfen herzförmigen Eisenspitze, die sie aus einem großen Nagel oder einem Blechstück heiß schmieden beziehungsweise formen.

Die Wirkstoffe des Anga-Pfeilgiftes sind Alkaloide; die chemischen und pharmakologischen Untersuchungen laufen noch.

Nach RUEF [96] ist die Sambali- oder Kago-Liane eine milchführende Kletterpflanze der im Kongo-Gebiet weitverbreiteten Familie der *Asclepiadaceae*. Alles bisher Bekannte deutet auf eine *Periploca*-Art hin: *Periploca gabonica* (BAILL.) A. CHEV. oder *Peri-*

Abb. 32, *Periploca*-Glykoside [94, 191]. — Aus entrindetem Holz von *Periploca nigrescens* AFZEL. [= *Parquentina nigrescens* (AFZEL.) Bullock] des Ubangui-Gebietes erhielten REICHSTEIN und Mitarbeiter hauptsächlich die Geninge Strophanthidin und Nigrescigenin. Als Zucker war nur D-Glucose vorhanden. Das Holz derselben Pflanze aus Zaire unterschied sich dagegen chemisch sehr stark. Als Hauptprodukt wurden 16-Dehydrostrophanthidin und Strophanthidin isoliert; Nigrescigenin war abwesend. Die Glykoside lagen als kompliziertes Gemisch wasserlöslicher Substanzen vor, die sich überwiegend von Strophanthidin und 16-beta-Hydroxystrophanthidin ableiten, darunter das außerordentlich toxische Convallatoxin.



*ploca nigrescens* AFZEL. Die Rinde schmeckt intensiv bitter. Pharmakologische Versuche ergaben lähmende Wirkungen auf Herz und Darm [96]. über chemische Untersuchungen dieser Wurzelrinde fanden wir keine Literaturangaben. Dagegen wurde von SCHENKER, HUNGER und REICHSTEIN [94] das entrindete Holz von *Periploca nigrescens* AFZEL. analysiert. Frisches Holz dieser Pflanze wird nach Beobachtungen von KATZ und SPEISER [94] im westäquatorialen Ubangui-Gebiet von den Eingeborenen zur Bereitung ihres Pfeilgiftes benutzt. Dieses Holz enthält ein kompliziertes Gemisch stark wasserlöslicher Glykoside von hoher Herzwirksamkeit. Neben dem in reichlicher Menge vorliegenden zuckerfreien Bestandteil Strophanthidin wurde Strophanthidol und Nigrescigenin isoliert. Wahrscheinlich liegt ein maßgeblicher Anteil der Herzglykoside in Form von Derivaten dieser Genine mit D-Glucose vor. Die Rinde enthält ebenfalls herzirksame Glykoside, jedoch keine Alkaloide. REICHSTEIN und Mitarbeiter nahmen die Untersuchung von *Periploca nigrescens* AFZEL. (= *Parquetina nigrescens* (AFZEL.) BULLOCK) etwa 10 Jahre später an entrindetem Zweigholz aus Zaire nochmals auf. überraschend zeigten sich chemisch starke Unterschiede gegenüber dem Pflanzenmaterial aus dem Ubangui-Gebiet. Von 24 nachgewiesenen Cardenoliden konnten sechs kristallin und sechs weitere amorph isoliert werden. Hauptvertreter sind Strophanthidin und 16-Dehydrostrophanthidin; Nigrescigenin wurde nicht gefunden. Gegenüber der früheren Probe konnten drei Zucker nachgewiesen werden: Glucose, Rhamnose und Digitoxose. Aus dem komplizierten, stark wasserlöslichen Glykosidgemisch konnten drei Glykoside isoliert werden, darunter das außerordentlich toxische Convallatoxin [191].

Ein weiteres Pfeilgift der Ituri-Pygmäen wird aus *Erythrophleum guineense* G. DON gewonnen, und zwar aus den Bohnen [34]. Die Verwendung der Rinde wurde bei den Bambutis nicht festgestellt. Dagegen wird das Pfeilgift der Stämme im Gebiet des Leopold-Sees (Kasai)<sup>21)</sup> aus der „Sassy“-Rinde, das heißt der Rinde des *Erythrophleum-Baumes* hergestellt [97]<sup>22)</sup>. Als Zusatzpflanze zur Pfeilgiftbereitung wird sie im gesamten West- und Zentralafrika immer wieder herangezogen. *Erythrophleum guineense* ist im Kongo-Gebiet der eigentliche Giftbaum („Ke-

lapo“), dessen Saft besonders bei Gottesurteilen gebraucht wird [34]. Man kann gelegentlich einen *Erythrophleum-Baum* finden, dessen Stamm zahlreiche viereckige Lücken nach Eingriffen von Giftsammlern aufweist [97]. Zur Bereitung des *Erythrophleum*-Pfeilgiftes verwenden die Bambuti-Pygmäen nach SCHEBESTA [34] noch weitere pflanzliche Zusätze, hauptsächlich den Saft einer *Combretum*-Art, der Tea-Liane, die wohl nur als Bindemittel dient. Ferner setzen sie Zwiebeln oder die Blätter der Lianga-Liane zu, die dem Gift die rechte Kraft und Stärke geben soll. (Diese Liane ist übrigens im gesamten Ituri-Wald als Aphrodisiakum weit verbreitet.) Als letzte Zutat geben sie den scharfen, aber ungiftigen Piripiri-Pfeffer zu. Die Bereitung des Giftes verläuft ähnlich wie bei dem Sambali-Gift. Die in rötlich-braunen Hülsen zu mehreren zusammensteckenden Bohnen werden zuerst geklopft, dann geschält und schließlich zusammen mit den Zutaten zerstampft. Den Brei läßt man über Nacht in einer Blatt-Tüte über dem Feuer hängen, kühlt ihn am Morgen ab und stampft noch einmal. Man gießt ihn in eine Blattrille und rollt darin die Spitze der Pfeile, die anschließend getrocknet werden.

Alkaloide der *Erythrophleum*- Arten üben die gleiche Wirkung auf die Kontraktion des Herzmuskels aus, wie die herzirksamen Steroid-Glykoside; sie übertreffen sie teilweise hinsichtlich ihrer Wirksamkeit sogar erheblich, obwohl Größe und Form der Moleküle sehr unterschiedlich sind [98].

Als weitere große Gruppe von Pfeilgiftpflanzen sind *Strychnos*-Arten zu nennen, insbesondere im Kongo- und Ubangui-Gebiet. Nach SCHEBESTA sind sie eine weitverbreitete Pfeilgiftgrundlage bei den Ituri-Pygmäen [34]. Von ihm mitgebrachtes Pflanzenmate-

<sup>21)</sup> Interessant ist eine ältere Notiz von P. LABESSE und M. DUFOUR [216,219] über das Pfeilgift dieser Region. Danach benutzen die Eingeborenen des Kasai-Gebietes im zentralen belgischen Kongo (heute Zaire) für die Bereitung eines starken Pfeilgiftes verschiedene Giftpilze, vermutlich der Gattung *Dictyophallus*. Der allgemeine Name dafür ist „m'boa“ in der Baluba-Sprache. Neuere Hinweise auf ein derartiges Pilz-Pfeilgift liegen jedoch nicht vor.

<sup>22)</sup> Nach den botanischen Beschreibungen des *Erythrophleum*-Baumes und den bereits vorliegenden chemischen Befunden des Anga-Pfeilgiftes spricht vieles dafür, daß es sich auch bei dem „Anga“-Baum der Baiesse um *Erythrophleum guineense* handelt.

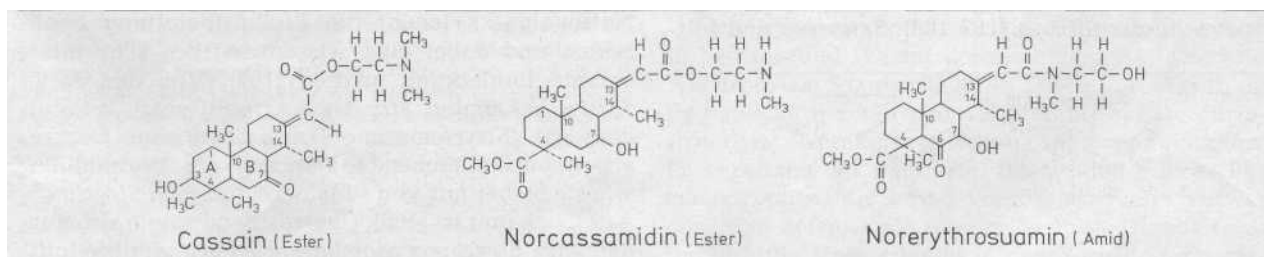


Abb. 33. *Erythrophleum*-Alkaloide [99, 220, 221]. — Die herzirksamen Alkaloide der *Erythrophleum*-Arten gehören alle dem gleichen Strukturtyp eines Diterpens an und unterscheiden sich voneinander nur durch verschiedenartige Substitution an C 4, am Stickstoff und an der Art und Stellung von Sauerstoff-Substituenten im A/B-Ringsystem. Das konjugierte Doppelbindungssystem an C 13 ist der Hauptträger der Herzwirksamkeit. FRIEDRICH-FIECHTL und SPITELLER (99) isolierten 1971 aus Rindenmaterial von *Erythrophleum guineense* G. DON. als Hauptvertreter die Verbindungen Norcassamidin und Norcassamin, das an C 7 einen Carbonylsauerstoff besitzt. Nach Strukturuntersuchungen von LODER und Mitarbeiter [220] liegt Norcassamin nicht wie ursprünglich formuliert als Ester, sondern als Amid vor und ist mit dem von CRONLUND und SANDBERG [221] aus *Erythrophleum ivorense* isolierten Cassamid identisch. Auch die beiden Nebenalkaloide Norerythrosuamin und Dehydronorerythrosuamin besitzen nach [220] eine Amidstruktur. Norcassamidin ist mit dem schon 1940 isolierten Erythrophlein identisch, dem aber eine andere Formel zugeschrieben wurde. Je nach Herkunft des Pflanzenmaterials wurden noch zahlreiche weitere Amid- und Ester-Alkaloide isoliert, darunter Cassain, Cassaidin, Coumidin, Erythrophlein. Bei Cassain wurden bezüglich der Seitenkette nur trans-ständige Isomere gefunden.

rial wurde von RUEF [96] eher als *Strychnos dewevrei* GILG oder *Strychnos longicaudata* GILG als *Strychnos icaja* BAILL. bestimmt. Allerdings hatte NORA RUEF keine Vergleichspflanzen für die beiden ersten Spezies; eine eindeutige Bestimmung war somit nicht möglich. Später wurde zumindest *Strychnos dewevrei* GILG als identisch mit *Strychnos icaja* BAILL. bestimmt [168, 166]. Nach RUEF soll in den Rinden viel Strychnin und wenig Brucin sein, in den Blättern aber ein umgekehrtes Verhältnis. BISSET schließt aufgrund der BAILLONschen Originalbeschreibung der drei Spezies und aufgrund eigener Studien, daß es sich auch bei der RUEFschen *Strychnos longicaudata* GILG nur um *Strychnos icaja* BAILL. handeln kann. Nur sie hat überdies die von RUEF und SCHEBESTA beschriebene rote Rinde, während *Strychnos longicaudata* GILG eine dunkelbraune Rinde besitzt.

*Strychnos icaja* BAILL. (= *Strychnos dewevrei* GILG = *Strychnos kipapa* GILG) ist eine große Liane, die in den Wäldern von Guinea bis Zaire und Angola verbreitet ist. Nach zahlreichen älteren Untersuchungen soll die Pflanze Strychnin und Brucin enthalten, obgleich keine der isolierten Stoffe zweifelsfrei identifiziert werden konnte. DENOEL [183] fand bei ausgedehnten quantitativen Untersuchungen an *Strychnos icaja* aus dem Kongo-Gebiet große Mengen an Alkaloiden in der Wurzelrinde (10,2%) und in den Zweigen (bis zu 15,9%/G). Nach seinen Analysen sollen die Hauptwirkstoffe Strychnin und Brucin sein, und zwar Strychnin hauptsächlich in der Rinde, Brucin in den Blättern. JAMINET [184, 185] konnte an diesen Proben durch Einsatz von Papierchromatografie die Angaben von DENOEL berichtigen. Er fand im Alkaloidgemisch der Blätter keinerlei Hinweis auf Brucin, dagegen wenigstens drei Stoffe A, B und C, von denen B und insbesondere C die Hauptwirkstoffe waren. Nach Fraktionierung der Alkaloide an  $Al_2O_3$  erhielt er die Stoffe A, B' und C. Kürzlich konnte BISSET [186] die Alkaloide Icajin (= N-methyl-sec.-pseudostychnin) und Vomycin aus den Blättern von *Strychnos icaja* der Elfenbeinküste isolieren. Es zeigte sich, daß JAMINETS Alkaloid A eine etwa 1 : 1-Mischung dieser beiden Alkaloide ist. BISSET konnte aus den Blättern noch weitere neun Alkaloide isolieren; alle elf lassen sich strukturell auf fünf verschiedene Gruppen zurückführen. JAMINETS Alkaloide B' und C wurden als 14-Hydroxy-21,22-a-epoxynovacin und 21,22-a-epoxynovacin identifiziert [187,166]. SANDBERG und Mit-

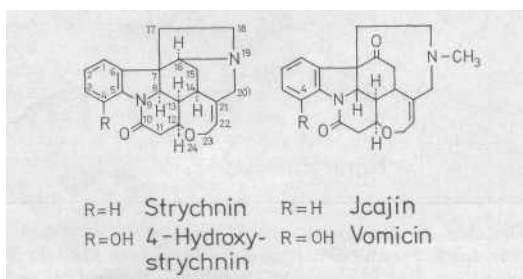


Abb. 34. *Strychnos*-Alkaloide [186, 205]. SANDBERG und Mitarbeiter [205] isolierten 1968 erstmals Strychnin und daneben 4-Hydroxystrychnin aus einer afrikanischen *Strychnos*-Art, und zwar aus *Strychnos icaja* BAILL., die in Zentralafrika als Pfeilgift verwendet wird. Einige Jahre zuvor hatte BISSET [186] aus dieser Art elf Alkaloide isoliert, die zwar chemisch mit Strychnin verwandt sind, aber eine nur geringe Toxizität haben, wie Icajin und Vomycin.

arbeiter [205] zeigten in pharmakologischen Versuchen jedoch, daß keine der Bissetschen Alkaloide für die Toxizität der Pflanze beziehungsweise ihre Wirksamkeit als Pfeilgift verantwortlich ist, obwohl die isolierten Alkaloide alle chemisch mit dem hochgiftigen Strychnin verwandt sind [205,187,166,163,162]. Von fünf verschiedenen Alkaloid-Fractionen aus jungen *Strychnos*-Pflanzen der Zentralafrikanischen Republik und Kamerun (Wurzeln, Stammholz, Blätter) zeigten drei eine pharmakologische Wirksamkeit. Aus deren aktiven Fraktion konnten sie schließlich als wirksames Prinzip die Alkaloide Strychnin und 4-Hydroxystrychnin isolieren und eindeutig identifizieren. Damit ist das Vorkommen von Strychnin in afrikanischen *Strychnos*-Arten erstmals bewiesen.

Die komplizierte Struktur des Strychnins (System aus sieben kondensierten Ringen), deren Ermittlung Jahrzehnte dauerte, ist durch zahlreiche klassische Arbeiten abgeleitet und durch Röntgenanalyse und Totalsynthese gesichert. Das hochgiftige, äußerst bitter schmeckende Strychnin ist ein Krampfgift par excellence. Es steigert die Reflexerregbarkeit des Rückenmarks bis zum äußersten, so daß selbst der kleinste Reiz eine krampfartige Dauerkontraktion der gesamten Skelettmuskulatur erzeugt, den sogenannten Tetanus. Der Tod erfolgt schließlich durch Krampf der Atemmuskulatur. Die physiologische Wirkung der von BISSET isolierten *Strychnos icaja*-Alkaloide ist noch weitgehend unbekannt; nach SANDBERG und Mitarbeiter [205] sind sie wenig toxisch.

Neben *Strychnos icaja* BAILL. wird im Südwesten der Zentralafrikanischen Republik noch *Strychnos samba* DUVIGN. zusammen mit *Strophanthus gratus*-Samen als Pfeilgift benutzt [188]. Die Wurzeln enthalten ein oder mehrere pharmakologisch aktive Alkaloide, über deren Toxizität noch kein endgültiges Ergebnis vorliegt [206]. Die Wurzeln einer nicht eindeutig bestimmten *Strychnos*-Art verwenden auch die westäquatorialen Pygmäen, doch ebenfalls nur als Zusatz zur Verstärkung des *S trophanthus*-Pfeilgifts [67]. Im Gegensatz zu den Ituri-Pygmäen werden bei diesen die Pflanzen mit Wasser ausgekocht.

L. ANGENOT konnte im Verlauf seiner Studien über die Medizinal- und Giftpflanzen Ruandas bei dem Stamm der Banyambo (gefürchtete Jäger und berüchtigte Wilderer, die entlang des Akagera-Flusses an der Grenze Ruanda-Tansania östlich des Akagera-Nationalparks leben) die Pfeilgiftbereitung beobachten und dabei eine wissenschaftlich sehr interessante Entdeckung machen [167]. Von den 75 in Afrika bekannten *Strychnos*-Arten<sup>23</sup> zeigt lediglich eine Art (*Strychnos angolensis* GILG) eine Curareartige muskellähmende Wirkung am Warmblüter, wie sie bisher nur von südamerikanischen *Strychnos*-Arten bekannt ist [169]. Überraschend zeigte sich nun, daß auch *Strychnos usambarensis* GILG, die Pfeilgift-Pflanze der Banyambo, eine ausgeprägte Curareartige Wirkung besitzt [167]. Die alkaloidhaltige Fraktion des Wurzelrindenextraktes zeigt im pharmakologischen Test die gleichen muskellähmenden Wirkungen wie d-Tubocurarin aus *Chododendron*-Arten oder C-Curarin, aus *Strychnos*-Arten des süd-

<sup>23</sup>) LEEUWENBERG [168] unterzog kürzlich die afrikanischen *Strychnos*-Arten einer Revision und konnte die 300 bisher genannten Arten auf 75 zurückführen.

amerikanischen Raumes<sup>24</sup>); sie können durch Eserin aufgehoben werden. Auch die Blätter enthalten solche curareaktiven Alkaloide.

Für die Herstellung des Pfeilgiftes finden noch einige andere Pflanzen Verwendung, denen die übliche Aufgabe zukommt: bessere Haftung am Pfeil, Entzündungsförderung, Giftverstärkung (s. Tab. 2). Gelegentlich werden auch Blätter und Wurzeln einer nicht näher bekannten *Acokanthera schimperii*-Variante hinzugefügt. Die Pflanzenteile werden in einem Topf mit Wasser ausgekocht, und nach Entfernung des Ungelösten wird der wässrige Extrakt eingedickt. Die zurückbleibende schwarze, zähe Masse stellt das Pfeilgift dar. Es ist das erste Curare-artige Pfeilgift Afrikas, das bekannt wurde!

Die Aufbewahrung erfolgt in einer Kalebasse, einem ausgehöhlten Horn oder (am gebräuchlichsten) in einer Hülle aus Rinden. Erst bei Jagdbeginn wird die Giftmasse mit etwas Fett durchgeknetet und auf etwa 12 cm Länge auf den erwärmten Schaft hinter

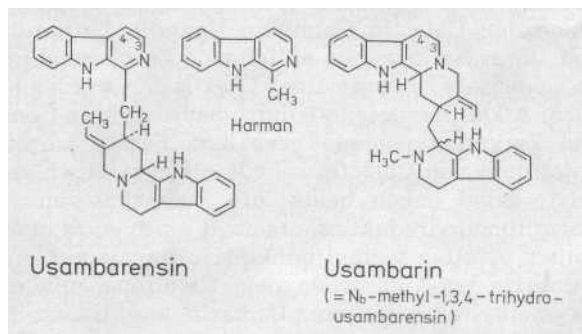


Abb. 35. Die Wurzelrinde von *Strychnos usambarensis* GILG, die in Ruanda als Pfeilgift verwendet wird, enthält zahlreiche tertiäre und quaternäre Alkaloide, die eine Curare-artige, muskellähmende Wirkung ausüben. Zu den bisher isolierten sauerstofffreien, asymmetrischen dimeren Alkaloiden gehört Usambarensin und 3,4-Dihydro-usambarensin sowie Derivate dieser Stoffe. Kürzlich konnte auch das leicht halluzinativ wirkende tertiäre Alkaloid Harman isoliert werden, das ein Strukturelement des Usambarensins darstellt [222]. Es ist das erste Mal, daß in einer Loganiaceae Harman gefunden wurde. Aus den Blättern, deren Alkaloide ebenfalls Curare-artig wirken, wurde Usambarin isoliert [173]. Inzwischen konnten ANGENOT und DENOEL die Curare-aktiven Stoffe C-Dihydrotoxiferin und C-Curarin isolieren [225, 226].

<sup>24</sup>) Die südamerikanischen *Strychnos*-Arten produzieren überwiegend einen ganz anderen Alkaloid-Typ als die afrikanischen oder asiatischen Spezies, nämlich Curare-Alkaloide, wobei „Curare“ lediglich ein zusammenfassender Name für die verschiedenen Pfeilgifte beziehungsweise Wirkstoffe ist. Man unterscheidet je nach der Verpackungsart drei Curare-Arten, die sich hinsichtlich des botanischen Ursprungs wie auch ihrer physiologischen Wirksamkeit stark unterscheiden: Tubocurare (wenig wirksam), Topfcurare (mäßig wirksam) und Calebassencurare (sehr stark wirksam). Die Wirkstoffe sind tertiäre und quaternäre Basen, oft symmetrische Dimere [102, 162, 170, 171]. Curare-Alkaloide entfalten ihre Wirkung an den Nervenendigungen, das heißt an den Übergangsstellen der Nerven in den Muskel, den motorischen Endplatten. Curare vermag die physiologische Überträgersubstanz Acetylcholin von den Rezeptoren der motorischen Endplatte zu verdrängen und damit elektrische Vorgänge zu unterbinden, so daß die Muskeln nicht mehr betätigt werden können, und zwar in der Reihenfolge: Augenlider, Schluck- und Sprechmuskulatur, Skelettmuskulatur, später die Interkostalmuskulatur und schließlich das Zwerchfell. Das Herz wird von der Lähmung nicht berührt. Strychnin aus afrikanischen und asiatischen *Strychnos*-Arten wirkt dem Curare entgegen; es steigert die Reflexerregbarkeit. Ein weiteres Gegengift ist das Alkaloid Physostigmin (Eserin) aus der westafrikanischen Calabar-oder Gottesurteilsbohne, es vermag die muskellähmenden Wirkungen des Curare vollkommen aufzuheben.

der Eisenspitze aufgetragen. Die Länge des Pfeils beträgt etwa 75 cm. Hauptjagdgebiet ist der Akagera-Nationalpark, der kaum bewacht wird. Gejagt werden Büffel, Löwen und Antilopen. ANGENOT stellte später fest, daß auch einige Banyarwanda-Gruppen bei Gisaka im Südosten Ruandas diese *Strychnos-Ait* als Pfeilgift benutzen [172].

*Strychnos usambarensis* GILG ist eine der drei verbreitetsten afrikanischen *Strychnos*-Arten. Sie findet sich im tropischen Afrika und im Norden des südlichen Afrika bevorzugt an Flußrändern und in Galeriewäldern, aber auch in den Regenwäldern bis 2000 m Höhe. In/Westafrika und im Kongogebiet tritt sie als Lianen auf, die bis zu 70 m lang werden kann. In Ost- und Südafrika zeigt sie sich bevorzugt als Baum von 5 bis 15 m Höhe.

ANGENOT und DENOEL [172] isolierten aus dem Alkaloidgemisch der pharmakologisch sehr aktiven Wurzelrinde vier Alkaloide eines neuen Strukturtyps. Daneben wiesen sie zahlreiche weitere Alkaloide nach. Sie lassen sich je nach ihrem Verhalten im alkalischen Milieu und gegenüber bestimmten Extraktionsmitteln in drei Gruppen einteilen. Bei den isolierten Alkaloiden handelt es sich um asymmetrische, sauerstofffreie Dimere (tertiäre und quaternäre Basen), die sehr instabil in solchen organischen Lösungsmitteln sind, die gewöhnlich zur Extraktion benutzt werden (Äther, Chloroform). Die Isolierung gelang durch Lyophilisation (Gefriertrocknung, Sublimationstrocknung) der wässrigen und organischen Extraktionslösungen. Aus der ersten Gruppe isolierten sie Usambarensin (C<sub>29</sub>H<sub>28</sub>N<sub>4</sub>) und 3,4-Dihydro-usambarensin. Die Alkaloide der zweiten Gruppe erwiesen sich als Derivate des Usambarensins, zum Beispiel N<sup>b</sup>-methyl-usambarensin (C<sub>30</sub>H<sub>21</sub>N<sub>4</sub>).

Usambarensin enthält einen Teil des Strukturtyps des Tetrahydro-/?-carbolins und zum anderen Harman, das aus zahlreichen Pflanzen anderer Familien isoliert wurde. Aus den Blättern von *Strychnos usambarensis* isolierten KOCH und PLAT [173] 1971 das ditertiäre Alkaloid Usambarin, das sich als N<sup>b</sup>-methyl-1,3,4-trihydro-usambarensin herausstellte. Es scheint eine enge chemische Verwandtschaft zwischen den Alkaloiden der *Strychnos*-Arten und denen anderer Pflanzenfamilien zu bestehen, jedoch starke chemische Unterschiede zwischen den einzelnen *Strychnos*-Arten selbst.

Eine Giftbereitung nur aus tierischen Stoffen wurde in Zentral- und Westafrika nie beobachtet. Die roten Ameisen, die STANLEY [100] in Tüten verpackt in den Pygmäenhütten sah und als Pfeilgift angab, dürften sicherlich Termiten gewesen sein, der bekannte Leckerbissen der Pygmäen. Im übrigen gibt es Pygmäengruppen, die keine vergifteten Pfeile verwenden, zum Beispiel die Efe am Nepoko. Daraus erklären sich die Unterschiede in den Berichten verschiedener Forscher über Pygmäen-Pfeilgifte [34].

In den nördlichen Trockengebieten des westlichen und zentralen Afrika, vom Senegal über die Tschadsee-Region bis zum Roten Meer fehlen überwiegend die oben erwähnten Pflanzen, insbesondere *Strophanthus*- und *Acokanthera*-Arten. Dort ist eine andere Asclepiadacee, *Calotropis procera* R. BR., die vorherrschende Grundlage der Pfeilgiftbereitung [22 101—105]. Sie ist eine typische Wüstenpflanze. Die



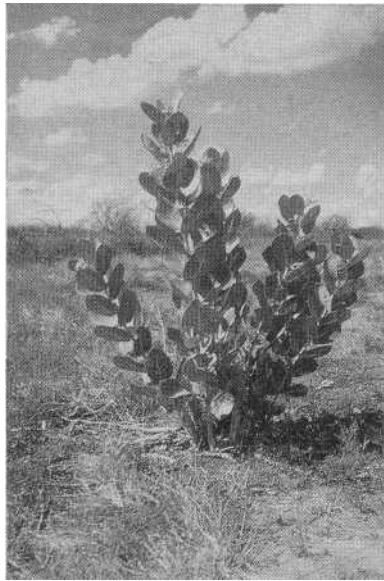


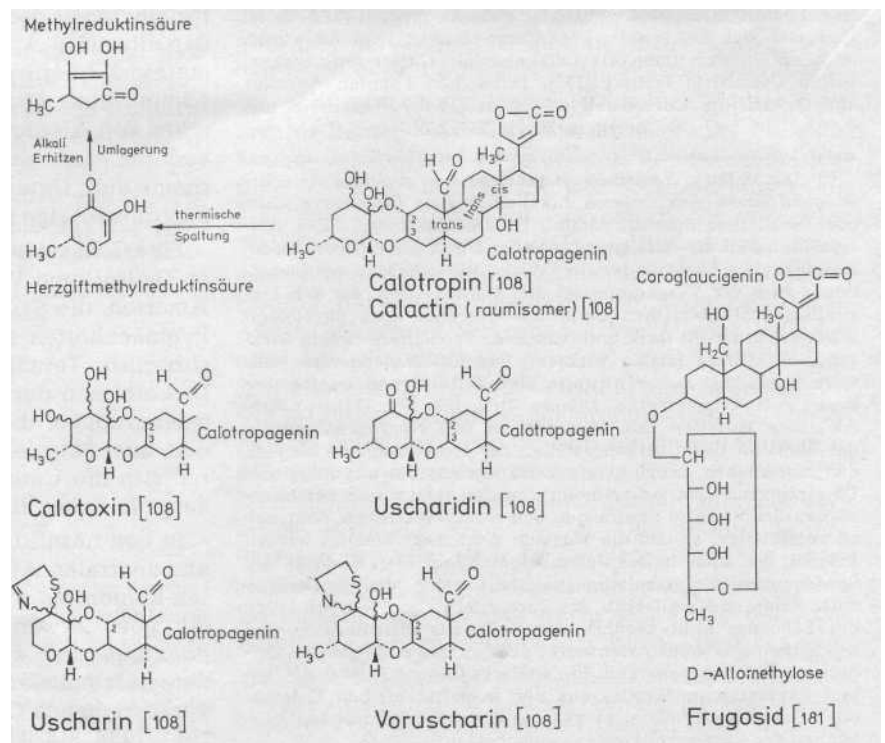
Abb. 36. *Calotropis procera* R. BR. an der Straße Nairobi-Voi, Kenia. Ihr Milchsaft dient im nördlichen Westafrika als starkes Pfeilgift. (Photo: T. REICHSTEIN.)

großen, fast kugeligen grünen und rotbackigen Früchte sind die Sodomsäpfel der Bibel. In den Stengeln und Blättern findet sich ein tiermilchähnlicher Saft. Er findet als Pfeilgift Verwendung. Aus den 6 bis 8 cm dicken Stämmen der etwa 2 m hohen Pflanze sind beim Anschneiden nur wenige Tropfen Latex zu erhalten. Die Kenntnis seiner starken Reizwirkung auf das Auge ist in ganz Afrika bekannt. Die Berichte über *Calotropis*-Pfeilgift stützen sich durchweg auf LEWIN [22, 101], der auch als erster die Herzwirksamkeit des Milchsaftes nachwies und daraus das (amorphe) Glykosid Calotropin isolierte [101] sowie auf A. CHEVALIER [217]. Nach LEWIN übertrifft *Calotropis*-Pfeilgift noch die Apocynaceen-Pfeilgifte

an Wirksamkeit; es wird bevorzugt im Norden Nigerias (Bornu) und dem Tschadsee-Gebiet (Kanem) von den heidnischen und islamischen Stämmen benutzt, vorwiegend von den Margi, deren Pfeilgift gefürchtet war. Neuere Beobachtungen über die Verwendung dieser Pflanze zur Pfeilgiftbereitung liegen unseres Wissens eindeutig nur für den nördlichen Teil der Elfenbeinküste und Obervolta vor.

Die alleinige Verwendung ohne Zutaten ist nicht nachgewiesen. Da in den Trockengebieten des nördlichen Afrika viele Stämme mit großer Pfeilgift-Tradition leben, ist anzunehmen, daß auch heute noch häufiger als bisher bekannt *Calotropis*-Pfeilgift benutzt wird. Aus dem Milchsaft von *Calotropis procera* R. BR. isolierten HESSE und Mitarbeiter sechs kristalline Cardenolide [104, 105, 106]. Diese Herzgifte besitzen alle das gleiche Genin, Calotropagenin, enthalten aber anstelle der Zucker als glykosidische Komponente ätherlösliche Substanzen von ganz auffallender Reduktionskraft. Sie sind mit der Reduktionsäure nahe verwandt. Die *Calotropis*-Glykoside Calotropin, Calactin, Calotoxin, Uscharin, Uscharidin und Voruscharin zeigen auffallende Besonderheiten. Im Gegensatz zu „normalen“ Glykosiden werden sie durch Alkali leicht, jedoch durch Säure nicht in Genin und Zuckerkomponente gespalten. Ferner werden Calotropin und Calactin sehr leicht pyrolytisch zersetzt; dabei geben beide ihre Zuckerkomponente Herzgiftmethylreduktinsäure ab, die sich leicht in die optisch inaktive Methylreduktinsäure umlagert. Aus Calotoxin entsteht neben dem Calotropagenin die Oxymethylreduktinsäure. Uscharin und Uscharidin liefern beim thermischen Zerfall keine solche Spaltstücke. Bemerkenswert ist die *Trans*-Verknüpfung der Ringe A und B, da bei herzwirksamen Glykosiden allgemein eine *cis*-Verknüpfung auftritt [86]. Uscharin und Voruscharin sind besonders interessant; sie gehören zu den wenigen Steroiden, die Stickstoff ent-

Abb. 37. *Calotropis*-Glykoside (Formulierung nach REICHSTEIN und Mitarbeitern [108]). — Aus dem Milchsaft von *Calotropis procera* R. BR. isolierte LEWIN [101] 1913 das herzwirksame Glykosid Calotropin. HESSE und Mitarbeiter [104—106] konnten in den folgenden Jahrzehnten fünf weitere Glykoside isolieren und ihre Struktur weitgehend klären. Sie besitzen alle das gleiche Genin, Calotropagenin, dessen genaue Struktur von REICHSTEIN und Mitarbeitern aufgeklärt wurde, und unterscheiden sich nur im Zuckeranteil, der auf der Methylreduktinsäure basiert. BRÜSCHWEILER und Mitarbeiter [108] konnten aus dem Milchsaft und den Blättern noch weitere Stoffe isolieren, die zum Teil ähnlich wie die sechs bekannten gebaut sind (Procerosid, Uzariogenin, Syriogenin). In den Samen sind dagegen andere Glykoside enthalten, hauptsächlich Coroglaucigenin, Corotoxigenin und deren Glykoside, insbesondere Frugosid [180]. Die isolierten Mengen an *Calotropis*-Glykosiden liegen unter 0,007%.



halten, außerdem haben sie Schwefel in organischer Bindung (Thiazolidin- beziehungsweise Thiazolinring). Die beiden Stoffe lassen sich vom Uscharidin ableiten, indem eine Carbonylgruppe durch einen Thiazolin- beziehungsweise Thiazolidinring ersetzt wird. Der Schwefel-Stickstoff-haltige Heteroring ist durch Quecksilbersalze in Gegenwart von  $\text{CaCO}_3$  oder durch Behandlung mit Säuren leicht abspaltbar. Neue Arbeiten über die Struktur der *Calotropis-Glykoside* stammen von BRÜSCHWEILER [107] und REICHSTEIN und Mitarbeitern [108], die außerdem weitere Stoffe isolierten, darunter das Procerosid, ein mit Calotoxin nahe verwandtes Glykosid.

In diesem Zusammenhang ist interessant, daß einige Insekten, wie die nordafrikanische Heuschrecke *Poecilocarpus bufonius* KLUG, *Calotropis-Glykoside* als Abwehrstoffe benutzen [109]. Diese Heuschrecke ernährt sich vorwiegend von der Giftpflanze *Calotropis procera* (daneben auch von *Pergularia tomentosa* L.). Von den Gaiofropis-Glykosiden, die sie mit der Nahrung aufnimmt, speichert sie selektiv zwei, und zwar Calotropin und dessen Raumisomeres Calactin. Wird das Tier gereizt oder angegriffen, so vermag es wirkungsvoll ein giftiges Sekret zu verspritzen, daß in einer besonderen Drüse produziert wird und neben etwa 1% Histamin die beiden genannten herzwirksamen Glykoside enthält. Auch der in USA und Kanada heimische Monarch-Schmetterling (*Danaus plexippus* L.) [110], dessen Larve sich bevorzugt von giftigen Asclepiadaceen ernährt, vermag zahlreiche Cardenolide zu speichern, vorwiegend Calotropin, Calactin und Calotoxin [111]. Eine Giftdrüse besitzt er nicht.

Südliches Afrika. Im südlichen Afrika stellen seit jeher die Buschmänner die leistungsfähigsten Pfeilgifte her. Heute sind sie praktisch die einzigen Pfeilgiftbereiter und -benutzer. Die Buschmänner sind seit Jahrtausenden als Sammler und Jäger in diesem Gebiet ansässig. Früher bewohnten sie einmal den ge-



Abb. 38. Buschmann mit Giftpfeilen. Kalahari [14].

samen afrikanischen Raum bis hinauf in das heutige Rhodesien, vielleicht auch noch weiter, denn ihnen verwandte Gruppen finden sich in Ostafrika, wie die mit Giftpfeilen jagenden Stämme der Wandorobo in Kenia, Watta in Äthiopien, Midgan in Somalia und der Kindiga in Tansania [112]. Die etwa 55 000 Buschmänner sind heute in die von Bantu und Weißen unbewohnten Gebiete von Südwestafrika, Angola und Botswana verdrängt worden. Relativ ungestört und in ihrer alten Lebensweise leben nur noch Angehörige der mittleren und nördlichen Buschmänner [9, 13, 14, 15, 112, 113, 114]. Doch alle diese Gruppen werden immer stärker von außen in ihrer traditionellen Lebensweise beeinflusst, viele arbeiten auf den Farmen und Weideplätzen der Europäer und Bantu. STOW [115] vermutet, daß alle Hottentotten<sup>25)</sup> und südlichen Bantustämme ursprünglich kein Pfeilgift kannten und dessen Gebrauch erst beim Zusammentreffen mit der „alten Jägerasse“<sup>1</sup> lernten und vereinzelt übernahmen. Die Pfeilgifte der Bantu spielen heute keine Rolle mehr; wo vereinzelt welche benutzt werden, sind sie meist von den Buschmännern übernommen. Bei den Buschmännern schwinden immer schneller die Kenntnisse und der Gebrauch von Pfeilgiften. In der südlichen Kalahari ist das Pfeilgift fast vergessen, noch vor wenigen Jahrzehnten war es weit verbreitet [9].

Heute ist es nur noch bei den Buschmännern der nördlichen Gruppe, insbesondere den !Kung, Hei//om, Au//in<sup>26)</sup> und den Okavango- und Kalahari-Bewohnern in Botswana sowie einigen Jagdnomaden-Sippen im Kaokoveld<sup>27)</sup> in Gebrauch [9].

Die Buschmann-Pfeilgifte bestehen sowohl aus pflanzlichen als auch tierischen Stoffen sowie auch Mischungen von beiden. Die bevorzugten Pfeilgifte sind tierischer Herkunft, im Gegensatz zu den durchweg pflanzlichen Pfeilgiften des übrigen Afrika.

Tierische Pfeilgifte. Entgegen Berichten früherer Autoren [15, 117, 118, 119] wurde die Benutzung von Schlangen-, Skorpion- und Spinnengift in neuerer Zeit nicht festgestellt [9]. Auch über die Verwendung bakterieller Gifte, die HALL und WHITEHEAD [120] festgestellt haben wollen, liegen keine Beweise vor. Von Verwesungsgiften der Kalahari-Buschmänner

<sup>25)</sup> In der Ethnologie und auch in der Anthropologie werden Buschmänner und Hottentotten im allgemeinen zu einer Rassen-Gruppe zusammengefaßt und unter der Bezeichnung „Khoisan“ oder „Khoisanide“ als eine von den Bantu-Negern abweichende Gruppe bezeichnet. Khoi-Khoi = Selbstbezeichnung der Hottentotten, San = Hottentotten-Name für die Buschmänner.

<sup>26)</sup> In der anthropologischen Literatur schreibt man 5 Klicklaute, die typisch für die Buschmann-Sprache sind: ! wird beispielsweise ausgesprochen, indem man die Zungenoberfläche vom Gaumendach reißt, wobei ein harter Knall entsteht (Retro- oder Sektorknack); // wird ausgesprochen, indem man die Zunge von den Seiten der Zahnreihe wegzieht, so wie man es tut, wenn man ein Pferd ermuntert (Lateralklick) [116].

<sup>27)</sup> Die Herero wanderten vor etwa 300 Jahren vom Norden her ein. Sie weideten bis ins 19. Jahrhundert ihre Herden in den Tälern des Kaokoveldes, dann setzten sie allmählich ihre Wanderung nach Süden fort. Ihre im Kaokoveld zurückgebliebenen Stämme, die heute etwa 12 000 Angehörige zählenden Ovahimba und Ovattjimba, die „Kaokovelders“, führen noch das archaische Leben ihrer Vorfahren. Man kann sie als „Herero im Urzustand“ betrachten. Ihr ganzer Lebensinhalt sind die Rinder. Das Kaokoveld ist Sperrgebiet und für Touristen streng geschlossen. Das hat zur Folge, daß hier ein Stück primitives, unverfälschtes altes Afrika erhalten blieb.

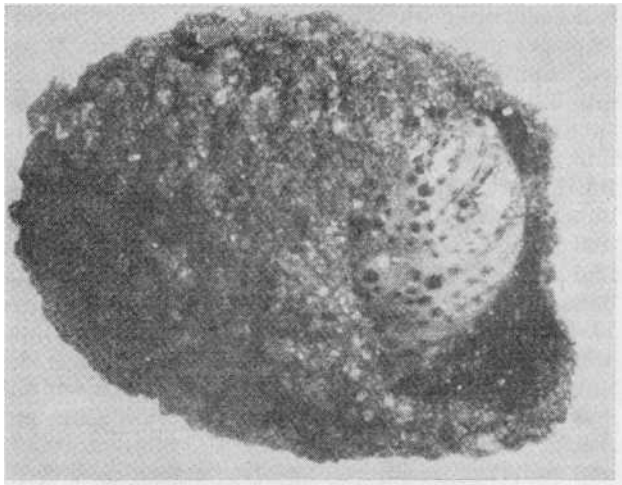


Abb. 39. Buschmann-Pfeilgift. Aufgebrochener Kokon aus Erde mit Larve des Blattkäfers *Diamphidia nigro-ornata* STAL. Kalahari [129].

berichtete HOBSON 1963 [15]. Berichte überwiegend früherer Autoren über die Benutzung von Raupen und Insekten für Pfeilgifte scheinen sich auf nicht nachgeprüfte oder mißverständene Erzählungen von Eingeborenen zu stützen [9, 15, 22, 121, 122]; eindeutige Beweise liegen jedenfalls nicht vor. Wegen der Scheu und Zurückgezogenheit der Buschmänner waren die von ihnen gebrauchten Gifte schwierig zu erforschen. GAERDES [9] berichtet, daß zumindest die südwestafrikanischen Jagdnomaden heute dagegen bereitwillig Auskunft über die Art ihrer Pfeilgifte und deren Bereitung geben. Trotzdem erhielten wir erst in den letzten Jahren, seit den maßgeblichen Untersuchungen von KOCH (1958), zuverlässige Ergebnisse und Kenntnisse [123]. Nach KOCH scheint als einziges nachweisbares tierisches Pfeilgift nur das Gift aus den Larven von Käfern der Gattungen *Diamphidia*, *Polyclada* und *Lebestina* übrig zu bleiben. Es ist das charakteristische Pfeilgift der Buschmänner. Die Erforschung dieses Larvengiftes erstreckte sich über viele Jahrzehnte; viel Unwahrscheinliches und Phantastisches wurde berichtet. Obwohl nun die meisten Irrtümer, Unklarheiten und Zweifel beseitigt sind, kann auch heute das Kapitel noch nicht als abgeschlossen gelten.

Nach andeutenden Erwähnungen des Larven-Pfeilgiftes gegen Ende des 18. Jahrhunderts war SCHINZ wahrscheinlich der erste Wissenschaftler, der es 1884/87 in Südwestafrika bei den Kalahari-Buschmännern selbst sah [124], Nach ihm haben sich zahlreiche Beobachter und Forscher mit diesen Larven und dem daraus hergestellten Pfeilgift beschäftigt [125, 126, 127]. Während anfangs nur eine Larvenart zur Bereitung des Giftes vermutet wurde, beschreibt LEWIN 1923 schon drei [22]: *Diamphidia simplex*,

*Blepharida eramida* und *Blepharidella lewinii*. KOCH konnte schließlich 1958 bei Studien unter den IKung-Buschmännern in der nördlichen Kalahari nachweisen, daß die Pfeilgiftbereitung aus sechs verschiedenen Käferlarven erfolgt. Käfer dieser Gattungen kommen nach KOCH in vielen Gebieten südlich der Sahara vor. LEWIN [22] und TRILLES [67] berichten beispielsweise von *Diamphidia*-KMern als Pfeilgiftzuzstz bei den Gabun-Pygmäen.

Eines der bemerkenswertesten Ergebnisse der Forschungen von KOCH ist die Beobachtung, daß die 7 bis 10 mm großen *Diamphidia*- und *Polyclada*-Larven jede auf einer ganz bestimmten Wirtspflanze und sonst keiner anderen leben. Auch Blätter sehr nahe verwandter Arten verweigern sie. Er stellte ferner fest, daß ebenso die *Lebestina-Larven* nur in den angegebenen Käferlarven und keiner anderen schmarotzen, das heißt von ihnen leben. Dadurch ist ihre geographische Verbreitung streng begrenzt. So lebt *Diamphidia nigro-ornata* STAL. ausschließlich auf dem Strauch *Commiphora kwebensis* N. E. BR. und die Larve von *Lebestina subcruciata* FAIRM. nur in der Larve von *Diamphidia nigro-ornata* STAL. Nach Aussagen von IKung-Buschmännern soll das Gift der *Lebestina-Larven* besonders wirksam und gefährlich sein [9].

Eine eingehende Beschreibung der Lebensweise dieser Käfer und ihrer Larven findet sich bei KOCH [123]. Diese Lebensweise ist den IKung-Buschmännern genau bekannt; sie vermögen auch die verschiedenen Larven genau zu unterscheiden. Die Larven-Kokons finden sie unter den Wirtspflanzen der Larven im Erdreich in verschiedener Tiefe, meist zwischen 40 und 100 cm. Der ovale, harte, dunkelbraune Kokon besteht aus einer dünnen Schicht aneinandergeklebter Sandkörner, die die Larve um ihren Körper herumlegt. Dadurch, daß aus den gleichzeitig nach der Regenzeit ins Erdreich gegangenen Larven merkwürdigerweise ganz unregelmäßig Käfer entschlüpfen, haben die Buschmänner das ganze Jahr hindurch Material für ihr Pfeilgift. Nach KOCH beträgt die Verweilzeit in den Kokons bis zu 4 und mehr Jahren.

Die schmarotzende *Lebestina-Larve* klammert sich an eine erwachsene *Diamphidia*- oder *Polyclada*-Larve und gelangt mit ihr ins Erdreich und in ihren Kokon. Sie ernährt sich vom Blut und den Weichteilen ihrer lebenden Wirtslarve. Ihre Körperform wird schließlich dieser so ähnlich, daß sie wohl aus diesem Grund von früheren Forschern nicht erkannt oder mit ihr verwechselt wurde. Der Parasitenbefall durch Lefoesfina-Larven bei den *Diamphidia*- und *Polyclada*-Larven soll nach KOCH um 1% liegen.

über die Bereitung des Larven-Pfeilgiftes gibt es viele Berichte, die oft widersprechend sind. Wir zitieren KOCH, der die Giftgewinnung bei den IKunc-

Wirtspflanze	Pfeilgift-Larve	schmarotzende Pfeilgift-Larve
<i>Commiphora kwebensis</i> N. E. Br.	<i>Diamphidia nigro-ornata</i> Stal. Synonym: <i>D. simplex</i> (Peringuey) <i>D. locusta</i> (Fairm.) <i>D. Lesnei</i> (Achard) <i>D. vittata</i> (Maulik)	<i>Lebestina subcruciata</i> (Fairm.)
<i>Commiphora calciicola</i> Engl.	<i>Diamphidia vittatipennis</i> (Baly)	<i>Lebestina holubi</i> (Peringuey)
<i>Sclerocarya birrea</i>	<i>Polyclada flexuosa</i> (Baly)	<i>Lebestina peringuey</i> (Liebke)

Tab. 1. Pfeilgift-Larven und ihre Wirtspflanzen.

Buschmännern im südwestafrikanischen Kaukauveld beobachtete: „Die Buschmänner fassen das linke Vorderbein der Larve zwischen Daumen und Zeigefinger der linken Hand und ziehen an ihr, bis ein Tropfen dunkelorangeblauen Blutes austritt. Die Tropfen werden in Längsreihen auf die Pfeilspitze getippt. Aus einer Anzahl Larven können auf einem Pfeil annähernd hundert solcher Tropfen sein. Die ausgequetschten Überreste der Larven werden in einem Gefäß gesammelt und nach dem Mischen mit Pflanzensaft und Speichel auf die Pfeilspitzen geschmiert.“ Diese Art der Herstellung des Larven-Pfeilgiftes wurde auch von GAERDES [9] mehrfach beobachtet.

Eine andere Methode besteht darin, die Larven in der Sonne zu trocknen, zu Pulver zu verreiben und mit klebrigem Pflanzensaft zu einer Paste zu mischen. Nach E. MARSHALL-THOMAS [13] und J. MARSHALL [128], die 1958/59 ebenfalls bei Kung-Buschmännern die Larven-Pfeilgiftbereitung beobachteten, verwenden sie mehrere Bestandteile. Eine der Zutaten ist ein Klebemittel aus der Rinde eines Baumes, die gut durchgekaut dem Gift beigemischt wird. Der Saft einer nicht eindeutig bestimmten Pflanze wird als Reizmittel zugesetzt. Die Pfeile werden in der Nähe eines Feuers getrocknet. Nach Aussagen eines Gihkwe-Buschmannes aus der Kalahari benötigt er für einen Pfeil zehn Larven [9].

Aus der Vielzahl der Beschreibungen und Beobachtungen geht hervor, daß es keine einheitliche Zubereitungsmethode gibt, sondern daß sie von Sippe zu Sippe wechselt, über besondere Zeremonien, die früher verbreitet waren, berichten neuere Autoren nichts. Offen bleibt, ob außer den von KOCH aufgeführten sechs Larven von den Buschmännern noch weitere zur Pfeilgiftbereitung verwendet werden. LEWIN [22] führt eine *Blepharida-Ait* an, von der auch die Käfer als Pfeilgift dienen sollen. Von Kennern der Buschmänner wurde allerdings niemals beobachtet, daß auch Käfer zur Pfeilgiftbereitung herangezogen werden. Die Wirkstoffe des Larven-Pfeilgiftes sind unter anderem kompliziert gebaute, leicht zersetzliche *Toxalbumine* [127], die durch höhere Temperatur (ähnlich den Schlangengiften) zerstört werden. Dies scheint den Buschmännern aus Erfahrung bekannt zu sein. So wurde auch niemals ein Kochprozeß bei der Bereitung des Larven-Pfeilgiftes beobachtet.

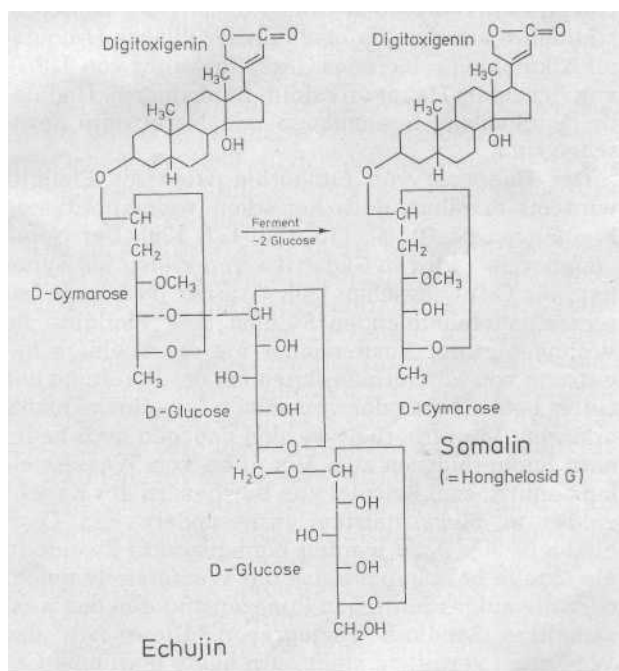
über die Wirksamkeit des Larven-Pfeilgiftes, Zerfall des Hämoglobins mit vielfachen Folgeerscheinungen bis zur allgemeinen Lähmung, liegen sehr unterschiedliche Berichte vor. Nach STEYN [129] hat das *Diamphidia nigro-ornata-Pfeilgift* Lähmung und Tod innerhalb weniger Minuten zur Folge. Als minimale tödliche Dosis fand er bei Kaninchen 0,25 bis 0,5 mg/kg. Ähnliche Ergebnisse erhielten auch LEWIN [22] und BREYER-BRANDWIJK [127]; die Wirkung soll ähnlich der von Schlangengift sein [209]. Diese „sofort tödliche“ Wirkung, die STEYN festgestellt hat, wird von anderen Autoren bestritten. So stellte WILMOT [130] am Meerschweinchen augenblickliche Lähmung, aber Tod erst nach 58 Minuten fest. Auch SHAPERA [117], GAERDES [9] und andere Autoren (zitiert bei [9]) konnten diese schnelle tödliche Wirkung nicht beobachten. BIJLSAM und DE WAARD [131] berichten über pharmakologische Versuche mit *Diamphidia-Larven* gift an verschiedenen Tieren. Die Buschmänner selbst

fürchten ihr Larven-Pfeilgift sehr. Den vergifteten Pfeilspitzen führen sie sorgfältig im Köcher mit und stecken ihn erst kurz vor dem Schuß auf den Hauptschaft. Es sei noch erwähnt, daß zahlreiche Todesfälle bei Menschen durch Larven-Pfeilgift bis in die neueste Zeit verursacht worden sind [9]. über die Pharmakologie der anderen Larven-Gifte stehen Untersuchungen noch aus.

**Pflanzliche Pfeilgifte.** STEYN [129] berichtet, daß nach Aussage der Buschmänner im nördlichen Südwestafrika, diese das Larven-Pfeilgift wegen seiner Stärke nur/ bei kriegerischen Auseinandersetzungen benutzen; zur Jagd verwenden sie ein langsamer wirkendes pflanzliches Pfeilgift, insbesondere aus *Adenium boehmianum*. Es liegen jedoch zahlreiche Berichte neueren Datums über die Verwendung von Larven-Pfeilgift zur Jagd vor [9,13,14,123]. Pflanzliche Pfeilgifte spielen gegenüber den tierischen Pfeilgiften im südlichen Afrika nur eine untergeordnete Rolle.

In erster Linie werden folgende Pflanzen genannt: *Adenium boehmianum* SCHINZ und *A. lugardii* N. E. BR., *Buphane disticha* (L. f.) HERB. (= *Boophone disticha* HERB.), *Spirostachys africana* SOND. sowie *Euphorbia*-Arten.

Die oft erwähnte *Pachypodium lealii* WELW. (Z. B. [122, 132]) ist nachweislich von verschiedenen Autoren irrtümlich mit dem Buschmannwort für *Adenium boehmianum* benannt worden. GAERDES [9] zeigt am Beispiel dieses „*Pachypodium*“-Pfeilgiftes die oft erstaunliche Sorglosigkeit, die Mißverständnisse und die daraus resultierenden ungenauen und falschen Daten über Herkunft und Zusammensetzung von Pfeilgiften.



Lbb. 40. Adenium-Glykoside [134,135]. — Die Hauptwirkstoff« *Adenium boehmianum* SCHINZ und *Adenium lugardii* N.E.BR. sind die herzwirksamen Glykoside Echujin und Somalin. Echujin läßt sich durch stufenweise enzymatische Abspaltung von Glucose in Somalin überführen, das hinsichtlich seiner chemischen, chaft zum Echujin im gleichen Verhältnis steht wie Cymarin zum Strophanthosid.

Pfeilgift aus *Adenium boehmianum* und *Adenium lugardii* wird von den Dama (Klippkaffern), den „Kaokovelders“ (Tjimba, Ovahimba, Tjakara) und insbesondere von den Hei//om im Etoscha-Gebiet verwendet [9, 133]. In welchem Umfang es heute gebraucht wird, ist unbekannt. Nach WATT und BREYER-BRANDWIJK [30] wird es auch von den Ovambo nördlich der Etoscha-Pfanne verwendet. Vom Tausch des fertigen Pfeilgiftes durch Buschmänner an die Ovambo und an Bantustämme des Okavango-Gebietes berichtet GAERDES [9].

Die Bereitung des Adenium-Giftes geschieht durch Auskochen der knollenartigen Wurzeln mit Wasser und Eindicken [9, 133]. Das wirksame Prinzip ist das herzwirksame Glykosid Echujin [134]. Daneben wurden noch in kleiner Menge Somalin, Digitalinum verum und Abobioside isoliert. Das Echujin findet sich auch als Hauptbestandteil in *Adenium lugardii* [135]. Es besteht aus Digitoxigenin und einer Zuckerkette aus D-Cymarose- $\beta$ -D-Glucose-a-D-Glucose ähnlich der des Strophanthosids. Durch Abspaltung von 1 Mol Glucose mit Glucosidase entsteht das Echubiosid; weitere Abspaltung mit Strophantobiase führt zum Somalin, und Säurebehandlung ergibt das Digitoxigenin. Somalin steht hinsichtlich seiner chemischen Verwandtschaft zum Echujin im gleichen Verhältnis wie Cymarin zum Strophanthosid [86].

Die im südlichen Afrika weit verbreitete Fächerlilie *Buphane disticha* (L. f.) HERB. („Giftbor<sup>1</sup> der Buren“), auch unter dem Synonym *Haemanthus toxicaria* L. beschrieben, wird heute vorwiegend von den Bewohnern der südöstlichen Kalahari als Pfeilgift benutzt [9]). Für die Verwendung durch andere Völker des südafrikanischen Raumes liegen keine eindeutigen Beweise vor. über die Inhaltsstoffe von *Buphane disticha* herrschte trotz mehrfacher Bearbeitung lange Unklarheit. HAUTH und STAUFFACHER [136] isolierten schließlich aus den Zwiebeln dieser Pflanze (Angola) elf Alkaloide (= 95% des Gesamtgehaltes von 0,3%o), von denen als Hauptwirkstoffe Buphanidrin, Undulatin, Buphanisin, Buphanamin und Nerbowdin anzusehen sind.

Der Gebrauch von *Euphorbia*-Arten als Pfeilgift wird oft erwähnt, doch herrschen widersprechende Meinungen [9, 10, 30, 115, 122, 137, 138]. Der Name „Euphorbia“ wird in Südafrika von vielen als Synonym für Gift angesehen [30]. GAERDES [9] konnte bei seinen jahrzehntelangen Studien über Pfeilgifte im Wohngebiet der Buschmänner nie die alleinige Benutzung von Euphorbien-Arten bei der Bereitung des Giftes beobachten oder von seinen Gewährsmännern erfahren. Mit Sicherheit werden dagegen auch heute noch Euphorbiaceen zum Vergiften von Wasserstellen benutzt, zum Beispiel von Bewohnern des Kaokoveldes in Südwestafrika, insbesondere den Ovahimba [9, 30]. Dazu werden kleingehackte Zweige in die Quelle beziehungsweise die Wasserstelle gelegt oder die aufgeschnittenen Pflanzenstücke in das wasserhaltige Sandloch eingegraben. Diese Art, das Wasser zu vergiften, stellt auch heute noch eine Gefahr für Reisende in diesem Gebiet dar, denen solche Praktiken nicht bekannt sind [9]. Nach WATT [9] verwenden die Ovahimbas im nördlichen Kaokoveld den Latex von *Euphorbia subsala* HIERN. var. *kaokoensis* WHITE, DYER und SLOANA zum Vergiften von Löwen. Angetrockneter Latex wird zu kleinen

Kugeln geknetet und in die Köder-Fleischmasse gesteckt.

Die Verwendung oft genannter weiterer Pflanzen, wie des Tambuti-Baumes (*Spirostachys africana* SOND.), *Strophanthus kombe* OLIV, und *Strophanthus amboensis* ENGL. et PAX, *Swartzia madagascariensis* DESC, *Acokanthera oppositifolia* (LAM.) CODD und *Strychnos*-Arten wurden in neuerer Zeit zumindest als alleiniges, unvermisches Pfeilgift nicht nachgewiesen. *Spirostachys africana* wird von den Dama und Hei//om zusammen mit Adenium- oder Diamphidia-Gift als Pfeilgift verwendet [9].

Pater GERSTNER (in [41] zitiert) berichtet von den Zulu, daß sie die Wurzelrinde von *Acokanthera oppositifolia* zum Vergiften ihrer Speere benutzen; Pfeile verwenden sie nicht. Von einer Art *Strophanthus-Euphorie* ergriffen behauptet LEUENBERGER [7], daß „Strophanthus unter den Buschmännern der Kalahari seine Auferstehung feiert“<sup>28</sup>). Der Richtigkeit halber sei lediglich vermerkt, daß bis heute bei den Buschmännern noch kein einziger *Strophanthus-Gift*-pfeil nachgewiesen wurde. Neuere Autoren und gute Kenner des südlichen Afrika und der Buschmänner, wie GAERDES und SILBERBAUER [9], MARSHALL-THOMAS [13], VAN DER POST [14] und STEYN [139], konnten als Pfeilgift nur Larvengift und Adeniumgift feststellen. Nach STEYN [139] sind in Südafrika nahezu 300 giftige Pflanzen bekannt; so ist es durchaus möglich, daß lokal noch andere, bisher nicht bekanntgewordene Pflanzen den Eingeborenen als Pfeilgift dienen oder, was wahrscheinlicher ist, als Zusatz Verwendung finden.

#### Wirksamkeit der Pfeilgifte

Was die Wirksamkeit der Pfeilgifte **bet** ist zu berücksichtigen, daß starke Schwankungen im Wirkstoffgehalt einer Giftmasse bestehen, die sowohl auf naturbedingte Schwankungen (Erbmerkmale, Umweltbedingungen, Klima, Boden, Sonneneinstrahlung, Standort und Entwicklungsstand der Pflanze) als auch auf der individuellen Verarbeitung (hohe Temperaturen, enzymatische Spaltung bei längerem Stehen, ungenügende Extraktion) sowie auf Zusätzen beruhen und einen bedeutenden Einfluß auf die Giftigkeit und Leistungsfähigkeit des Endproduktes haben. Die botanischen Merkmale Pflanzen gehen leider oft nicht mit den chemischen Befunden parallel, das heißt viele Pflanzen zeigen botanisch sehr ähnliche Varianten mit quantitativ unterschiedlichem Gehalt oder sogar ganz anderen Wirkstoffen („chemische Rassen“) [40, 81]. Auch der verwendete Pflanzenteil spielt eine entscheidende Rolle, da oft große Unterschiede zwischen Samen, Blättern und Holz beobachtet werden. Dazu kommt, daß der eingeborene Giftbereiter naturgemäß nichts von spaltenden Enzymen, saurer Hydrolyse und der

<sup>28</sup>) Ähnlich phantasievolle Behauptung, die jeder realen oder wissenschaftlich ernst zu nehmenden Grundlage entbehrt, finden sich leider in der Literatur, auch in der neuere: lieber Fülle. So wird beispielsweise in einem angesehenen Buch über die Jagd in Ostafrika in wissenschaftlicher Verbrämung behauptet, daß der Tod eines Elefanten durch einer Giftpfeil nicht gewährleistet ist, „obwohl er manchmal in wenige: Minute eintritt, wenn das Acokanthera-Gift seine Wirkung als Gerinnungsmittel getan hat und auf direktem Weg- rnm- mark gelangt ist“ [16].

Schädlichkeit hoher Temperaturen weiß. Er ist einzig auf seine Erfahrung und Beobachtungsgabe angewiesen. Wo er diese beiden Faktoren in geschickter Weise zu verknüpfen verstand, kam er zu neuen Erkenntnissen, die ihn schließlich zur Bereitung für seine Zwecke hochwertiger und leistungsfähiger Produkte befähigte. So kennen wir schwache, viele mittelmäßige, aber auch einige ungemein starke Pfeilgifte, die alle aus der gleichen Pflanze gewonnen werden und dieselben Wirkstoffe enthalten. Aber auch die Wasserlöslichkeit spielt eine maßgebende Rolle. Obwohl zum Beispiel Acovenosid A nach der Tabelle 3 per Milligramm eine nicht viel geringere Giftigkeit als Ouabain besitzt, ist es als Pfeilgift erheblich weniger wirksam, wegen seiner bedeutend schlechteren Löslichkeit in Wasser beziehungsweise in den Gewebesäften. Es tötet langsam. Schließlich hat auch die Konsistenz einen wesentlichen Einfluß auf die Wirksamkeit. Frisches, teigiges Pfeilgift löst sich schneller und besser als eine ausgetrocknete, verhärtete Masse.

In der Regel werden mit zunehmendem Körpergewicht auch zunehmende Mengen Gift vertragen, das heißt ein 10 mal so schweres Tier verkraftet etwa 10 mal soviel Gift wie ein leichteres. Danach würden, auf den Menschen übertragen, zum Beispiel 8 bis 11 mg Ouabain einen Menschen von 75 kg Gewicht töten. Diese Menge ist durchschnittlich in einer *Acokanthera ouabaio* oder *Strophanthus gratus*-Giftmasse von 0,20 g enthalten. An einem Giftpfeil haften aber zwischen 0,5 und 5 g, so daß ein Giftpfeil dieser Art für einen Menschen ausnahmslos tödlich ist, wenn der Pfeil in der Wunde bleibt und das Gift in den Blutkreislauf gelangt.

### Gegenmittel

Im Verlaufe der letzten hundert Jahre berichteten zahlreiche Forscher immer wieder von angeblich todsicheren und fast wunderwirkenden Gegengiften der Eingeborenen. STANLEY, dessen Expeditionen sehr unter den Giftpfeilen der Afrikaner zu leiden hatten, war überzeugt, in Ammoniumkarbonat ein fast sicheres Gegenmittel gegen alle möglichen Pfeilgifte zu besitzen: „Woraus das Gift auch bestehen mag, ich habe großes Zutrauen zur Einspritzung einer starken Dosis von kohlsaurem Ammonium . . . Falls man das Gegenmittel nicht kennt, sollte man, um das Gift unwirksam zu machen, ein starkes Brechmittel anwenden, die Wunde auswaschen und ausspritzen und dann eine Injektion einer kräftigen Lösung von kohlsaurem Ammonium vornehmen" [100]. Allerdings waren die Verwundeten, die er behandelte, meist schon mehrere Stunden mit dem Pfeilgift im Blut herumgelaufen, so daß es sich von Natur aus nur um ein schwaches oder kaum noch wirksames Pfeilgift handeln konnte und die Genesung auch ohne Ammoniumkarbonat eingetreten wäre.

Als Gegengifte sind die verschiedensten Pflanzen bis zu Holzasche, Soda und Urin bekannt geworden [9, 22, 29, 30, 31, 33, 38, 123, 214]. Doch alle bisher bekannt gewordenen, von den Eingeborenen benutzten Gegenmittel halten einer wissenschaftlichen Prüfung nicht stand. Das schließt aber nicht aus, daß die Eingeborenen in dieser Hinsicht Kenntnisse besitzen. So wurde 1965 bekannt, daß in Nordkamerun als Gegengift zu einem *Strophanthus kombe*-Pfeilgift das

Harz und auch der Rindenextrakt eines Baumes verwendet wird, der als *Boswellia dalzielii* HÜTCH. identifiziert wurde [31]. Bei sofortiger Versorgung der Wunde mit diesem Harz soll angeblich noch kein Todesfall eingetreten sein. Bei intramuskulärer Zufuhr an Mäusen konnte dies teilweise bestätigt werden; bei oraler Zufuhr starben die Versuchstiere. Die chemische Zusammensetzung ist noch weitgehend ungeklärt.

Es ist schon länger bekannt, daß durch Zufuhr von Kalium-Ionen eine Herzglykosid-Vergiftung günstig beeinflußt werden kann. Nach neueren Untersuchungen werden die besten Resultate dabei mit Kalium-Magnesium-Asparaginat erzielt.

### Heilendes Pfeilgift

Ungewollt stellte JOHN KIRK, der Botaniker der LIVINGSTONE-Expedition, 1859 in der Nähe des Njassa-Sees (heute Malawi-See) in Zentralafrika, den herzwirksamen Effekt eines *Strophanthus*-Pfeilgiftes beim Zähneputzen an sich selbst fest. Seine Zahnbürste war mit einigen Giftkrümeln, die er ebenso wie die Zahnbürste nachlässig in der Tasche mit sich führte, in Berührung gekommen. Obwohl die orale Wirksamkeit stark beeinträchtigt ist, trat nach LIVINGSTONES Aussage bei KIRK sofort eine Verlangsamung des Pulses ein, der wegen einer leichten Erkrankung erhöht war. Beide Forscher wiesen schon damals auf die Möglichkeit der medizinischen Verwendung hin. KIRK konnte nicht ahnen, daß er hiermit den Anstoß zu einer Entwicklung gegeben hatte, die einige Jahrzehnte später zu einem der wirksamsten Heilmittel führen sollte: dem Strophanthin [140, 141, 153].

Einige Töpfe dieses von den Eingeborenen „kombe" genannten Pfeilgiftes brachte KIRK selbst 1863 nach England. SHARPEY stellte die Herzwirksamkeit fest, und 1865 bestätigten FAGGE und STEVENSON [142] das Kombe-Pfeilgift als „cardiac poison", dessen Wirkung auf das Froschherz der des Fingerhuts, der asiatischen *Antiaris toxicaria* und der herzwirksamen Meerzwiebel gleichstehe. An *Strophanthus*-Samen aus Gabun, der 1865 auf der Weltausstellung in Paris gezeigt wurde, konnte PELIKAN die digitalisartige Herzwirksamkeit bestätigen [143].

Der alkoholische Extrakt aus *Strophanthus*-Samen wurde als „Tinctura strophanthi" zum teilweisen Ersatz des Fingerhuts eingeführt. (1 Teil gepulverter *Strophanthus*-Sa.m.en und 10 Teile verdünnter Weingeist in geschlossener Flasche 10 Tage stehenlassen.) Den entscheidenden Durchbruch erzielte TH. R. FRÄSER 1869/70 [144—147]. Er stellte zunächst fest, daß das Gift des *Strophanthus*-Samens und das der Giftpfeile identisch und gleich wirkungsstark ist. GILG konnte später nachweisen, daß FRÄSER nicht *Strophanthus hispidus*, sondern *Strophanthus kombe* in Händen hatte. Es gelang FRÄSER, den Wirkstoff zu isolieren und als herzwirksames Glykosid nachzuweisen [147]. Diese wichtige Entdeckung blieb lange unbeachtet. FRÄSER faßte seine Erkenntnisse in der klassisch gewordenen Arbeit „On the kombe arrow poison" 1872 zusammen. Erst um 1884, als er eine dritte Arbeit publiziert hatte, setzte eine Flut zustimmender chemischer, pharmakologischer und therapeutischer Publikationen ein. Insbesondere von französischen Forschern (CATILLONN, AENAUD) wurde das Ausgangsmaterial näher untersucht. Aenaud ge-



wann 1888 aus dem Holz von *Acokanthera ouabaio*, das dem gefürchteten Ouabaio-Pfeilgift der Somali zugrunde lag, ein kristallines herzwirksames Glykosid, das er „Ouabain“ nannte [53]. Den gleichen kristallinen Wirkstoff fand er auch kurz danach in *Strophanthus glabre* DU GABON (= *Strophanthus gratus*) [148]. THOMS [149] bestätigte 1904 diesen Wirkstoff in authentischem *Strophanthus gratus* aus Kamerun und nannte das isolierte kristalline Glykosid „g-Strophanthin“. Dagegen erhielten diese Forscher aus *Strophanthus kombe* stets amorphe Körper, von einer Ausnahme abgesehen [150]. THOMS führte 1904 (in Zusammenarbeit mit dem Botaniker E. GILG) die Unterscheidung der Strophanthine nach ihrem Ausgangsmaterial ein: *g*-, *k*-, *h*-, *e*-*Strophanthin* (= *gratus*, *kombe*, *hispidus*, *emini*) [149]. SCHMIEDBERG hatte bereits 1883 das Strophanthin in die Gruppe der Digitaliskörper (Digitaloide) eingereiht, die bei aller sonstigen Verschiedenheit pharmakologisch weitgehend übereinstimmen [151].

Nach intensiven klinischen und experimentellen Beobachtungen gab ALBERT FRAENKEL am 6. 4. 1906 auf dem 23. Deutschen Internistenkongreß bekannt, daß mit dem Strophanthin ein für die intravenöse Zufuhr geeigneter Körper für die Herztherapie zur Verfügung stehe, der dem Kranken in wenigen Minuten zugute komme [152]. Diese Pioniertat FRAENKELS bedeutete einen therapeutischen Durchbruch in der Glykosidtherapie, da erstmals auf Milligrammbasis und dazu noch intravenös ein Herzglykosid, insbesondere für das akute Stadium der Herzschwäche, verabreicht werden konnte, über die weitere Entwicklung der Strophanthintherapie berichtet BLUMBERGER [153].

In der Medizin werden heute praktisch nur *g*-Strophanthin und *k*-Strophanthingemisch verwendet. Der

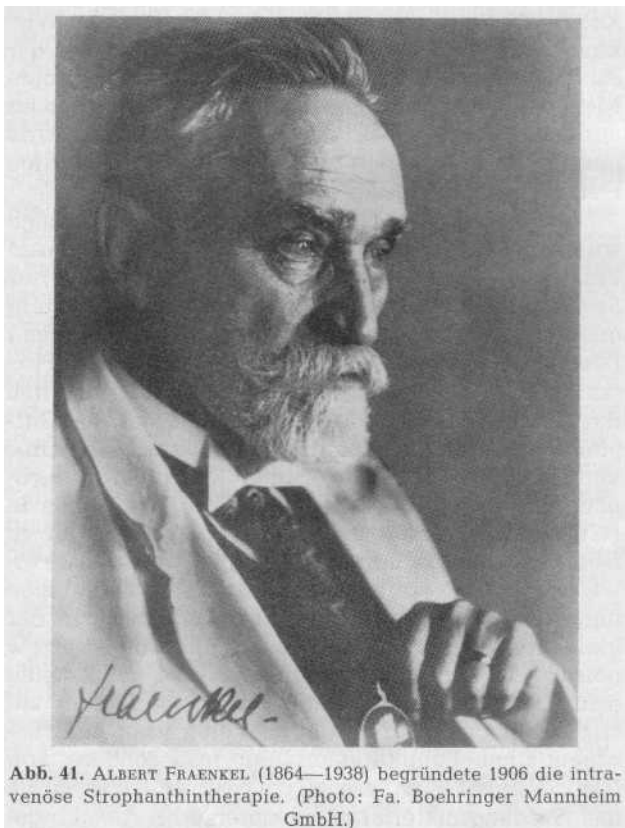


Abb. 41. ALBERT FRAENKEL (1864—1938) begründete 1906 die intravenöse Strophanthintherapie. (Photo: Fa. Boehringer Mannheim GmbH.)

Grund liegt vor allem in der einfacheren Beschaffung und dem bezüglich des Glykosidgehaltes homogenen Pflanzenmaterials. Insbesondere *g*-Strophanthin (Ouabain) läßt sich aufgrund seiner unbehaarten Samen relativ einfach identifizieren und aufgrund seines guten Kristallisationsvermögens leicht rein erhalten. Zur weiteren Unterscheidung der Samen benutzt man unter anderem den Schwefelsäuretest [154]: *Strophanthus gratus* ergibt mit 80%iger Schwefelsäure auf der trockenen Samenschnittfläche eine Rosafärbung; *Strophanthus kombe* färbt sich, ebenso wie *Strophanthus hispidus*, auf der Schnittfläche dagegen sofort grün. Wasserfreie und ebenso verdünnte Schwefelsäure ergeben diese charakteristischen Farbreaktionen nicht.

Das amorphe Glykosidgemisch, das unter dem Namen *k*-Strophanthin zusammengefaßt wird, ist schwieriger zu identifizieren und zu gewinnen, bietet aber dafür einige therapeutische Vorteile: Es ist schneller entgiftungsfähig als *g*-Strophanthin, besser wasserlöslich und besitzt eine größere therapeutische Breite [140, 141]. Strophanthin ist bei der Behandlung akuter Herzschwäche wegen seiner schnellen und sicheren Wirkung bei intravenöser Zufuhr noch immer allen anderen Mitteln überlegen. Es greift offenbar in eine vorhandene Ausnutzungsstörung der Energie (Verwertung energiereicher Phosphate) für die mechanische Arbeit des Herzmuskels ein und bewirkt eine ökonomisierung der Herzarbeit. Es steigert die Herzmuskelkontraktion beziehungsweise „Kraft, Grad und Schnelligkeit“ der Systole. Die Diastole wird vertieft. Alles in allem gewinnt das insuffiziente Herz die Fähigkeit zurück, „nach besserer Füllung mit erhöhter Kraft den Inhalt der Kammer rascher und vollständiger auszutreiben“. Die Kumulationsgefahr ist gering. Die orale Wirksamkeit ist wegen geringerer und ungleichmäßiger Resorption beeinträchtigt<sup>29</sup>). Nach MARCHETTI und Mitarbeiter wird Ouabain beziehungsweise *g*-Strophanthin sowohl vom Tier als auch vom Menschen oral eingenommen zu 7 bis 10% vom Intestinaltrakt absorbiert [155].

Wie die Wirkung auf den Herzmuskel zustande kommt, ist noch weitgehend ungeklärt. Zumindest bei einem anderen Herzglykosid, dem Digitoxin, wurde in den letzten Jahren die alte Theorie der „spezifischen Affinität“ des herzwirksamen Glykosids an den Herzmuskel widerlegt. Das Glykosid findet sich in anderen Organen weit mehr, zum Beispiel in der Leber und der Nebenniere [86]. Eine Übersicht über die heutigen Vorstellungen des biochemischen Wirkungsmodus von herzwirksamen Glykosiden gibt REPKE [193]. Danach ist der wahrscheinliche **Wirkort** die Zellmembran des Herzmuskels. Dort ist die Transport-ATPase für  $\text{Na}^+$  und  $\text{K}^+$  lokalisiert. Vermutlich ist diese Transport-ATPase der eigentliche Digitalis-Rezeptor. Die Digitaliswirkung scheint auf die Ionisierung und die Konzentration des zellulären Cal-

<sup>29</sup>) Die intestinale Resorption der herzwirksamen Glykoside ist abhängig von der Polarität des Moleküls. Je unpolarer und lipidlöslicher ein Glykosid ist, desto besser ist die Resorption. Das relativ schwach polare Digitoxin (1 OH-Gruppe) wird fast vollständig resorbiert, das stark polare Ouabain (5 OH-Gruppen) und die sonstigen Strophanthine werden kaum resorbiert. Der Wirkungseintritt ist dagegen um so schneller, je polarer das Glykosid ist: Strophanthin wirkt am schnellsten, Digitoxin am langsamsten [215].

ciums (das für die Kontraktilität des Herzmuskels verantwortlich ist) indirekt über eine mehr oder weniger starke Hemmung der Transport-ATPase und damit des NaVK<sup>+</sup>-Transports zustande zu kommen [193]. Bei jeder Kontraktion strömen während der Depolarisationsphase Natrionen in die Zelle. Die Hemmung der Transport-ATPase führt zu einer Verlangsamung des Rücktransports von Na<sup>+</sup> aus der Zelle. Daraus resultiert ein schnellerer und größerer Nettuzuwachs an intrazellulärem Na<sup>+</sup> und über Ionenaustausch eine schnellere und größere Ionisierung zellulär gebundenen Calciums, das im Endeffekt schließlich zu einer Steigerung von Geschwindigkeit und Kraft der Herzmuskelkontraktion führt.

Die therapeutische, positiv-ionotrope, kontraktionssteigernde Wirkung der Digitalisverbindungen geht letztlich auf eine *temporäre* Erhöhung der intrazellulären Ca<sup>2+</sup>-Konzentration während des Kontraktionsprozesses zurück. REPKE und Mitarbeiter konnten kürzlich nachweisen, daß die Transport-ATPase, die durch Digitalisverbindungen spezifisch gehemmt wird, auch für den Rücktransport des Ca<sup>2+</sup> aus der Zelle verantwortlich ist (Ca<sup>2+</sup>-Pumpe der Zellmembran) [223].

Die toxische, negativ-ionotrope, kontraktionsverschlechternde Digitaliswirkung bzw. die Wirkung eines Strophanthus-Pfeilgiftes würde nun darin bestehen, daß durch eine sehr starke Hemmung der Transport-ATPase einerseits eine Erhöhung der K<sup>+</sup>-Durchlässigkeit der Zellmembran, das heißt ein Netto-

Verlust an K<sup>+</sup> erfolgt und so die normale Relation von Na<sup>+</sup> zu K<sup>+</sup> in der Zelle gestört wird. Es resultiert ein starker intrazellulärer Na<sup>+</sup>-Anstieg (durch Hemmung des aktiven Transports Na<sup>+</sup>-Auswärtstransports), der wiederum einen verstärkten raschen Einstrom von Ca<sup>2+</sup> in die Zelle bewirkt. Andererseits kommt es über die Hemmung der Transport-ATPase zu einer direkten Hemmung des Ca<sup>2+</sup>-Rücktransports aus der Zelle. Im Endergebnis führen diese Vorgänge zu einer *stationären* Erhöhung der Ca<sup>2+</sup>-Konzentration in der Zelle [223]. Energiequelle für diese Prozesse ist die hydrolytische Spaltung von Adenosintriphosphat (ATP) in Adenosindiphosphat durch ATPase.

Mit der sehr empfindlichen Ansprechbarkeit des Herzmuskels erklären sich die äußerst niedrigen therapeutischen Dosen beziehungsweise die große Giftigkeit. Allgemein gilt: Damit eine Herzwirkung zustande kommt, muß die C=C-Bindung mit der C=O-Gruppe in einem konjugierten Doppelbindungssystem stehen und diese Gruppierung («<sup>^</sup>-ungesättigter Laktoneering) die C-17/?-Position am Steroidgerüst einnehmen. Der Laktoneering beziehungsweise die 17/?-Stellung gilt als wichtigster Träger der Herzwirkung. Ferner ist eine OH-Gruppe an C 14 und eine /<sup>^</sup>-ständige OH-Gruppe an C 3, die das Bindeglied zu den Zuckern darstellt, notwendig sowie folgende räumliche Stellung der Steroidringe Voraussetzung: BC trans und CD cis. Ist eine dieser strukturellen Bedingungen nicht erfüllt, so kommt es zu einem Wirkungsabfall bis zum völligen Verlust der

#### Elfenbeinküste (Lobi-Pfeilgift, 1949)

- a) Senoufo (Region Korhogo)  
Strophanthus hispidus P. DC.  
Erythrophleum guineense G. Don
- b) Karaboro (Region Banforo)  
Strophanthus hispidus P. DC.  
Strophanthus sarmentosus A. P. DC.  
Sapium Grahamii Prain.  
Kaya senegalensis A. Juss.  
Sarcocephalus esculentus Afz.  
Ficus capensis Thunb.

#### Obervolta (1949)

- Mossi (Region Ouagadougou, Kaya)  
Strophanthus hispidus P. DC.  
Calotropis procera Ait.  
Euphorbia kamerunica Pax.  
Köpfe giftiger Schlangen  
Ziziphus sp.

#### Kamerun (1963)

- Fali in Ngoutchoumi bei Garua (Nordkamerun)  
Strophanthus kombe Oliv. (Samen)  
Euphorbia kamerunica Pax. (Extrakt aus Gesamtpflanze)  
Balanites ägyptica Del. (Wurzeln, Früchte)  
Cochlospermum tinctorium Rich. (Blüten)  
Aloe sp. (Gesamtpflanze)  
Elyonurus hirtifolius Hack. (Gesamtpflanze)

#### Ruanda (1970)

- Banyambo (östlich des Akagera-Nationalparks)  
Strychnos usambarensis Gilg (Wurzeln)  
Capsicum frutescens L. (Früchte)  
Aloe laterica Engler (Blätter)  
Synadenium grantii Hook. (Zweige)  
Euphorbia tirucallii L. (Blätter)  
Opuntia fuscica Mill. („Blätter“)  
Euclea schimperi (DC) Dandy (Wurzeln)  
Ipomoea wightii (Wall.) Choisy var. wighty (Wurzelknollen)

#### Elfenbeinküste (Guere-Pfeilgift, 1949)

- a) Region Zanie  
Mansonia altissima A. Chev.  
Erythrophleum guineense G. Don  
Elaeophoria drupifera Stapf.  
Fagara macrophylla Engl.  
Ficus asperifolia Miq.  
Funtumia elastica Stapf.  
Eriocoelum racemosum Bak.
- b) Region Boo (dieses Pfeilgift gilt als besonders wirksam)  
Mansonia altissima A. Chev.  
Dyospyros xanthochlamys Gürk.  
Fagara macrophylla Engl.  
Enantia polycarpa Engl. et Diels.  
Pachypodanthium Staudii Engl. et Diels.  
Funtumia africana Stapf.  
Thonningia sanguinea Valh.  
Dioscorea sp.  
Adenia sp.  
Dichapetalum toxicarium Engl.

#### Kenia (1953)

- Giriama bei Bamba (Malindi)  
Acokanthera ouabaio (Franchet et Poisson) Cathel. (Gesamtpflanze)  
Sapium madagascariensis Prain. (Holz)  
Dioscorea quartinia (Martelli) Hochst. (Knollen)  
Gelegentlich auch Schlangenköpfe, Ratten, Spitzmäuse

(Bei dem Banyambo-Pfeilgift handelt es sich um das erste bekannt gewordene Pfeilgift Afrikas mit Curare-artiger Wirkung.)

Tab. 2. Pfeilgift-Rezepte.

Familie	Gattung und Art	Hauptwirkstoffe	Anwendung als Pfeilgift	Toxizität (mg/kg Katze, *) minimale tödliche Dosis		
Amaryllidaceae	<i>Buphane disticha</i> (L. f.) Herb.	Buphanidin Undulatin Buphanisin Nerbowdin	Südliches Afrika (Südwestafrika, Botswana, Kalahari)			
Apocynaceae	Acokanthera schimperi sensu lato	Acovenosid A Ouabain Acolongiflorosid K	Äthiopien	0,24 0,09–0,13 0,11		
		Acovenosid A Ouabain Acolongiflorosid K	Äthiopien, Ostafrika	0,24 0,09–0,13 0,11		
		Ouabain Acoschimperoside	Somalia, Kenia	0,09–0,13 N (0,32), P (0,27)		
		Acovenosid A Acolongiflorosid K	Ostafrika	0,24 0,11		
		Acovenosid A Acolongiflorosid K Acovenosid C Opposid	Südliches Afrika bis Ostafrika	0,24 0,11 0,25 0,104		
		Echujin Somalin (= Honghelosid G) Abobiosid Digitalinum verum	Südwestafrika	0,30 0,29–0,37 0,70 0,97–1,33		
		Echujin Honghelosid A Somalin (= Honghelosid G)	Südwestafrika	0,30 0,39 0,29–0,37		
		Ouabain (= g-Strophanthin)	westliches Äquatorialafrika	0,09–0,13		
		k-Strophanthosid k-Strophanthin-β Cymarol Erysimosid Helveticosid	Südoafrika Nordkamerun	0,13–0,19 0,13 0,11–0,13 0,16 0,05–0,08		
		qualitativ wie Str. kombe Oliv.	Westafrika bis Kamerun			
		Strophanthus sarmentosus A. P. DC. Von den 4 chemischen Rassen spielen als Pfeilgift-Pflanzen nur die Varianten a und b eine Rolle. Var. d ist sehr selten und Var. c enthält nur Glykosidspuren.				
		Str. sarm. var. a (var. major Dewevre) („Waldform“)	Sarverosid Panstrosid Sarmentoside	Westafrika	0,40 1,00 A (0,10), C (0,10)	
		Str. sarm. var. b (var. senegambiae A. DC. Monachino) („Savannenform“)	Sarmentocymarol Sarnosid Sarmentoside	Westafrika	0,20 0,15 A (0,10), C (0,10)	
		Strophanthus thollonii Franch.	Sarmentosid A Thollosid Bipindosid Lokundjosid	Zentrales Äquatorialafrika	0,10 0,10 0,10 0,11	
		Strophanthus eminii Asch. et Pax	Periplocymarol Cymarol Cymarol	Ostafrika	0,15 0,10–0,14 0,11–0,13	
Picralima nitida Durand (= P. klaineana Pierre = P. macrocarpa Chev.)	Akuamin Akuamidin (Alkaloide) Akuammigin	Pygmäen im Ubangui-Lobaye- Gebiet (Zentralafrik. Republik)				
Asclepiadaceae	<i>Periploca nigrescens</i> Afzel.	Convallatoxin Strophanthidin Nigrescigenin kompliziertes Glykosidgemisch	Zentralafrika (Ubangui- und Kongo- Gebiet)	0,07–0,08 0,26–0,36 0,23		
<i>Periploca gabonica</i> (Baill.) A. Chev.	unbek. Herzglykoside	Ubangui-Gebiet				
<i>Calotropis procera</i> R. Br.	Uscharin Uscharidin Calotropin Calactin Calotoxin Voruscharin Procerosid	Nördliches Westafrika bis zum Roten Meer	0,14 0,11–0,12 0,11–0,12 0,11 0,20			
Leguminosae	<i>Erythrophleum guineense</i> G. Don	Norcassamin Norcassamidin (= Erythrophlein) Alkaloidgemisch (herzwirksam)	Zentralafrika, Westafrika Als Gottesurteilsgift weit verbreitet			
Sterculiaceae	<i>Mansonia altissima</i> A. Chev.	Mansonin Strophothevosid	Westafrika (Elfenbeinküste)	0,15 0,10		
	<i>Urginea brachystachys</i> Bak.	Herzglykoside	Ostafrika (Tansania)			
Loganiaceae	<i>Strychnos icaja</i> Baill. (= <i>Strychnos dewevrei</i> Gilg = <i>Strychnos kipapa</i> Gilg)	Strychnin 4-Hydroxystrychnin Alkaloidgemisch	Zentralafrika (Ituri-Pygmäen, Zentralafrikanische Republik, Kongo-Brazzaville)			
	<i>Strychnos usambarensis</i> Gilg	Usambarensin 3,4-Dihydro-usambarensin Usambarin (= N-methyl-1,3,4- trihydro-usambarensin) Alkaloidgemisch von Curare- ähnlicher Wirkung	Zentralafrika (Ruanda)			

\*) Die Werte sind nach K. K. CHEN überwiegend aus [86] abgerundet angegeben.

Tab. 3. Gebräuchliche Pfeilgift-Pflanzen mit ihren Hauptwirkstoffen und deren Toxizität.

Herzwirksamkeit. Obwohl bei fast allen Cardenoliden die Ringe A und B in cis-Stellung stehen, ist diese Ringverknüpfung, die man lange Zeit als weitere Voraussetzung für eine Herzwirksamkeit ansah, nach neueren Erkenntnissen nicht notwendig. Die Zuckerkomponente hat die — allerdings wichtige — Rolle einer herzwirksamen Hilfsgruppe, die für die Resorption, Verteilung, Ausscheidungszeit und Inaktivierung des Glykosids verantwortlich ist. Deswegen sind die Genine allein für die Herztherapie wenig geeignet.

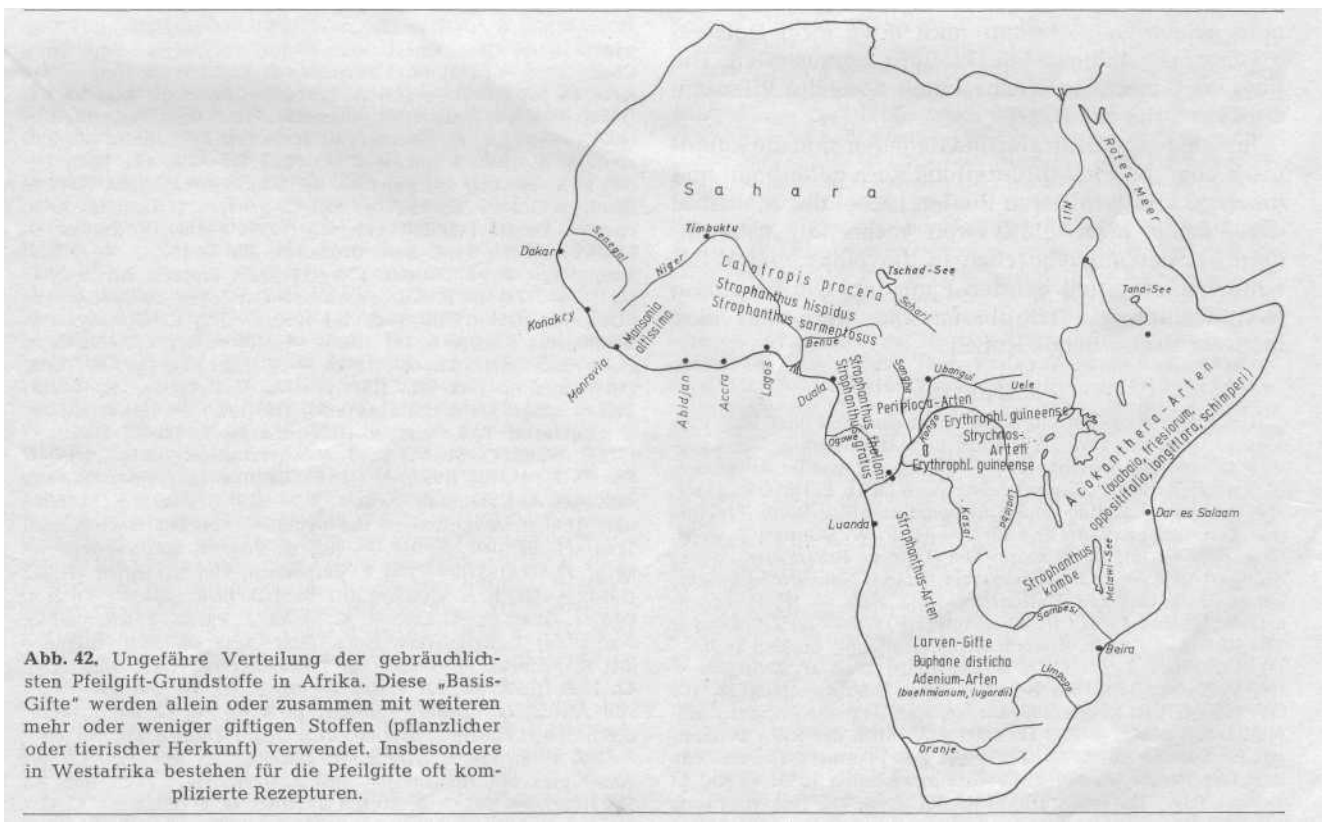
Herzwirksame Glykoside wie allgemein Glykoside sind sehr empfindlich gegenüber hohen Temperaturen, Säuren, Alkalien und Enzymeinflüssen. Sie werden von speziellen Enzymen des Pflanzenmaterials sehr leicht in Zucker und Genin beziehungsweise zuckerärmere Glykoside abgebaut. Neben den glykosidspaltenden enthalten *Strophanthus*-Samen noch allomerisierende Enzyme, deren Einwirkung eine Veränderung am Genin bewirkt, das heißt eine Isomerisierung an C 17, die einen völligen Verlust der Herzwirksamkeit bewirkt. Die enzymatische Zersetzung durch sameneigene Enzyme ist auch ein Grund für die oft großen Unterschiede in der Rohsubstanz beziehungsweise der Giftmasse und dem isolierten Reinglykosid.

Neben Strophanthin werden noch einige andere afrikanische Pfeilgift-Wirkstoffe mehr oder weniger therapeutisch genutzt: Thevetin aus *Thevetia nerifolia* Juss. (= *Th. peruviana*), Frugosid aus *Gomphocarpus fruticosus* und Oleandrin aus *Nerium Oleander* L. sind herzwirksame Glykoside. Physostigmin (Eserin), das wichtigste Alkaloid der Calabar- oder Gottesurteilsbohne (*Physostigma venenosum* BALF.), dient in der Augenheilkunde zur Herabsetzung des intraokulären Drucks bei der Behandlung

des Glaukoms (Grüner Star). Außerdem ist es ein Gegengift zudem südamerikanischen Pfeilgift Curare, dessen muskellähmende Wirkung es vollkommen aufhebt.

REICHSTEIN und LARDON berichteten 1944 über ein Verfahren, Sarmetogenin, das Genin einiger glykosidischer Pfeilgift-Wirkstoffe, in Cortison überzuführen, dem wichtigsten Mittel gegen rheumatische Arthritis. Die Bereitstellung geeigneten Pflanzenmaterials, insbesondere von *Strophanthus sarmetosus*, zu dessen Beschaffung mehrere Expeditionen systematisch ganz Westafrika durchkämmten, verhinderte jedoch eine derartige Cortisongewinnung. Andererseits sind inzwischen, besonders durch mikrobiologische Verfahren, wesentlich rationellere Quellen für dieses Mittel erschlossen worden.

So haben sich mit zunehmender Kenntnis von der Wirkung der Giftstoffe auf unseren Organismus manche Pfeilgifte als wertvolle Heilmittel herausgestellt. Mit hoher Wahrscheinlichkeit verbergen sich in den Giften der Völker Afrikas, aber auch Asiens und Amerikas noch zahlreiche unbekannte Stoffe und therapeutisch wertvolle Verbindungen, deren genaue chemische und pharmakologische Kenntnis der Medizin sicher noch vielfältige Möglichkeiten eröffnet. Es sei nur darauf hingewiesen, daß die Eingeborenen Afrikas fast alle Pfeilgift-Pflanzen (Haupt- und Zusatz-Pflanzen) mit mehr oder weniger Erfolg therapeutisch verwerten. So sind *Calotropis procera*, *Mansonia altissima* und *Strophanthus*-Arten in West- und Zentralafrika gebräuchliche Mittel der Eingeborenen-Medizin gegen Lepra und Geschlechtskrankheiten, aber auch gegen viele andere innere und äußere Krankheiten [30, 92, 93, 95, 96, 188, 189, 194, 210—214]. Im Kongo-Gebiet werden etwa 20 *Strychnos*-Arten hauptsächlich als Mazerat medizi-



**Abb. 42.** Ungefähre Verteilung der gebräuchlichsten Pfeilgift-Grundstoffe in Afrika. Diese „Basis-Gifte“ werden allein oder zusammen mit weiteren mehr oder weniger giftigen Stoffen (pflanzlicher oder tierischer Herkunft) verwendet. Insbesondere in Westafrika bestehen für die Pfeilgifte oft komplizierte Rezepturen.



nisch verwendet, insbesondere als Brech- und Abführmittel sowie gegen Geschlechtskrankheiten [213]. Blättersaft von *Periploca nigrescens* dient zur Behandlung von Geschwüren, *Erythrophleum guineense* — Rindenabsud — in kleinen Dosen als Brechmittel, Abführmittel, Anti-Malariamittel und Gegengift, die gepulverte Rinde, mit Schnupftabak eingenommen, als gutes Mittel gegen Kopfschmerzen [210, 211, 214, 95].

Auch die verschiedenen Teile der *Acokanthera*-Arten finden vielfältige medizinische Verwendung [29, 30, 96]. Die Samen von *Picralima nitida* gelten in Nigeria schon seit langer Zeit als Mittel zur Behandlung von Malaria und Gelbsucht. Pharmakologische und klinische Tests ergaben aber keinerlei Wirksamkeit [194]. Sicherlich spielen bei vielen dieser Eingeborenen-Medizinen und ihren Heilerfolgen die psychologische Seite der Behandlung, der naive, feste Glaube an die Wirksamkeit und nicht zuletzt eine zähe Konstitution des Erkrankten eine ganz wesentliche Rolle. Schließlich hat Krankheit für den Afrikaner noch ganz andere Ursachen und Gründe als für uns, zum Beispiel Übertretung eines Tabus, Fluch eines bösen Menschen, moralische Fehltritte. Doch ohne Zweifel enthält ihr über viele Jahrhunderte empirisch angehäuften Wissen um die Heilkraft von Pflanzen jeglicher Art viel Wertvolles.

Im Laufe der letzten 50 Jahre sind viele der Pfeilgift-Gewinnungsquellen und -rezepte, deren Kenntnis bei den Eingeborenen auf mündlicher Überlieferung beruht und größtenteils als strenges Geheimnis gewahrt und vererbt wird, in Vergessenheit geraten. So gibt es zum Beispiel bei den Giriama in Kenia, die sich von allen ostafrikanischen Stämmen mit am besten auf die Pfeilgiftbereitung verstehen, heute nur noch wenige Männer, denen diese Kunst genau bekannt ist [9, 27], Nach Aussage eines Giriama-Giftbereiters gab es 1953 unter den etwa 10 000 Bewohnern seines Gebietes nur noch etwa zwei Dutzend Männer, die fähig seien, Pfeilgift herzustellen. Die jüngere Generation kenne kaum noch die Pflanzen, die dazu nötig seien [27].

In West- und Zentralafrika dagegen sind die Kenntnisse über die Pfeilgiftbereitung noch geläufiger, und die Jagd mit vergifteten Pfeilen ist bei der Mehrzahl der Stämme noch relativ weit verbreitet, insbesondere bei den Eingeborenen in der Nähe von Wildschutzgebieten und bei den Pygmäen. Die Bereitung leistungsfähiger Pfeilgifte ist aber auch hier eine langsam aussterbende Kunst.

#### SCHRIFTTUM

[1] CH. CHENEVIX-TRENCH: Schießkunst einst und jetzt. BLV Verlagsges. München 1973; A History of Marksmanship, The Longman Group Ltd., London 1972. — [2] Encyclopaedia Britannica, Stichwort „Archery“ (Bogenschießen). — [3] H. F. DÖBLER: Jäger, Hirten, Bauern. Kultur- und Sittengeschichte der Welt. Verlagsges. Bertelsmann. Gütersloh 1971. — [4] P. W. SCHMIDT, Z. E. 57, 63 (1925). — [5] M. GUSINDE: Die Twiden. Braumüller. Wien-Stuttgart 1956. — [6] H. A. BERNATZIK (Hrsg.): Neue große Völkerkunde. Buch und Zeit Verlagsges. Köln 1968. — [7] H. LEUBENBERGER: Gesund durch Gift. dva. Stuttgart 1972. — [8] J. SCHAPERA: The Khoisaan People of South Africa. Rutledge. London 1930. — [9] J. GAERDES, J. der SWA Wissenschaftl. Ges. 21, 33 (1966). — [10] P. TRENK, Mitt. aus den Deutschen Schutzgebieten 23, 166 (1910). — [11] H. KAUFMANN, Mitt. aus den Deutschen Schutzgebieten 23, 136 (1910). — [12] H. KIRCHHEIM, Mitt. der SWA Wissenschaftl. Ges. Nr. XI/4, 7 (1970). — [13] E. MARSHALL-THOMAS: The harmless People. Secker und Warburg. London 1959. — [14] L. VAN DER POST: The lost world of the Kalahari. The Hogarth Press.

London 1963. — [15] G. S. und S. B. HOBSON: Shankwan van die duine. Van Schaik Bpk. Pretoria 1963. — [16] P. BEARD: Die letzte Jagd. Bucher-Verlag. Luzern/Frankfurt 1965. — [17] Lucy P. MAIR: Magie im schwarzen Erdteil. Kindlers Univ.-Biblioth., Kinder, München 1969. — [18] J. F. M. MIDDLETON, E. H. WINTER (Hrsg.): Witchcraft and Sorcery in East Africa. London, New York, Paris 1963. — [19] M. DOUGLAS: Witch Beliefs in Central Africa, In: Africa, Bd. 37, 1967. — [20] H. E. SIGERIST: Anfänge der Medizin. 1. Bd., Europa-Verlag. Zürich 1963, S. 171 ff. — [21] L. LEVY-BRUHL: La Mentalité primitive. Paris 1922. — [22] L. LEWIN: Die Pfeilgifte. Ambr. Barth. Leipzig 1923. — [23] F. B. POWER, A. H. SALWAY, Amer. J. Pharmacy 84, 337 (1912). — [24] Urania Pflanzenreich. Höhere Pflanzen I. Urania-Verlag. Leipzig-Jena-Berlin 1971. — [25] N. BALLIF: Die Tänzer Gottes. (Bericht der französischen Ogowe-Kongo-Expedition), Orell Füssli. Zürich 1955; Les danseur de Dieu. Hachette. Paris 1954. — [26] Umschau in Wissenschaft und Technik 58, 635 (1958). — [27] P. R. O. BALLY, F. THUDIUM, K. MOHR, O. SCHINDLER, T. REICHSTEIN, Helv. chim. Acta 41, 446 (1958). — [28] Brief von Frau Dr. G. v. PHILIPSBORN vom 19. 7. 1973 (Kenia). — [29] P. R. O. BALLY: Heil- und Giftpflanzen der Eingeborenen von Tanganyika. Repertorium specierum novarum regni vegetabilis, Beihefte, Bd. C II, Hrsg. von FR. FEDDE, Dahlem b. Berlin 1933. — [30] J. M. WATT, M. G. BREYER-BRANDWIJK: The Medicinal and Poisons Plants of Southern and Eastern Africa. 2nd Ed., Livingstone Ltd., Edinburgh, London 1962. — [31] R. CASTANON, R. BAUDRIMONT, J. GAUTHIER. C. R. Acad. Sc. Paris 260 (13), 4109 (1965). — [32] K. BRAUN, Angew. Botanik 14, 511 (1943). — [33] J. KERHARO, A. BOUQUET, Acta Tropica 6 (3), 193 (1949). — [34] P. SCHEBESTA, CIBA-Zeitschrift (Basel) 73, 2495 (1939). — [35] E. OBST: Das abflußlose Rumpfschollengebiet. II. Mitt. der Geogr. Ges. Hamburg 35 (1923). — [36] R. J. STORDY: Arrow poison. Dep. of Agricult. British-East-Africa, Ann. Rep. 1908/09. — [37] M. KRAUSE, Z. f. exp. Path. u. Therapie 6, 851 (1909). — [38] W. D. RAYMOND: Tanganyika arrow poisons. Tanganyika Notes and Records Nr. 23, 49 (1947). — [39] L. E. CODD, Bothalia 7, 447 (1961). — [40] T. REICHSTEIN, Planta Medica 13, 382 (1965). — [41] T. REICHSTEIN und Mitarb., Helv. chim. Acta 33, 485 (1950); [42] 34, 1239 (1951); [43] 34, 1740 (1951); [44] 35, 45 (1952); [45] 37, 403 (1954); [46] 38, 1013 (1955); [47] 40, 2199 (1957); [48] 41, 604 (1958); [49] 42, 2 (1959); [50] 45, 1244 (1962); [51] 45, 2116 (1962); [52] 45, 2612 (1962). — [53] M. ARNAUD, C. R. Acad. Sc. 106, 1011 (1888). — [54] C. MANNICH, G. SIEWERT, Ber. Dtsch. Chem. Ges. 75, 737 (1942). — [55] G. VOLPP, Ch. Tamm, Helv. chim. Acta 42, 1408, 1418 (1959). — [56] D. P. VELDSMAN, Vet. Med. Assoc. 20, 45 (1949). — [57] J. P. DE MELLO: Arrow poison, Sandoz News 1964, S. 18. — [58] L. KRAPP: Reisen in Ostafrika. Kornthal und Stuttgart 1858. — [59] R. W. M. METTAM: Poisonous Plants of East Africa. Uganda Govt. Press 1932. — [60] W. D. RAYMOND, Analyst 61, 100 (1934). — [61] Tanganyika Rep. Govt. Chem. 1953. — [62] Tanganyika Rep. Govt. Chem. 1956. — [63] M. HARTMANN, E. SCHLITTLER, Helv. chim. Acta 23, 548 (1940). — [64] A. LARDON, Helv. chim. Acta 33, 639 (1950). — [65] R. ZELNIK, O. SCHINDLER, Helv. chim. Acta 40, 2110 (1957). — [66] B. A. KRUKOFF, R. LETOUZEY, Rev. intern. de Bot. appl. et d'Agric. Tropicale (R. I. B. A.) 329—330, 121 (1955). — [67] P. R. TRILLES: Les pygmées de la forêt équatoriale. Librairie Blond et Gray. Paris 1933. — [68] G. SANTESSON, Skandin. Arch. Physiol. 74, 86, 142, 239, 415, 455 (1936). — [69] P. STANER, D. MICHOTTE, Bull. Jard. Bot., Bruxelles, 13, 23 (1934). — [70] J. HUTCHINSON, J. M. DALZIEL, Flora of West Tropical Africa 2, 47 (1931). — [71] R. P. CH. TISSERANT: Catalogue de la flore de l'Oubangui. Julia Edit. Toulouse 1950. — [72] C. G. SANTESSON, Etnologiska Studier 8, 137 (1939). — [73] A. KATZ, J. SCHMUTZ, Helv. chim. Acta 33, 467 (1950). — [74] L. KELLER, Ch. TAMM, Helv. chim. Acta 42, 2467 (1959). — [75] U. P. GEIGER, EK. WEISS, T. REICHSTEIN, Helv. chim. Acta 50, 179 (1967). — [76] J. v. EUW, O. SCHINDLER, T. REICHSTEIN, Helv. chim. Acta 38, 987 (1955). — [77] E. WEISS, O. SCHINDLER, T. REICHSTEIN, Helv. chim. Acta 40, 980 (1957); 41, 736 (1958). — [78] E. GROMIER: La vie des animaux sauvages du Cameroun. Paris 1937. — [79] S. PARKE, E. M. HOLMES: The arrow poison of the pygmies. The Pharm. J. and Transactions 1891, S. 917. — [80] K. PISKATY, Anthropos (Freiburg) 52, 33 (1957). — [81] T. REICHSTEIN, Planta Medica 11, 293 (1963). — [82] R. K. CALLOW, Brit. Med. J. 1950, 1484. — [83] J. v. EUW, J. GÜRTLER, A. LARDON, K. MOHR, J. REBER, R. RICHTER, O. SCHINDLER, T. REICHSTEIN, Helv. chim. Acta 40, 2079 (1957). — [84] B. FECHTIG, O. SCHINDLER, T. REICHSTEIN, Helv. chim. Acta 42, 1448 (1959); 43, 727 (1960). — [85] R. KNAPP: Die Völker von Afrika. G. Fischer. Stuttgart 1973. — [86] G. BAUMGARTEN: Die herzwirksamen Glykoside. VEB Georg Thieme. Leipzig 1963. — [87] F. KAISER, E. HAACK, U. DÖLBERG, H. SPINGLER, Liebigs Ann. Chem. 643, 192 (1961). — [88] A. UFFER, Helv. chim. Acta 35, 528 (1952). — [89] G. B. MARINI BETTOLO, G. G. CASINOVI, C. GA-

LEFFI, *Tetrahedron Letters* 1965, 4857. — [90] N. TANAKA, *Tetrahedron Letters* 1966, 2767. — [91] H. ALLGEIER, EK. WEISS, T. REICHSTEIN, *Helv. chim. Acta* 50, 431, 456 (1967). — [92] J. M. DALZIEL: The useful plants of West Tropical Africa. London, Crown Agents of the Colonies, 1937. — [93] P. STANER, R. BOUTIQUE, *Inst. Roy. Col. Belge, Mémoires, Section des Sciences Naturelles Médicales* 5, 137 (1937). — [94] E. SCHENKER, A. HUNGER, T. REICHSTEIN, *Helv. chim. Acta* 37, 1004 (1954). — [95] R. SILLANS, *Ann. pharm. franc.* 11, 364 (1953). — [96] N. RUEFF: Beitrag zur Kenntnis der Heilmittel und Gifte der Pygmäen Zentralafrikas. Diss., Wien 1938. — [97] C. G. SANTESSON, *Arkiv för Botanik* 27 A (4), 1 (1935). — [98] H. Y. PORTIUS, K. REPKE, *Arzneimittelforschung* 14, 1073 (1964). — [99] J. FRIEDRICH-FIECHTL, G. SPITTELER, *Chem. Ber.* 104, 3535 (1971). — [100] H. M. STANLEY: Im dunkelsten Afrika. Bd. II. Brockhaus, Leipzig 1908, S. 96. — [101] L. LEWIN, *Arch. f. exp. Path. u. Pharmak.* 71, 142 (1913). — [102] B. WITKOP, *Angew. Chem.* 55, 85 (1942). — [103] G. HESSE, *Naturw. Rdsch.* 9, 227 (1956). — [104] G. HESSE, F. REICHENEDER, *Liebigs Ann. Chem.* 526, 251 (1936). — [105] G. HESSE, L. J. HEUSER, E. HÜTZ, F. REICHENEDER, *Liebigs Ann. Chem.* 566, 130 (1950). — [106] G. HESSE, G. LETTENBAUER, *Angew. Chem.* 69, 392 (1957). — [107] F. BRÜSCHWEILER, *Dissertation, Univ. Basel* 1968. — [108] F. BRÜSCHWEILER, K. STÖCKEL, T. REICHSTEIN, *Helv. chim. Acta* 52, 2276, 2086 (1969). — [109] T. REICHSTEIN, *Naturw. Rdsch.* 20, 499 (1967). — [110] H. F. BREVOORT, *Sie und Er* (12), 47 (24. 3. 1966). — [111] T. REICHSTEIN, J. v. EUW, J. A. PARSONS, M. ROTHSCHILD, *Science* 161, 861 (1968). — [112] W. HIRSCHBERG: *Völkerkunde Afrikas. Bibliogr. Inst. Mannheim* 1965. — [113] H. JENNY, *Afrika-Forum* 5 (3), 210 (1969). — [114] J. MARQUART, H. GANSLMAYR: *Afrika. Die schwarzen Zivilisationen. Kindlers Kulturgeschichte.* München 1962. — [115] G. STOW: *The native races of South Africa.* London 1905. — [116] J. EIBL-EIBESFELDT: *Die Iko-Buschmann-Gesellschaft.* Piper, München 1972. — [117] J. SCHAPER, *Bantu Studies* 2, 190 (1925). — [118] W. HIRSCHBERG, *Anthropol. Ges. Wien* 4 (8), 20 (1936). — [119] F. BALSAN: *L'Expedition Panhard-Capricorne.* Amiot-Dumont, Paris 1952. — [120] J. C. HALL, R. W. WHITEHEAD, *J. Infectious Diseases* 1927, 41. — [121] S. PASSARGE: *Die Kalahari.* D. Reimer, Berlin 1904. — [122] E. M. SHAW, P. L. WOLLEY, F. A. RAE, *Cimbebasia (Windhoek)* 7, 1 (1963). — [123] C. KOCH, *South African Biological Soc., Pamphlet* Nr. 20, 49 (1958). — [124] H. SCHINZ, *Biol. Centralblatt* 14, 337 (1884). — [125] F. STARKE, *Archiv f. exp. Path. u. Pharmakol.* 38, 428 (1897). — [126] TROMSDORF, *Archiv f. Schiffs- u. Tropenhygiene* 15, 617 (1917). — [127] M. G. BREYER-BRANDWIJK, *Bantu Studies* 11, 279 (1937). — [128] J. MARSHALL, *Nat. History (New York)* 67, 376 (1958). — [129] D. G. STEYN, *South African Medical J.* 31 (6), 119 (1957). — [130] E. C. WILMOT: *Always Tread Lightly.* Timmins, Cape Town 1956. — [131] U. G. BIJLSAM, F. DE WAARD, *South African Medical J.* 3, 115 (1957). — [132] K. HELLY, *Z. f. exp. Path. u. Ther.* 2, 247 (1906). — [133] I. B. POLE-EVANS: *The flowering plants of South Africa.* Van Schaik, Pretoria 1938. — [134] G. HESSE, A. HUNGER, T. REICHSTEIN, *Helv. chim. Acta* 35, 2202 (1952). — [135] P. R. STRIEBEL, CH. TAMM, T. REICHSTEIN, *Helv. chim. Acta* 38, 1001 (1955). — [136] H. HAUTH, D. STAUFFACHER, *Helv. chim. Acta* 44, 491 (1961). — [137] L. FOURIE, *J. SWA Wissenschaftliche Ges.* 1, Windhoek 1927. — [138] H. PABISCH, *Z. Allgem. Osterr. Apoth.-Verein* 46, 1 (1909). — [139] D. G. STEYN: *Vergiftung van Mans en Dier.* Van Schaik, Pretoria 1949. — [140] *Vom Strophanthin zum Kombetin.* Fa. Boehringer-Mannheim, o. J. — [141] A. FRAENKEL: *Strophanthintherapie.* Springer-Verlag, Berlin 1933. — [142] H. FASSE, STEVENSON, *Proc. Roy. Soc. London* 14, 274 (1865). — [143] PÉLIKAN, *C. r. Acad. Sci. Paris* 60, 1209 (1865). — [144] TH. R. FRASER, *Proc. Roy. Soc. Edinburgh* 7, 99 (1869/70). — [145] TH. R. FRASER, *J. Anat. and Physiol.* 7, 140 (1872). — [146] TH. R. FRASER, A. TH. MACKENZIE, *Trans. Roy. Soc. Edinburgh* 47 (II), 341 (1910). — [147] TH. R. FRASER, *Trans. Roy. Soc. Edinburgh* 35 (IV), 955 (1890); 36 (II), 343 (1891). — [148] M. ARNAUD, *C. r. Acad. Sci. Paris* 107, 1162 (1888). — [149] H. THOMS, *Ber. Dtsch. pharm. Ges.* 14, 104 (1904). — [150] M. ARNAUD, *C. r. Acad. Sci. Paris* 107, 179 (1888). — [151] O. SCHMIEDBERG, *Archiv f. exp. Path.* 16, 149 (1883). — [152] A. FRAENKEL, *Verh. Dtsch. Ges. inn. Med.* 1906, 257 (1906). — [153] K. BLUMBERGER, *Die Medizinische Welt* 1956, I, 487 (1956). — [154] E. GILG, *J. Schuster, Ber. Dtsch. Pharm. Ges.* 29, 220 (1919). — [155] G. MARCHETTI und Mitarb., *Arzneimittel-Forschung* 21, 1399 (1971). — [156] R. SILLANS, *R. I. B. A.* 32, 54 (1952). — [157] E. HAAFF, *Bild der Wissenschaft* 1970 (12), 1263 (1970). — [158] C. GARNIER: *Le fétichisme en Afrique noire.* Paris 1951. — [159] M. CROCE-SPINELLI: *Fetisch und Fortschritt (Berichte aus dem Kongo, Dahome, Gabun und Kamerun).* Nymphenburger Verlagsanstalt, München 1969. — [160] M. MÉRY, *Archives de Médecine navale* 1866, 328 (1866). — [161] A. CHEVALIER, *R. I. B. A.* 30, Nr. 327/28, 1 (1950). — [162] K. BERNAUER, F. SCHNEIDER: *Alkaloide.* Ullmanns

*Encyklopädie der techn. Chemie* 4. A., Bd. 7, Weinheim 1974. — [163] R. HUISGEN, *Angew. Chem.* 62, 527 (1950). — [164] A. CHEVALIER, *R. I. B. A.* 31, Nr. 343/44, 249 (1951). — [165] G. L. ROBB, *Bot. Mus. Leaflet.* Harvard Univ. (Cambridge) 4, 265 (1957). — [166] N. G. BISSET, A. J. M. LEEUWENBERG, *Lloydia* 31, 208 (1968). — [167] L. ANGENOT, *Ann. pharm. françaises* 29, Nr. 5—6, 353 (1971). — [168] A. J. M. LEEUWENBERG: *The Loganiaceae of Africa, VIII, Strychnos III., Mededelingen Landbouwhogeschool, Wageningen (Niederlande)* 1969. — [169] A. DENOËL, F. JAMINET, E. PHILIPPO, M. J. DALLEMAGNE, *Arch. intern. Physiol.* 59, 341 (1951). — [170] P. KARRER, H. SCHMID, *Angew. Chem.* 67, 361 (1955). — [171] P. KARRER, H. SCHMID, K. BERNAUER, F. BERLAGE, *Angew. Chem.* 70, 644 (1958). — [172] L. ANGENOT, A. DENOËL, *Planta Medica* 21, 96 (1972). — [173] M. KOCH, M. PLAT, *C. r. Acad. Sc. Paris* 273, 753 (1971). — [174] U. P. GEIGER, EK. WEISS, T. REICHSTEIN, *Helv. chim. Acta* 50, 194 (1967). — [175] P. HAUSCHILD-ROGAT, EK. WEISS, T. REICHSTEIN, *Helv. Chim. Acta* 45, 1244 (1962). — [176] R. RICHTER, O. SCHINDLER, T. REICHSTEIN, *Helv. Chim. Acta* 37, 76 (1954). — [177] H. FUHRER, R. F. ZÜRCHER, T. REICHSTEIN, *Helv. chim. Acta* 52, 616 (1969). — [178] B. FECHTIG, J. v. EUW, O. SCHINDLER, T. REICHSTEIN, *Helv. chim. Acta* 43, 1570 (1960). — [179] Z. KOWALEWSKI, O. SCHINDLER, H. JÄGER, T. REICHSTEIN, *Helv. chim. Acta* 43, 1280 (1960). — [180] S. RAJAGOPALAN, CH. TAMM, T. REICHSTEIN, *Helv. chim. Acta* 38, 1809 (1955). — [181] A. HUNGER, T. REICHSTEIN, *Helv. chim. Acta* 35, 1073 (1952). — [182] R. PORTÈRES, *Bull. du Com. d'Études Hist. et Scient. de l'Afrique Occid.* 1935, 128 (1935). — [183] A. DENOËL, *J. Pharm. Belg. (n. s.)* 5, 59 (1950). — [184] F. JAMINET, *Lejeunia* 15, 9 (1951). — [185] F. JAMINET, *J. Pharm. Belg. (n. s.)* 8, 449 (1953). — [186] N. G. BISSET, *C. r.* 261, 5237 (1965). — [187] N. G. BISSET: *Alkaloids of some African species of Strychnos.* Thesis, Univ. London 1968. — [188] F. SANDBERG, *Cah. Maboke* 3 (1), 19 (1965). — [189] A. R. WALKER, *Bull. Inst. Étud. Centrafr. (n. s.)* 1953, Nr. 6, 275 (1953). — [190] R. BRANDT, H. KAUFMANN, T. REICHSTEIN, *Helv. chim. Acta* 49, 1844 (1966). — [191] R. BERTHOLD, W. WEHRLI, T. REICHSTEIN, *Helv. chim. Acta* 48, 1634 (1965); 48, 1659 (1965). — [192] P. MÜHLRACHT, E. WEISS, T. REICHSTEIN, *Helv. chim. Acta* 47, 2164 (1964). — [193] K. REPKE, *Klin. Wschr.* 42, 157 (1964). — [194] B. OLIVER, *The Nigerian Field* 24, 121, 160 (1959). — [195] TH. A. HENRY, TH. M. SHARP, *J. Chem. Soc. London* 1927, 1950 (1927). — [196] TH. A. HENRY, *J. Chem. Soc. London* 1932, 2759 (1932). — [197] R. ROBINSON, A. F. THOMAS, *J. Chem. Soc. London* 1955, 2049 (1955). — [198] G. LEDOUBLE, L. OLIVER, M. QUIRIN, J. LEVY, J. LE MEN, M. M. JANOT, *Ann. Pharm. France* 22 (6—7), 463 (1964). — [199] J. LE MEN, *Lloydia* 27 (4), 456 (1964). — [200] L. OLIVIER, J. LEVY, J. LE MEN, M. M. JANOT, H. BUDZIKIEWICZ, C. DJERASSI, *Bull. Soc. Chim. France* 1965 (5), 868 (1965). — [201] J. JOULE, G. F. SMITH, *J. Chem. Soc. London* 1962, 312 (1962). — [202] J. E. SAXTON, *Alkaloids* 10, 501 (1968). — [203] B. L. MOELLER, L. SEEDORFF, F. NARTEX, *Phytochemistry* 11 (8), 2620 (1972). — [204] N. G. BISSET, *Planta Medica* 10 (2), 143 (1962). — [205] F. SANDBERG, K. ROOS, K. J. RYRBERG, K. KRISTIANSON, *Acta Pharm. Suecica* 6, 103 (1969). — [206] F. SANDBERG, E. LUNELL, K. J. RYRBERG, *Acta Pharm. Suecica* 6, 79 (1969). — [207] I. F. MAKAREVICH, *Khim. Prir. Soedin* 1972 (2), 180 (1972); *Chem. Abstr.* 77, 58746 (1972). — [208] B. und M. GRZIMEK: *Serengeti darf nicht sterben.* Ullstein, Berlin 1959. — [209] D. MEBS, *Umschau* 74 (2), 42 (1974). — [210] J. KERHARO, *Ann. Pharm. franç.* 25 (5), 385 (1965). — [211] J. KERHARO, A. BOUQUET: *Plantes médicinales et toxiques de la Côte d'Ivoire-Haute-Volta, Vigot frères, Paris* 1950. — [212] É. DE WILDEMAN, *Inst. roy. colonial belge memoires* 18 (1), 40 (1949). — [213] N. G. BISSET, *Lloydia* 33 (2), 201 (1970). — [214] F. HAERDI: *Die Eingeborenen-Heilpflanzen des Ulanga-Distriktes Tanganjikas (Ostafrika).* Diss. Univ. Basel 1964. Verlag für Recht u. Gesellschaft, Basel 1964. — [215] H. SIMON: *Herzwirksame Pharmaka. Wirkungsweise und klinische Anwendung.* Urban + Schwarzenberg, München-Berlin-Wien 1972. — [216] P. LABESSE: *A propos d'un champion servant à la fabrication de poisons etc.* *Mém. Soc. Agricult. Sc. et Arts d'Angers.* Angers 1907. — [217] É. PERROT, É. VOGT: *Poisons de flèches et poisons d'épreuve.* Vigot Frères, Éditeurs, Paris 1913. — [218] RAYMOND-HAMET, R. I. B. A. 347—348, 465—485 (1951). — [219] B. VERDCOURT, E. C. TRUMP: *Common poisonous plants of East Africa.* Collins, London 1969. — [220] J. W. LODER, C. C. J. CULVENOR, R. H. NEARN, G. B. RUSSELL, D. W. STANTON, *Tetrahedron Letters* 50, 5069—72 (1972). — [221] A. CRONLUND, F. SANDBERG, *Acta Pharm. Suecica* 8, 351—360 (1971). — [222] L. ANGENOT, N. G. BISSET, A. DENOËL, *Plantes méd. et phytother.* 1973, tome VII, Nr. 1, 33—36. — [223] K. REPKE, *Pharmazie* 28, 803 (1973). — [224] K. GREEFF (Hrsg.): *Probleme der klinischen Prüfung herzwirksamer Glykoside.* 2. A., Steinkopff, Darmstadt 1973. — [225] L. ANGENOT, *Thèse de Doctorat.* Université de Liège, 1973. — [226] L. ANGENOT, A. DENOËL, *Plantes méd. et phytothér.* 1973, Tome VII, Nr. 4, 284—292.