



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit
„Psychoaktive Pflanzen“

Verfasserin
Kathrin Kohl

angestrebter akademischer Grad
Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2012

Studienkennzahl lt. Studienblatt:	A 474
Studienrichtung lt. Studienblatt:	Ernährungswissenschaften
Betreuerin / Betreuer:	Ao. Univ.-Prof. Dr. Rosa Lemmens-Gruber

Danksagung

Ich möchte mich an dieser Stelle bei den Personen bedanken, die mir bei der Erarbeitung dieser Diplomarbeit geholfen und mich in dieser Zeit unterstützt haben.

Mein herzlicher Dank gilt Frau Univ.-Prof. Dr. Rosa Lemmens-Gruber für die Betreuung meiner Arbeit.

Anschließend gilt mein Dank noch meiner Familie, die mir ein sorgenfreies Studieren ermöglicht hat!

„Die Jahre lehren viel, was die Tage niemals wissen.“
Ralph Waldo Emerson

„Mit dem Wissen wächst der Zweifel.“
Johann Wolfgang von Goethe

„Wer glaubt etwas zu sein, hat aufgehört etwas zu werden!“
Sokrates

"Wer das Leben zu ernst nimmt, braucht eine Menge Humor, um es zu überstehen."
Charlie Chaplin

Inhaltsverzeichnis

I. Abbildungsverzeichnis	IV
II. Tabellenverzeichnis	V
III. Abkürzungsverzeichnis	VI
1. Einleitung	1
2. Einteilung, Inhaltsstoffe und Wirkmechanismen	3
2.1 Einteilung der psychoaktiven Substanzen	3
2.2 Halluzinogen wirkende Inhaltsstoffe	5
2.2.1 Tropanalkaloide	5
2.2.1.1 L-Hyoscyamin	6
2.2.1.2 Scopolamin	6
2.2.1.3 Atropin	7
2.2.2 Biosynthese der Tropanalkaloide	10
2.2.3 Anticholinerge Wirkung der Tropanalkaloide	12
2.2.4 Nachweis der Tropanalkaloide	13
3. Solanaceae	17
3.1 <i>Brugmansia suaveolens</i> (Duftende Engelstrompete)	20
3.1.1 Systematik und Nomenklatur der Gattung <i>Brugmansia</i>	20
3.1.2 Morphologie	22
3.1.3 Inhaltstoffe	23
3.1.4 Verwendung	24
3.1.5 Symptome bei Vergiftung	24
3.1.6 Erste Hilfe	25
3.1.7 Rechtliche Grundlagen	26
3.2 <i>Datura stramonium</i> (Gemeiner Stechapfel)	26
3.2.1 Botanische Merkmale	26
3.2.2 Inhaltstoffe	28
3.2.3 Verwendung und Intoxikationen	29
3.2.4 Symptome bei Vergiftung	30

3.2.5 Erste Hilfe	31
3.2.6 Rechtliche Grundlagen	31
3.3 <i>Atropa belladonna</i> (Tollkirsche)	32
3.3.1 Botanische Merkmale	32
3.3.2 Inhaltstoffe und Toxizität	33
3.3.3 Verwendung	35
3.3.4 Symptome bei Vergiftung	37
3.3.5 Erste Hilfe	38
3.3.6 Rechtliche Grundlagen	38
3.4 <i>Hyoscyamus niger</i> (schwarzes Bilsenkraut)	39
3.4.1 Botanische Merkmale	39
3.4.2 Inhaltstoffe	40
3.4.3 Verwendung	41
3.4.4 Intoxikationen und Behandlung	42
3.4.5 Rechtliche Grundlagen	43
3.5 <i>Mandragora officinarum</i> (Alraune)	44
3.5.1 Botanische Merkmale	44
3.5.2 Inhaltstoffe und Toxizität	45
3.5.3 Verwendung	46
3.5.4 Vergiftungssymptome und deren Behandlung	48
3.5.5 Rechtliche Grundlagen	49
4. Fallberichte und Statistik	50
4.1 Intoxikationen	50
4.1.1 Vergiftung mit <i>Datura stramonium</i>	51
4.1.2 Vergiftung mit Engelstropfen bei 4 Jugendlichen	53
4.1.3 <i>Atropa belladonna</i> -Vergiftung bei einem 11-jährigen Mädchen	55
4.2 Statistik	56
5. Zusammenfassung	59
6. Summary	60
7. Literaturverzeichnis	61
8. Lebenslauf	71

I. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Chemische Struktur von L-Hyoscyamin.....	6
Abb. 2: Chemische Struktur von L-Scopolamin.....	7
Abb. 3: Chemische Struktur von Atropin.....	9
Abb. 4: Biosynthese der Tropanalkaloide.....	11
Abb. 5: Intoxikation mit einer <i>Datura</i> -Art: Chromatogramm der Blutprobe.....	15
Abb. 6: Verbreitung der Solanaceae.....	17
Abb. 7: Systematische Einteilung der vorgestellten Pflanzen aus der Familie Solanaceae.....	18
Abb. 8: <i>Brugmansia suaveolens</i>	22
Abb. 9: <i>Datura stramonium</i> : Blüte und Frucht	28
Abb. 10: <i>Datura stramonium</i> : geöffnete Frucht mit schwarzen Samen.....	28
Abb. 11: <i>Atropa belladonna</i> var <i>belladonna</i> : Blüte	33
Abb. 12: <i>Atropa belladonna</i> var <i>belladonna</i> : Frucht	33
Abb. 13: Alkaloidgehalt von <i>Atropa belladonna</i> in den verschiedenen Entwicklungsstadien.....	35
Abb. 14: <i>Hyoscyamus niger</i> : Blüte	40
Abb. 15: <i>Hyoscyamus niger</i> : Frucht mit Samen	40
Abb. 16: <i>Mandragora officinarum</i> : Blattrosette	45
Abb. 17: <i>Mandragora officinarum</i> : Wurzel.....	45
Abb. 18: <i>Mandragora officinarum</i> : Frucht und Samen	45
Abb. 19: Lebenszeit-Prävalenz illegaler Drogen.....	56

II. Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Dosis-abhängige Wirkung von Atropin.....	8
Tab. 2: Gemeinsamkeiten der Gattungen <i>Datura</i> und <i>Brugmansia</i>	21
Tab. 3: Unterschiede der Gattungen <i>Datura</i> und <i>Brugmansia</i>	21
Tab. 4: Varietäten von <i>Datura stramonium</i>	27
Tab. 5: Varietäten von <i>Atropa belladonna</i>	32
Tab. 6: Gesamtalkaloidgehalt in den verschiedenen Pflanzenteilen von <i>Atropa belladonna</i>	34
Tab. 7: Gesamtalkaloidgehalt in den verschiedenen Pflanzenteilen von <i>Hyoscyamus niger</i>	40
Tab. 8: Vergleich der Normalwerte einer Blutuntersuchung mit den Werten bei einer bestehenden Vergiftung mit <i>Datura stramonium</i>	52

III. Abkürzungsverzeichnis

AGES GmbH	Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit
BZgA	Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung
cm	Zentimeter
CPK	Creatininphosphokinase
EFSA	European Food Safety Authority
EKG	Elektrokardiographie
et al.	und andere
g/dl	Gramm pro Deziliter
kg	Kilogramm
LDH	Laktat-Dehydrogenase
LSD	Lysergsäurediethylamid
m	Meter
mEq/L	Milliequivalent pro Liter
mg	Milligramm
mg/dl	Milligramm pro Deziliter
mg/kg	Milligramm/Kilogramm
mmHg	Millimeters of Mercury
mmol/l	Millimol pro Liter
SGOT	Serum glutamic oxaloacetic transaminase
SGPT	Serum Glutamic-Pyruvic Transaminase
U	Unit
U/l	Units pro Liter

μl	Mikroliter
$\mu\text{g/ml}$	Mikrogramm pro Milliliter
z. B.	zum Beispiel

1. Einleitung

Alle Pflanzen bilden sogenannte Sekundärstoffe, um sich gegen Bakterien, Viren, Pilze oder Fressfeinde zu verteidigen. Sie setzen sich aus verschiedenen Substanzgruppen zusammen, wovon einige selbst beim Verzehr von geringen Mengen giftig und auch tödlich giftig sein können. Zu den am häufigsten vorkommenden Strukturtypen pflanzlicher Sekundärstoffe zählen die Alkaloide, von denen rund 20 000 Strukturen bekannt sind. Die meisten dieser Alkaloide sind toxisch und viele dieser Verbindungen sind zusätzlich psychoaktiv wirksam [Wink, 2008].

Bewusstseinsverändernde Pflanzen werden von vielen Kulturen als heilige Pflanzen verehrt und bereits seit tausenden von Jahren medizinisch genutzt oder zu rituellen Zwecken verwendet. In unserem Kulturkreis hatten Pflanzen mit psychoaktiven Eigenschaften ihre „Blütezeit“ im Mittelalter, wo sie vor allem als Heil- und Zauberpflanzen Anwendung fanden. Das Wissen über die Pflanzen und deren Eigenschaften ging zu Zeiten der Hexenverfolgung und Inquisition größtenteils verloren und geriet in Vergessenheit [Prentner, 2010]. Heute werden Pflanzen mit psychoaktiven Eigenschaften verstärkt zu Rauschzwecken und zur Erzeugung von Halluzinosen genutzt [Löhrer und Kaiser, 2008]. Viele dieser Pflanzen lassen sich einfach in Wäldern oder in heimischen Gärten finden. Sie werden daher oft als „Naturdrogen“ oder „Biodrogen“ bezeichnet und fälschlicherweise als harmlos eingestuft. Die Pflanzen enthalten jedoch hochwirksame chemische Verbindungen, die in ihrem Gehalt sehr schwanken können und auch je nach Körpergewicht, körperlicher und seelischer Verfassung sowie Beikonsum anderer Substanzen in ihrer Wirkungsweise sehr unterschiedlich sind. So kann es neben Vergiftungen oder Verletzungen im Rauschzustand auch zu schwerwiegenden, mitunter dauerhaften Psychosen oder anderen psychischen Erkrankungen kommen. Die Drogenaffinitätsstudie der Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA) im Jahr 2004 kam zu dem Ergebnis, dass rund 4 Prozent der 12- bis 25-jährigen Erfahrungen mit psychoaktiven Pflanzen bzw. Pilzen haben [Sauer, 2007], 2008 liegt der Wert bei 3,0 Prozent [BZgA, 2008].

Neben der Vergiftung durch Missbrauch der Pflanzen als Rauschmittel kommen auch akzidentielle Intoxikationen bei Kindern [Hänsel et al., 1992] sowie (wenn auch sehr selten) Vergiftungen durch Kontamination oder Verwechslung mit anderen Pflanzen vor [EFSA, 2008].

Durch den großen Umfang psychoaktiver Pflanzen wird in dieser Arbeit speziell auf halluzinogene Pflanzen aus der Familie der Solanaceae eingegangen. Es werden folgende 5 Pflanzen vorgestellt und hinsichtlich ihrer Morphologie, Inhaltsstoffe, Toxizität und Anwendungsmöglichkeiten genauer beschrieben: Engelstrompete (*Brugmansia suaveolens*), Stechapfel (*Datura stramonium*), Tollkirsche (*Atropa belladonna*), Bilsenkraut (*Hyoscyamus niger*) und Alraune (*Mandragora officinarum*).

2. Einteilung, Inhaltsstoffe und Wirkmechanismen

2.1 Einteilung der psychoaktiven Substanzen

Psychoaktive Pflanzen sind Gewächse, welche Inhaltsstoffe enthalten, die veränderte Zustände des Bewusstseins hervorrufen und vor allem in intensiver Änderung der Wahrnehmung und Stimmung resultieren. Die Pflanzenteile werden geraucht oder in Form verschiedener Zubereitungen eingenommen (als Tee, Abkochungen, Salben) um auf das Bewusstsein einzuwirken [Prentner, 2010]. Je nach Wirkung können psychoaktive Substanzen in 3 Gruppen eingeteilt werden:

- Stimulanzien („uppers“):
Hierzu zählen Pflanzen bzw. Substanzen, die geistig anregend und aktivitätssteigernd wirken ohne dabei die Wahrnehmung zu verändern. Wichtige Vertreter dieser Gruppe sind Kaffee, Tee, Guaraná, Coca
- Sedativa, Hypnotika, Narkotika („downers“):
In diese Kategorie werden alle beruhigende, betäubende, schlaffördernde und angstlösende Substanzen eingegliedert, welche die Wahrnehmung verändern, lebhafte Träume sowie Euphorie auslösen können. Die wichtigsten Pflanzen aus dieser Kategorie umfassen Opium, Mohn, Baldrian und Hopfen.
- Halluzinogene („all arounders“):
Diese Gruppe umfasst vor allem Pflanzen mit enormer Auswirkung auf die Wahrnehmung von Raum und Zeit sowie auf das Empfinden von Emotionen. Diese Verbindungen erhielten im Laufe der Zeit verschiedene Bezeichnungen wie Psychomimetika, Psychotika, Psychedelika, Entheogene, Entaktogene, Empathogene, Eidetika, Psychotogene oder Psychodysleptika [Rätsch, 1998].

Zu dieser Gruppe gehören wichtige Pflanzen wie Engelstrome, Stechapfel, Tollkirsche, Bilsenkraut, Alraune, Wermuth, Marihuana etc. sowie einige Pilze (Fliegenpilz, Mutterkorn, Psilocybe) [Wink, 2008].

Halluzinogene sind demnach Substanzen, die Halluzinationen auslösen. Der Begriff stammt vom lateinischen Wort „halucinatio“, was so viel bedeutet wie „gedankenloses Reden“ [Geschwinde, 2003]. Der Begriff „halucinor“ bedeutet übersetzt „sich einer Täuschung hingeben“ [Stowasser, 1997].

Die meisten Halluzinationen sind visueller Natur, sie können aber auch das Gehör, Tastgefühl, den Geruchs- oder Geschmackssinn beeinflussen und werden durch verschiedene Stoffe, die diese Pflanzen enthalten, ausgelöst. Halluzinogene sind beschränkt auf eine kleine Anzahl von chemischen Substanzen. Alle in Pflanzen vorkommenden Halluzinogene sind organischen Ursprungs, sie enthalten also Kohlenstoff als essentiellen Teil ihres Grundgerüsts. Es gibt keine anorganischen Pflanzeninhaltsstoffe, die Halluzinationen auslösen. Halluzinogene Komponenten können in 2 Gruppen unterteilt werden: jene, die Stickstoff enthalten und stickstofffreie Substanzen, wobei die stickstoffhaltigen Formen häufiger vorkommen. Zu den bekanntesten stickstofffreien halluzinogenen Substanzen zählen die im Marihuana vorkommenden Terpenphenole, besser bekannt als Cannabinoide. Die stickstoffhaltigen Komponenten weisen Grundstrukturen der Alkaloide oder ähnlicher Grundgerüste auf [Schultes, 1976].

Bei den in den Solanaceen vorkommenden Halluzinogenen handelt es sich um Tropanalkaloide, welche auch häufig Belladonna-Alkaloide genannt werden [Wagner und Keim, 2009].

2.2 Halluzinogen wirkende Inhaltsstoffe

2.2.1 Tropanalkaloide

Von den über 150 bekannten Tropanalkaloiden sind die meisten in den Familien Solanaceae und Erythroxylaceae vertreten. Sie kommen außerdem auch noch sporadisch in den Familien Proteaceae, Rhizophoraceae, Brassicaceae, Convolvulaceae und Dioscoreaceae vor [Teuscher & Lindequist, 2010].

Tropanalkaloide sind Ester des Tropanals mit verschiedenen Säuren, welche schnell über Haut und Schleimhäute resorbiert werden. Die wichtigsten in den Solanaceae vorkommenden psychoaktiven Tropanalkaloide sind Hyoscyamin, Scopolamin und Atropin [Roth et al., 1994]. L-Hyoscyamin ist weitaus wirksamer als sein Enantiomer D-Hyoscyamin. Da Atropin das racemische Gemisch aus D- und L- Hyoscyamin ist, weist es zwar eine gleichartige, jedoch schwächere, Wirkung als reines L-Hyoscyamin auf [John et al., 1999]. Niedrige Dosen (1mg Atropinsulfat) hemmen durch Blockade der Acetylcholinrezeptoren periphere Nervenendigungen was zur Tonusabnahme der glatten Muskeln der Organe führt und verursachen durch Ausschaltung des Vagus eine Beschleunigung der Herzfrequenz. Relativ hohe Dosen (ab 10mg Atropinsulfat) führen zur Erregung des Großhirns, des Zwischenhirns sowie der Medulla oblongata. Die anschließende narkoseartige Lähmung kann zu Koma und tödlicher Atemlähmung führen. Scopolamin hat ähnliche Wirkungen auf das periphere Nervensystem wie Atropin und Hyoscyamin, beeinflusst aber im Gegensatz dazu nicht den Herzvagus, sondern wirkt überwiegend lähmend auf das Atemzentrum [Daunderer, 1991]. In hohen Dosen eingenommen ist Scopolamin auch hauptsächlich für die halluzinogene Wirkung verantwortlich [Geschwinde, 2003]. Die Ausscheidung der Tropanalkaloide und deren Abbauprodukte erfolgt über die Nieren [Teuscher und Lindequist, 2010]. Tropanalkaloide sollten in der Schwangerschaft und Stillzeit nicht eingenommen werden, da sie sowohl über die Plazenta als auch über die Muttermilch übertragen werden können [Wink, 2008].

2.2.1.1 L-Hyoscyamin

L-Hyoscyamin ist ein Tropanalkaloid mit der Summenformel $C_{17}H_{23}NO_3$ [Roth et al.] und ein Ester bestehend aus Tropin und Tropasäure [Lüllmann et al., 1964]. Es wurde 1833 erstmals aus der Pflanze *Hyoscyamus niger* isoliert und findet sich als Hauptalkaloid in *Datura stramonium* [EFSA, 2008].

L-Hyoscyamin ist ca. 8-50 Mal wirksamer als sein Enantiomer D-Hyoscyamin [Schultes und Hofmann, 1973] und kommt vor allem in der lebenden Pflanze vor [Täschner, 2002]. Beim Trocknen der Pflanzen kann sich das L-Hyoscyamin in Scopolamin umwandeln [Rätsch, 1998]. Bei der Aufbereitung der Pflanzen durch Erhitzen oder Extraktion racemisieret L-Hyoscyamin zu Atropin [Broadley und Kelly, 2001], weshalb bei einer entsprechenden Vergiftung die Symptome einer Atropin-Intoxikation vorliegen [Geschwinde, 2003]. Die letale Dosis für Erwachsene beginnt ab 10mg (peroral) [Roth et al., 1994]

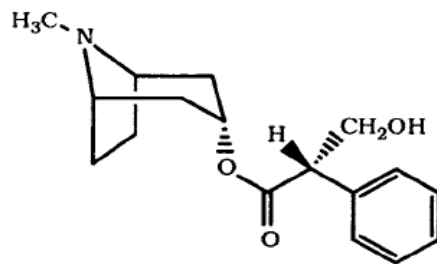


Abb. 1: Chemische Struktur von L-Hyoscyamin [Christen, 2000]

2.2.1.2 Scopolamin

Scopolamin, auch Hyoscin genannt, ist ein Tropanalkaloid mit der Summenformel $C_{17}H_{21}NO_4$ [Rätsch, 1998]. Es besteht aus dem Ester Scopin welcher mit der Tropasäure verbunden ist [Täschner, 2002]. Es wurde 1888 erstmals von E. Schmidt aus der Wurzel von „*Scopolia atropoides*“ isoliert und ist sehr nahe mit Atropin verwandt [Rätsch, 1998]. Scopolamin besitzt eine

vorwiegend narkotische [Ludewig und Regenthal, 2007] sowie zentral dämpfende Wirkung und kann visuelle, lang andauernde Halluzinationen hervorrufen [Teuscher und Lindequist, 2010]. Die dämpfende Wirkung des Scopolamins tritt schon bei niedrigeren Dosen als bei L-Hyoscyamin ein, da es eine bessere Bioverfügbarkeit hat. 85-88% des aufgenommenen Alkaloids werden innerhalb von 24 Stunden über den Harn wieder ausgeschieden (davon ca. 50% unverändert) [Wink, 2008]. Der LD₅₀-Wert liegt bei Mäusen bei 163 mg/kg (intravenös), sowie 1700 mg/kg (subkutan) [Roth et al., 1994]. Beim Menschen liegt die letale Dosis bei 50-100mg [AGES, 2007]. Therapeutisch wird Scopolamin als transdermales Pflaster bei Reiseübelkeit sowie als Prämedikation bei Narkose eingesetzt [Schmeller und Wink, 1998].

Scopolaminhaltige Medikamente sind Buscopan[®], Hyospasmol[®], Oportunin[®], Scopoderm T[®], Transcop[®] sowie Transderm[®] [Schmeller und Wink, 1998].

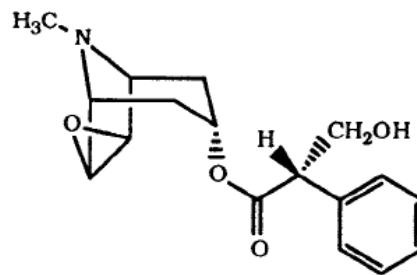


Abb. 2 Chemische Struktur von L-Scopolamin [Christen, 2000]

2.2.1.3 Atropin

Atropin ist ein Alkaloid mit der Summenformel C₁₇H₂₃NO₃ [Roth et al., 1994]. Es wurde erstmals aus der Pflanze *Atropa belladonna* isoliert [EFSA, 2008]. Atropin ist ein Racemat aus L-Hyoscyamin und D-Hyoscyamin. Da das D-Hyoscyamin eine geringere Wirksamkeit aufweist, ist Atropin nur halb so wirksam im Vergleich zu reinem L-Hyoscyamin [John et al., 1999]. Atropin

entsteht nicht nur während der Extraktionsprozesse aus Hyoscyamin, sondern kommt vermutlich auch neben Hyoscyamin in ruhenden Pflanzenteilen (reife Früchte und Wurzeln) im Winterhalbjahr vor (Weiner, 1985). Auf nichtenzymatischem Weg entsteht aus Atropin durch Wasserabspaltung Apoatropin, welches zu Belladonnin dimerisieren kann [Teuscher und Lindequist, 2010]. Apoatropin kommt als Nebenalkaloid in der Pflanze *Atropa belladonna* vor [Rätsch, 1998].

Atropin wird nach oraler Einnahme oder Injektion schnell und vollständig resorbiert, hydrolytisch gespalten und metabolisiert und anschließend teilweise unverändert über die Niere ausgeschieden [Geschwinde, 2003]. Der LD₅₀-Wert liegt bei Ratten bei 622 mg/kg (peroral) und bei Mäusen bei 400 mg/kg (peroral). Für Kinder gelten bereits 1-10 mg als tödlich, für Erwachsene können 100 mg oral eingenommenes Atropin tödlich sein. Kinder und Erwachsene können aber auch auf kleinste Mengen (eingesetzt zur Pupillenerweiterung) mit Symptomen einer Atropinvergiftung reagieren [Roth et al., 1994].

Tab. 1: Dosis-abhängige Wirkung von Atropin [Brust, 2004]

Dosis (mg)	Effekt
0,5	Leichte Bradykardie, Trockenheit des Mundes, erhöhtes Schwitzen
1,0	Durst, Tachykardie, geringe Pupillenerweiterung
2,0	Tachykardie, Herzrasen, deutliche Trockenheit des Mundes, Erweiterung der Pupillen (Mydriasis), unscharfes Nahsehen
5,0	zusätzlich zu den oben genannten Symptomen: Sprech- und Schluckstörungen, Ruhelosigkeit, Müdigkeit, Kopfschmerzen, heiße und trockene Haut, Schwierigkeiten beim Harnlassen, verminderte Darmperistaltik
>10,0	Zusätzlich zu den oben genannten Symptomen: schneller und schwacher Puls, extreme Mydriasis, verschwommenes Sehen, Hitzewallungen, Ataxie, Delirium, Halluzinationen, Koma

Atropin findet Verwendung in der Augenheilkunde zur Erweiterung der Pupillen und zur Ausschaltung der Akkomodationsfähigkeit. Es wird auch als Antidot bei Vergiftungen [Schmeller und Wink, 1998], sowie bei akuter Bradykardie eingesetzt [Baenkler, 2001].

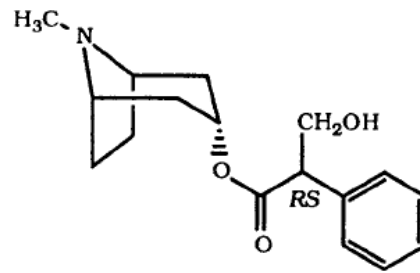


Abb. 3: Chemische Struktur von Atropin [Christen, 2000]

2.2.2 Biosynthese der Tropanalkaloide

Der Biosyntheseweg der Tropanalkaloide nimmt seinen Anfang bei den Aminosäuren L-Ornithin bzw. L-Arginin. Diese werden über die Arginindecaboxylase (ADC) zu Putrescin, welches durch Anlagerung einer Methylgruppe durch das Enzym Putrescin-N-Methyltransferase (PMT) zu N-Methylputrescin umgewandelt wird. Durch enzymatische Desaminierung und Ringschluss über die N-Methylputrescin-Oxidase (MPO) entsteht daraus das N-Methyl- Δ^1 -pyrroliniumkation, an welches anschließend 2 Acetatreste angelagert werden. Das so entstandene Tropinon wird über die Tropinonreduktase I zu Tropin transformiert [Teuscher und Lindequist, 2010; Schneider et al., 2004; Boswell et al., 1999]. Durch Veresterung des Tropins mit Phenyllactat (aus L-Phenylalanin) entsteht Littorin, die Vorstufe für Hyoscyamin, aus welchem durch das Enzym Hyoscyamin-6 β -Hydroxylase Scopolamin entsteht [Dräger, 2006; Li et al., 2012].

Der Vorgang der Biosynthese findet hauptsächlich in den Wurzeln statt [Doncheva et al., 2006; Boswell et al., 1999]. Da die Wurzel aber auch Enzyme zum Abbau der Tropanalkaloide enthält werden diese über den Stängel in die Blätter, Blüten und Früchte transportiert, wo sie akkumulieren. Diese zeitliche und räumliche Trennung erklärt somit auch den unterschiedlichen Gehalt an Tropanalkaloiden in den verschiedenen Pflanzenteilen während der unterschiedlichen Entwicklungsstadien der Pflanze [Hänsel und Sticher, 2010].

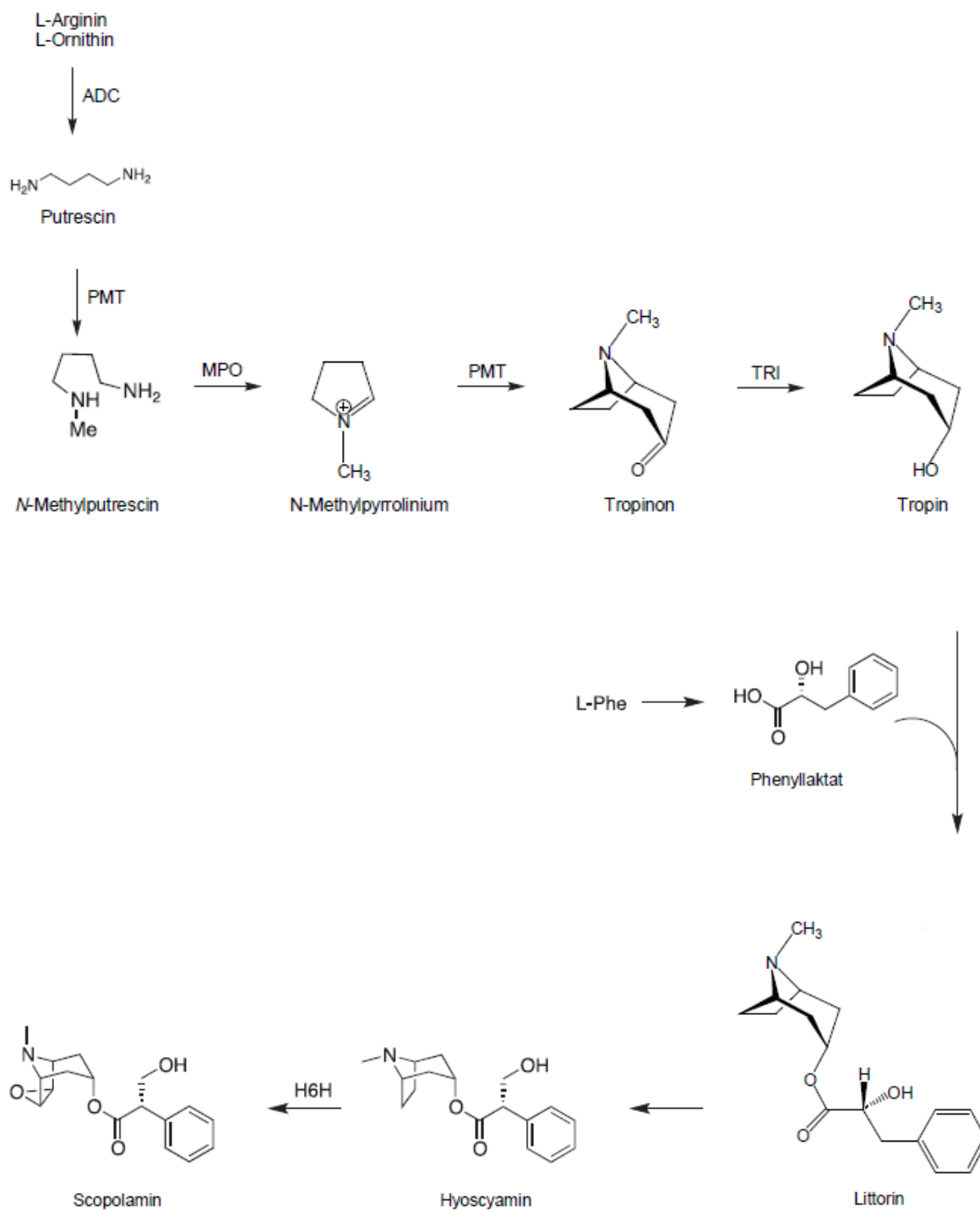


Abb. 4: Biosyntheseweg der Tropanalkaloide

ADC = Arginindecarboxylase; PMT = Putrescin-*N*-Methyltransferase; MPO = *N*-Methylputrescin-Oxidase; TRI = Tropinonreduktase I; H6H = Hyoscyamin-6 β -Hydroxylase [Li et al., 2012; Boswell et al., 1999; verändert]

2.2.3 Anticholinerge Wirkung der Tropanalkaloide

Die Acetylcholin-Rezeptoren lassen sich in den Nicotin-Typ und den Muscarin-Typ unterteilen. Tropanalkaloide zählen zu den Parasympatholytika, da sie die cholinergen Muscarin-Rezeptoren hemmen, welche sich auf den parasympathischen innervierten Organen (glatte Muskeln, Herz und Drüsen) und im Zentralnervensystem befinden [Lüllmann et al., 1964]. Die Muskarin-Rezeptoren, welche zu den G-Protein-gekoppelten Rezeptoren zählen, lassen sich in 5 Subtypen gliedern. M1, M3 und M5 aktivieren die Phospholipase C, während M2 und M4 die Adenylcyclase hemmen [Caulfield, 1993]. Durch Bindung der Tropanalkaloide an den Muscarin-Rezeptor wird die Wirkung des Acetylcholins gehemmt bzw. abgeschwächt. Atropin (bzw. L-Hyoscyamin) hemmt alle Muscarinrezeptoren, es kommt zur generellen Parasympatholyse mit folgenden Symptomen:

- Hemmung der Speichel- und Schweißsekretion
- Hyperthermie
- Erschlaffung der inneren Augenmuskulatur
- Erweiterung der Pupillen (Mydriasis)
- Erhöhung der Herzfrequenz
- Erschlaffung der glatten Muskulatur
- Rötung der Haut

Eine lebensbedrohliche Folgeerscheinung einer Atropinvergiftung ist die möglicherweise auftretende zentrale Atemlähmung [Lüllmann et al., 1964]. In therapeutisch genutzten Dosen übt Atropin nur eine geringe Wirkung auf das Zentralnervensystem aus. Scopolamin wirkt peripher wie Atropin, wirkt aber im Gegensatz zu Atropin jedoch auch dämpfend auf das Zentralnervensystem und kann zur Prophylaxe von Erbrechen eingesetzt werden. Scopolamin zeigt stärkere Wirkungen auf das Auge und die Drüsensekretion als Atropin, jedoch

schwächere Auswirkung auf die Herzfrequenz und die Funktion der Bauchorgane [Lüllmann et al., 1964].

2.2.4 Nachweis der Tropanalkaloide

Der Nachweis der Tropanalkaloide erfolgt zu verschiedenen Zwecken und stellt je nach Anwendung bestimmte Anforderungen an die verwendete Methode.

- Pflanzliche Materialien werden vor allem bei Pflanzenzüchtungsverfahren zur quantitativen Gehaltsbestimmung in den verschiedenen Organen und während der unterschiedlichen Entwicklungsstadien der Pflanze untersucht. Wichtig ist auch die qualitative Untersuchung des Pflanzengewebes, wenn dieses zur Extraktion von Tropanalkaloiden verwendet werden soll. Derartige chromatographische Methoden müssen eine hohe Selektivität und Sensitivität für kleinste Mengen aufweisen.
- In der pharmazeutischen Qualitätskontrolle sind die zu untersuchenden Proben meist sehr einfach, hier muss aber eine genaue Reproduzierbarkeit gegeben sein. Die verwendete Methode muss jedoch auch eine hohe Selektivität aufweisen, um Qualitätsveränderungen oder Nebenprodukte sicher nachweisen zu können.
- Bei komplexeren Untersuchungsmaterialien wie z. B. Blutserum oder Haare ist die richtige Probenvorbereitung wichtig, um hinreichende Konzentrationen ermitteln zu können. Die hier verwendeten Detektionsmethoden werden häufig mit Massenspektrometrie (MS) kombiniert.
- Bei Untersuchungen der pharmakodynamischen Mechanismen sowie bei Medikamentenforschung und –entwicklung muss eine Methode gewählt

werden, die selbst kleinste Mengen detektieren kann. Die Proben werden oft zusätzlich radioaktiv markiert.

Zur Detektion der Tropanalkaloide stehen nun folgende Techniken zur Verfügung:

- GC (Gaschromatographie)
- HPLC (Hochleistungsflüssigkeitschromatographie)
- CE (Kapillarelektrophorese)
- GC-MS (Gaschromatographie-Massenspektrometrie)
- HPLC-MS
- DC (Dünnschichtchromatographie)

Für die Wahl der verwendeten Methode ist die Löslichkeit von großer Bedeutung. Alle hier besprochenen Tropanalkaloide, ausgenommen Apotropan, sind gut wasserlöslich, vor allem bei saurem pH-Wert. Dies ermöglicht eine selektive Extraktion der Tropanalkaloide und hält lipophile Substanzen wie z. B. Chlorophyll im Gewebe zurück.

Gaschromatographie:

Diese Methode wird vor allem bei Studien zur Biosynthese und katabolen Vorgängen angewandt. Die Vorteile liegen in der hohen Sensitivität der GC für alle Tropanalkaloid-Metaboliten. Die Detektion kann sowohl in Kombination mit der Massenspektrometrie (MS) als auch mit einem Flammenionisationsdetektor erfolgen. Die hohe Selektivität der Kapillarsäulen ermöglicht die Trennung vieler Alkaloide in kürzester Zeit [Dräger, 2002]

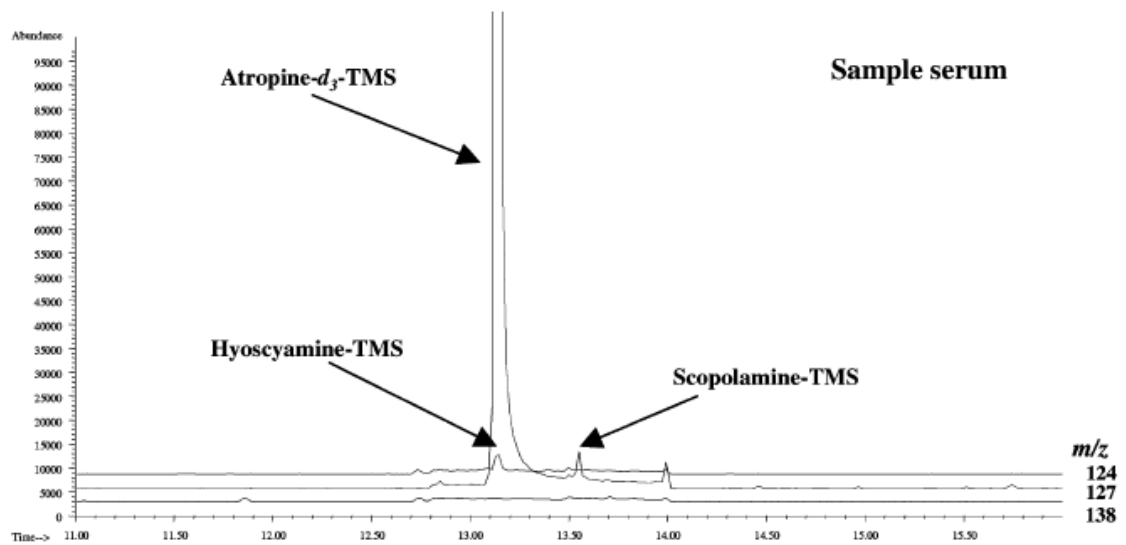


Abb. 5: Intoxikation mit einer Datura-Art: Chromatogramm der Blutprobe [Namera et al., 2002]

Hochleistungsflüssigkeitschromatographie:

Die HPLC wird oft in Kombination mit einem UV-Detektor zur routinemäßigen Untersuchung von Pflanzenmaterial verwendet. Vorteile der HPLC sind vor allem die hohe Sensitivität, die große Auswahl an verschiedenen Detektoren und die einfache Probenvorbereitung.

Tropanalkaloidmetaboliten und -abbauprodukte, die keine UV-Absorption aufweisen können auch mittels LC-MS gemessen werden.

Kapillarelektrophorese:

Die Methode der Kapillarelektrophorese zeichnet sich durch ihre hohe Sensitivität und raschen Durchführung aus. Die CE liefert schärfere Peaks und hat eine größere Nachweisgrenze als die HPLC oder GC. Für diese Methode

werden aufgrund der intensiven UV-Detektion nur geringe Probenmengen benötigt. Sie erfordert außerdem nur eine einfache Probenvorbereitung und ist gut geeignet zur Trennung von chiralen Verbindungen.

Dünnschichtchromatographie:

Die DC wird häufig zur Bestätigung der erhaltenen Ergebnisse einer GC- oder HPLC-Untersuchung verwendet. Die Vorteile der Dünnschichtchromatographie liegen in der einfachen und vielseitigen Anwendung, welche aufgrund der großen Auswahl an stationären Phasen und Lösungsmitteln ermöglicht wird. Diese Methode erlaubt die Untersuchung verschiedener Proben in kurzer Zeit sowie eine zuverlässige Bestimmung der einzelnen Komponenten aufgrund vergleichbarer Rf-Werte [Dräger, 2002].

3. Solanaceae

Die Familie der Solanaceae umfasst rund 100 verschiedene Gattungen und insgesamt etwa 2 500 Arten, die in allen tropischen und gemäßigten Zonen der Erde vorkommen, und die größte Biodiversität in der westlichen Hemisphäre (Mittel- und Südamerika) aufweisen. Zu den Solanaceae gehören Pflanzen wie *Solanum tuberosum* (Kartoffel), *Lycopersicon esculentum* (Tomate), *Solanum melongena* L. (Aubergine), *C. annuum* L. var. *Annuum* (Gewürzpaprika) und *Nicotiana* L. (Tabak), sowie viele als Rauschdrogen genutzte Pflanzen, wie etwa *Brugmansia suaveolens* (Engelstropete), *Datura stramonium* (Stechapfel), *Atropa belladonna* (Tollkirsche), *Hyoscyamus niger* (Bilsenkraut) und *Mandragora officinarum* (Alraune) [Olmstead et al., 2008]. Die Familie der Solanaceae stellt somit eine wichtige Quelle für medizinische, toxische und halluzinogene sowie ernährungsphysiologisch bedeutsame Pflanzen dar [Griffin und Lin, 2000].



Abb. 6: Verbreitung der Solanaceae (www.mobot.org)

Die taxonomische Unterteilung der Familie Solanaceae ist noch nicht gänzlich geklärt. Es werden die beiden Unterfamilien Cestroideae und Solanoideae basierend auf Samen- und Embryomerkmale unterschieden, es findet jedoch

auch eine Gliederung in 7 Unterfamilien mit 21 Triben aufgrund der Chloroplasten-DNA Sequenzen statt. Hunziker gliedert diese Familie in 6 Unterfamilien und 20 Triben und wiederum andere in 4 Unterfamilien mit 14 Triben [Olmstead et al., 2008].

Der deutsche Name der Solanaceae „Nachtschattengewächse“ stammt vom Wort „Nachtschade“ was übersetzt „Alptraum“ bedeutet. Dies weist auf die schon lange bekannte Giftwirkung sowie auf die psychoaktiven Auswirkungen der in den Pflanzen enthaltenen Inhaltsstoffe hin [Dietrich, 2006].

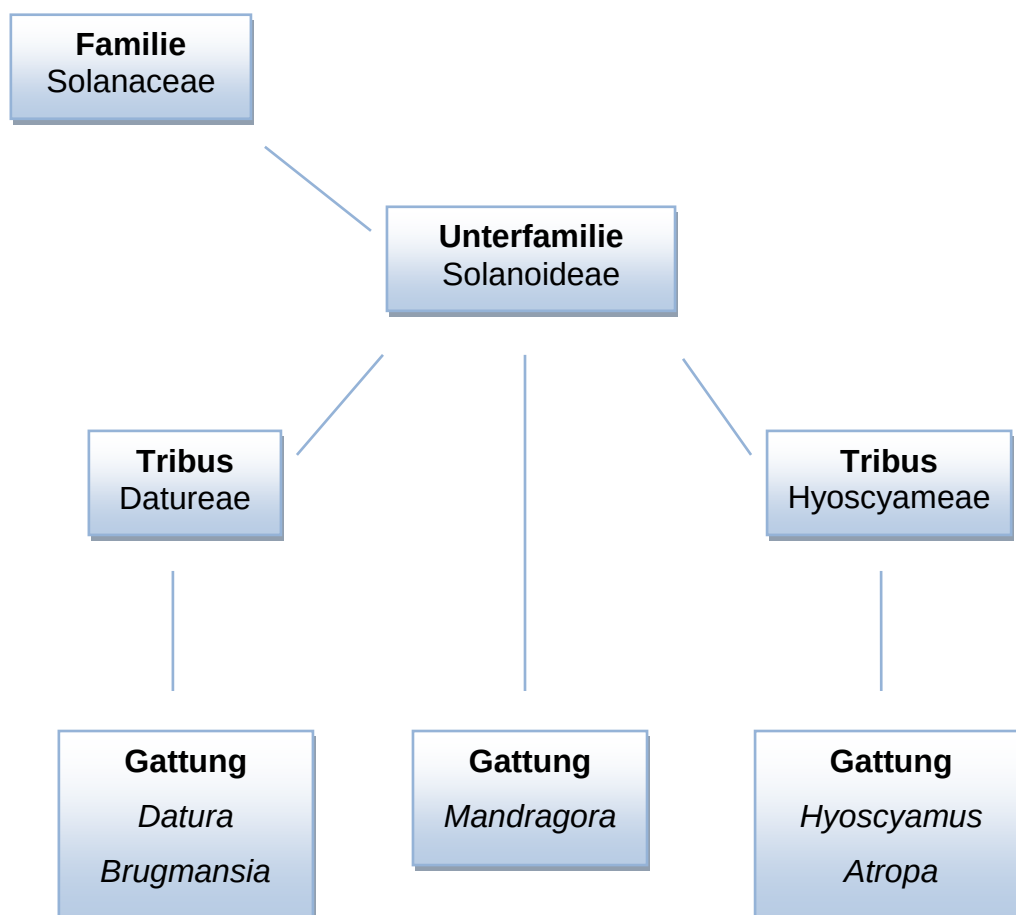


Abb. 7: Systematische Einteilung der vorgestellten Pflanzen aus der Familie Solanaceae [Olmstead, 2008]

Diese Einteilung nach Olmstead basiert auf Untersuchungen der Chloroplasten-DNA bezüglich gemeinsamer *ndhF*- und *trnLF*-Sequenzen. Die monophyletische Unterfamilie Solanoideae ist charakterisiert durch fleischige Früchte mit flachgedrückten Samen, die gekrümmte Embryos enthalten. Manche kleinere Gattungen wie *Mandragora* haben keine näheren Verwandten und stellen somit eine monogenerische Gattung dar. Der Tribus Hyoscyameae beinhaltet 7 bis 8 Gattungen und ist gekennzeichnet durch eine Deckelkapsel, die sich aus einer grünen, unreifen Frucht entwickelt. Sie kommt in allen Gattungen vor, ausgenommen der Gattung *Atropa*, welche aber in mehreren phylogenetischen Untersuchungen eine sehr nahe Beziehung zum Tribus Hyoscyameae aufweist.

Die Einordnung der einzelnen Gattungen der Solanaceae erweist sich bis heute als schwierig und ist von Autor zu Autor unterschiedlich. So teilt Tétényi aufgrund der Sekundärstoffe die Gattung *Atropa* dem Tribus Hyoscyameae sowie der Gattung *Mandragora* zu. Selbst die Anzahl der verschiedenen Arten der Gattung *Atropa* ist umstritten und besteht nach Hunziker aus 2, nach Hoare und Knapp aus 3 und nach d'Arcy aus 5 Arten [Olmstead, 2008].

Die Gattung *Mandragora* wurde anfangs gemeinsam mit der Gattung *Atropa* in den Tribus Solaneae eingegliedert. Dieser Tribus wurde dann von Wettstein 1897 in den Subtribus Mandragorinae untergliedert, der die beiden Gattungen *Mandragora* und *Scopolia* beinhaltet [Jackson und Berry, 1979]. Diese Unterteilung und Eingliederung der Gattung *Mandragora* sowie die generelle Taxonomie der Familie Solanaceae ist von Literatur zu Literatur verschieden. Eine einheitliche, klare Systematik scheint schier unmöglich.

3.1 *Brugmansia suaveolens* (Duftende Engelstrompete)

3.1.1 Systematik und Nomenklatur der Gattung *Brugmansia*

Die Gattung *Brugmansia* gehört zur Familie *Solanaceae*, Unterfamilie *Solanoideae*, Tribus *Datureae*, Gattung/Sektion *Brugmansia* [Rätsch, 1998]. Die Taxonomie der Gattung *Brugmansia* wurde im Laufe der Zeit häufig verändert. 1753 benannte Carl von Linné *Brugmansia* als *Datura arborea*. Hendrik Persoon gliederte dann alle baumartigen, mehrjährigen Arten in die Gattung *Brugmansia* ein, bis sie schließlich im Jahre 1833 von Bernhardt wieder zur Gattung *Datura* gegliedert wurde. 1920 wurde *Brugmansia* in die von Zijp neu eingeführte (heute nicht mehr gültige) Gattung *Pseudodatura* eingeordnet, bis sich Lockwood 1973 für die Zusammenfassung aller baumähnlichen Arten in die eigene Gattung *Brugmansia* entschied, die auch heute noch größtenteils Anwendung findet [Lockwood, 1973].

Aufgrund der Untersuchungen der Amplified Fragment Length Polymorphism Methode (AFLP technique) legt Mace die Einordnung der *Brugmansia* als eigene Gattung nahe, da die Ähnlichkeit zur Gattung *Datura* nur 20% betrage [Mace et al., 1999].

Weiteren Untersuchungen zufolge haben die Blätter von *Brugmansia*-Arten weitaus höhere Konzentrationen an 3,6-disubstituierten Tropanen und β -isomerischen Tropanestern. Die ähnliche Alkaloid-Zusammensetzung in den Wurzeln von *Datura* und *Brugmansia* deutet jedoch auf eine enge Beziehung der beiden Gattungen hin [Doncheva et al., 2006].

Tab. 2: Gemeinsamkeiten der Gattungen *Datura* und *Brugmansia* [Berger, 2003]

Blüten	morphologisch annähernd identisch
Samen	morphologisch ähnlich (in manchem Fall mehr wie bei <i>Brugmansia sanguinea</i> und <i>Datura innoxia</i> , in manchem Fall weniger)
Inhaltstoffe	identisch (u. a. Hyoscyamin, Scopolamin, Atropin)

Aufgrund der Gemeinsamkeiten ist ersichtlich, dass die Gattung *Brugmansia* nicht ohne Grund zur Gattung *Datura* gezählt wurde. Blüten und Samen sind morphologisch ähnlich und die Art der Inhaltsstoffe ident. Die Engelstropfete wird im Allgemeinen oft auch Baumdatura genannt und im Garten- und Blumenhandel weiterhin unter dem Namen *Datura* verkauft [Berger, 2003].

Tab. 3: Unterschiede der Gattungen *Datura* und *Brugmansia* [Berger, 2003; Lockwood, 1973; verändert]

	<i>Datura</i>	<i>Brugmansia</i>
Blüte	seitlich oder aufrecht stehend, Blüte tagsüber geschlossen, Blütezeit 1-2 Tage	herabhängend, Blüte tagsüber geöffnet, Blütezeit 4-6 Tage
Frucht	meist stachelig, Dehiscenz der Früchte	glatt, keine Dehiscenz der Früchte
Samen	kleine Samen ohne harte Schale	große Samen mit harter Schale
Wuchs	strauchartig	baumartig

Engelstropfeten werden in allen tropischen und subtropischen Gebieten als Zierpflanzen gehalten. Durch die weltweite Verbreitung und die vielen Varietäten ist es schwierig den Überblick über diese Gattung samt ihren Züchtungen zu behalten. Sie lassen sich aufgrund ihrer Blütenform in 5 Typen unterscheiden: *Brugmansia arborea*, *Brugmansia candida* (=B. aurea),

Brugmansia sanguinea, *Brugmansia suaveolens*, und *Brugmansia versicolor* [Rätsch, 1998].

3.1.2 Morphologie

Bei der Gattung *Brugmansia* handelt es sich um kleine Bäume oder Sträucher die bis zu 8m hoch werden können. Die Blätter dieser Pflanze sind oval bis elliptisch, ganzrandig, wenig behaart und glänzend. Der Kelch ist ebenfalls glänzend und teilt sich an der Mündung in 2 bis 5 meist gleichlange „Zähne“. Die 24-32cm langen Blütenkronen sind meist weiß bis gelblich oder rosa und versprühen zur Dämmerungszeit einen intensiven Duft. Die leicht nickenden bzw. hängenden Blüten besitzen 5 Blütensaumspitzen mit ausgeprägten Spitzen, die durch 3 Blütenadern gestützt werden und so ihre kronenförmige Gestalt erhalten. Die Blüten enthalten 4 bzw. 6 Staubgefäße, die Staubbeutel sind zur Blütezeit miteinander verklebt. Die länglichen, spindelartigen Früchte mit glatter Oberfläche können zwischen 10 und 22cm lang werden und weisen zahlreiche Unebenheiten auf. Sie vertrocknen noch am Baum und setzen anschließend etwa 50 bis 250 Samen frei [Preissel und Preissel, 1997].



Abb. 8: *Brugmansia suaveolens*
[www.medgarden.org]

3.1.3 Inhaltstoffe

Scopolamin und L-Hyoscyamin bilden die 2 Hauptalkaloide der *Brugmansia*-Arten [Alves et al., 2007; Doncheva et al., 2006], wobei Scopolamin einen Anteil von bis zu 80% einnehmen kann [Evans und Lampard, 1972]. In den Wurzeln und Blüten sind komplexe Gemische aus weiteren Tropanderivaten, Atropin, Tropin, Pseudotropin, Apohyoscin sowie das Cumarin Scopoletin enthalten [Prentner, 2010]. Das Hauptalkaloid in den Blütenkronen ist Norhyoscin [Evans und Lampard, 1972], ein Congener des Scopolamins [Eich, 2008].

Die Scopolamin-Konzentration ändert sich im Laufe der Entwicklung der Pflanze. In der Stecklingsphase sind die jungen Blätter und der Stängel reicher an Scopolamin als die Wurzeln. In der weiteren Entwicklung, wenn die Blätter groß und breit sind, ist die Konzentration im Stängel am höchsten. Zur Blütezeit befindet sich der größte Anteil an Scopolamin in den Blüten, jungen Blättern sowie im Stängel, während sie in alten Blättern und der Wurzel am geringsten ist. In der Zeit der Fruchtbildung akkumuliert Scopolamin zu höchsten Konzentrationen in den noch unreifen Früchten.

Untersuchungen an Blättern von *Brugmansia suaveolens* zeigten auch, dass sich die Scopolamin-Konzentration in geschädigten Blättern erhöht. Die höchste Konzentration wurde 24 h nach Schädigung festgestellt. Der Wert fiel anschließend wieder auf das Normalniveau zurück [Alves et al., 2007].

Analysen der Blüten von *Brugmansia suaveolens* ergaben einen Scopolamin-Gehalt von 0,65 mg und einen Atropin-Gehalt von 0,2 mg je Blüte [Macchiaiolo et al., 2010; Klenow et al., 2012]. In den Drüsenhaaren der Blüten von *Brugmansia suaveolens* wurden Alkaloid-Höchstwerte von 10mg/g Frischmasse nachgewiesen [Andreola et al., 2008].

Die Blätter weisen einen Gesamtalkaloidgehalt von 0,09 – 0,6% auf [Rätsch, 1998; Evans und Lampard, 1972; Wink, 2008], im Stängel findet man Konzentrationen von 0,19 – 0,33% [Roth et al., 2008].

3.1.4 Verwendung

Die rituelle und medizinische Verwendung der duftenden Engelstrompete nahm in Südamerika wahrscheinlich schon zu präkolumbianischen Zeiten ihren Anfang. Im oberen Amazonasgebiet wird die Pflanze in Form von Tee getrunken, um Visionen aus „anderen Welten“ zu erhalten. Als Erziehungsmaßnahme wird ungezogenen Kindern ein frisch gepresster Stängelsaft verabreicht. In Südmexiko werden die Blätter der Engelstrompete von Schamanen zur Diagnose von Krankheitsursachen geraucht, während man sie in Nepal zur Meditation und für Yogaübungen nutzt. In Lateinamerika werden die Blätter von *Brugmansia suaveolens* zur Behandlung von Wunden und Ausschlägen verwendet .

Brugmansia suaveolens ist aufgrund ihrer Blütenpracht und ihres Duftes die häufigste kultivierte *Brugmansia*-Art [Rätsch, 1998] und findet sich als Zierstrauch in vielen heimischen Gärten [Sauer, 2007]. Aufgrund ihrer leichten Verfügbarkeit werden die Blätter und Blüten von Jugendlichen zunehmend als LSD-Ersatz konsumiert [Niess et al., 1999]. Diese werden als Teezubereitung getrunken oder zuvor getrocknet und geraucht. Dabei genügen oft schon kleine Mengen, wie etwa 1 großes Blatt oder 1 Blüte, um eine Rauschwirkung zu erreichen [Geschwinde, 2003].

3.1.5 Symptome bei Vergiftung

In niedrigen Dosen angewendet stellt sich vorwiegend eine sedierende Wirkung ein, bei höheren Konzentrationen kommt es zu schwerwiegenden Vergiftungserscheinungen mit teilweise stundenlang andauernden Halluzinationen, Verwirrung, Euphorie und Schlaflosigkeit [Wink, 2008]. Die nach etwa 2 - 4 Stunden eintretenden Halluzinationen werden oft als unangenehm und horormäßig beschrieben. Im Rauschzustand kann oft nicht

mehr zwischen Illusion und Realität unterschieden werden. Es kommt des Öfteren zu selbstgefährdenden Verhaltensweisen, wenn der Berauschte glaubt unsterblich zu sein oder fliegen zu können [www.psychosezentrum.de]. Die körperlichen Symptome äußern sich in Kopfschmerzen, Übelkeit, Gesichtsröte, trockenen Schleimhäuten, Schweißausbrüchen und Pupillenerweiterung [Berger, 1996]. Die pupillenerweiternde Wirkung kann bis zu 6 Tage anhalten [Wink, 2008]. Fälle einer einseitigen oder beidseitigen, bis zu einer Woche andauernden, Mydriasis können auch beim Berühren der Pflanze und anschließendem Reiben der Augen auftreten [Andreola et al., 2008; Macchiaiolo et al., 2010].

Schwerste Vergiftungen resultieren in komatösen Zustand, Atemlähmung oder Herz-Kreislauf-Versagen [Berger, 1996]. In der Literatur sind 5 Todesfälle angeführt, die durch Vergiftung mit *Brugmansia suaveolens* verursacht worden sein sollen [Roth et al., 2008].

3.1.6 Erste Hilfe

Die Behandlung einer Überdosierung ist abhängig von der eingenommenen Menge. Wichtig sind vor allem Ruhe, kein grelles Licht oder Lärm und beruhigendes Zusprechen [Prentner, 2010]. In weiterer Folge sollte Medizinalkohle oder Natriumsulfat zum Binden der Gifte verabreicht werden, alternativ kann auch Erbrechen ausgelöst werden. Die klinische Behandlung erfolgt mittels Magenspülung, Gabe von Physostigmin und eventuell Intubation und Beatmung [Roth et al., 2008].

Physostigmin (Eserin) ist ein Alkaloid des Schlingstrauches *Physostigma venenosum* und wird zur Behandlung von anticholinergen Syndromen eingesetzt. Es zählt zu den indirekten Parasympathomimetika, welche durch Hemmung der Acetylcholinesterase die Acetylcholin-Konzentration im synaptischen Bereich wieder erhöhen [Lüllmann, 1964]. Die Gabe von

Physostigmin muss medizinisch überwacht werden, da die Gefahr einer Bradykardie besteht. Eine Überdosierung dieses Antidots lässt sich mit Atropin wieder beheben [Moeser, 2005].

Durch die zunehmende Verwendung der Engelstropete als Rauschdroge sollte vor allem in den Sommermonaten differentialdiagnostisch bei unklaren Verwirrtheitszuständen oder den oben genannten Symptomen die Vergiftung durch Engelstropete in Betracht gezogen werden [Niess et al., 1999].

3.1.7 Rechtliche Grundlagen

Die Samen und Pflanzen aller Brugmansia-Arten dürfen frei verkauft oder "geerntet" werden und finden sich im Blumen- und Gartenhandel [Rätsch, 1998]. Die Tropanalkaloide (synthetisch oder isoliert) unterliegen zwar dem Arzneimittelrecht fallen aber nicht unter das Betäubungsmittelgesetz [Berger, 2003]. Aufgrund zahlreicher Vergiftungen durch Missbrauch der Pflanze zu Rauschzwecken wurde der Anbau der Engelstropete in Florida an öffentlich zugänglichen Plätzen verboten [Bayer et al., 2009].

3.2 *Datura stramonium* (Gemeiner Stechapfel)

3.2.1 Botanische Merkmale

Datura stramonium gehört zur Familie Solanaceae, Unterfamilie Solanoideae, Tribus Datureae, Sektion Stramonium [Rätsch, 1998]. Es handelt es sich um eine einjährige, bis zu 1,2m große Pflanze mit langgestielten, eiförmigen, buchtig gezähnten, unangenehm riechenden Blättern. Die Blüten sind blattachselständige Einzelblüten mit weißer (selten blauvioletter) 5-kantiger

Blütenkrone, 2 Staubblättern und einem Griffel, der eine 2-lappige Narbe aufweist. Die aufrechten, meist stacheligen Früchte sind bis zu 5cm lange Kapseln, die in ihrem Inneren 3,5mm große, platte, nierenförmige, braunschwarze Samen enthält.

Datura stramonium wird in 4 Varietäten aufgeteilt: *Datura stramonium* var. *stramonium*; var. *tatula*; var. *inermis* und var. *godronii* [Teuscher und Lindequist, 2010; Wink, 2008].

Tab. 4: Varietäten von *Datura stramonium* [Teuscher und Lindequist, 2010]

Varietät	Blüte	Frucht
<i>D. stramonium</i> var. <i>stramonium</i>	weiß	bestachelt
<i>D. stramonium</i> var. <i>tatula</i>	hellviolett	bestachelt
<i>D. stramonium</i> var. <i>inermis</i>	weiß	glatt
<i>D. stramonium</i> var. <i>godronii</i>	hellviolett	glatt

Datura stramonium ist heute weit verbreitet. Man findet ihn in Südamerika, Nordafrika, Mittel- und Südeuropa, im vorderen Orient und im Himalaya-Gebiet. In Deutschland und der Schweiz wurde die Pflanze spätestens im 16. Jhd. eingewildert [Rätsch, 1998] und kommt heute an Ruderalstellen, Wegrändern, sowie in Weinbergen vor. Der Gemeine Stechapfel wird als Zierpflanze kultiviert [Teuscher und Lindequist, 2010; Wink, 2008] und zur Rohdrogen- und Skopolamingewinnung für Pharmazeutika angebaut [Rätsch 1998].



Abb. 9: *Datura stramonium*: Blüte und Frucht [www.botanikus.de]



Abb. 10: *Datura stramonium*: geöffnete Frucht mit schwarzen Samen [www.botanikus.de]

3.2.2 Inhaltstoffe

Die Tropanalkaloide kommen in allen Pflanzenteilen in verschiedenen Konzentrationen vor [Rätsch, 1998] und schwanken je nach Standort und Witterung [Roth et al., 2008]. Bei sehr jungen Pflanzen finden sich die höchsten Alkaloid-Konzentrationen in den Wurzeln und übertreffen dabei den Alkaloidgehalt der oberirdischen Pflanzenteile. In der weiteren Entwicklung der Pflanze sinkt der Gehalt in den Wurzeln [Berkov et al., 2005] und schwankt zwischen 0,18 und 0,22% [Rätsch, 1998].

In den Blättern liegt der Gehalt an Tropanalkaloiden zwischen 0,2 und 0,6% [Stahl und Schild, 1981], wobei sie zur Zeit der Blüte ein Minimum aufweisen [Teuscher und Lindequist, 2010]. Dabei liegen 95-98% als L-Hyoscyamin und L-Scopolamin im Verhältnis 2:1 vor. In jungen Pflanzen überwiegt jedoch der Gehalt an L-Scopolamin [Stahl und Schild, 1981]. Neben diesen Hauptalkaloiden enthält *Datura stramonium* auch noch Apotropin, Tropin, Belladonnin und Hyoscyamin-N-oxid. In getrockneten Blättern beläuft sich der Gesamtalkaloidgehalt auf 0,1-0,6%. Bei längerer oder unsachgemäßer Lagerung entstehen Apotropin und Tropanol.

In den Blüten finden sich Konzentrationen bis zu 0,61% und die Samen der Früchte können bis zu 0,66% enthalten [Rätsch, 1998]. Der Gehalt im Stängel bleibt während der gesamten Entwicklung der Pflanze relativ konstant [Berkov et al., 2005].

3.2.3 Verwendung und Intoxikationen

Zu Vergiftungen mit *Datura stramonium* kann es durch verschiedene Quellen kommen. Mögliche Ursachen einer Intoxikation sind die Kontamination von Mehl mit Stechapfelsamen, die akzidentelle Aufnahme durch Kinder, medizinische oder volksmedizinische Anwendung, die Verwendung als Mord- und Selbstmordgift sowie die Verwendung als Rauschmittel [Hänsel et al., 1992]. Die unbeabsichtigte, durch Kontaminationen oder Verwechslungen ausgelöste, Intoxikation ist eher selten. Die meisten gemeldeten Vergiftungen ergeben sich durch Missbrauch der Pflanze zu Rauschzwecken und Experimentierfreudigkeit [EFSA, 2008].

Der Gemeine Stechapfel wächst bevorzugt zwischen Kartoffeln, Sojabohnen, Karotten, Rüben und immer häufiger auch in den Maisfeldern. Durch z.B. mangelnde Unkrautbekämpfung findet man Stechapfelsamen bei Importwaren wie Senf und Ölrettich sowie in Saatgut. Wenn nun bei der Ernte (Bsp. Hirse) das Korn samt Stechapfelsamen mechanisch behandelt wird (durch Schälen oder Schleifen), sind die Samen des Stechapfels nicht mehr vom Getreidekorn zu unterscheiden. In der Vergangenheit wurden bereits einige Fälle von mit Stechapfelsamen verunreinigter Hirse publik [www.ages.at].

Der Stechapfel wird auch gezielt für rituelle Zwecke eingesetzt. In Mexiko werden die Samen des Gemeinen Stechapfels zur Divination von Krankheiten genutzt. Dabei nehmen Männer drei mal neun (=27) Samen zu sich und Frauen drei mal sieben (=21). In Nordamerika wurde der Stechapfel Rauchmischungen zugesetzt und als rituelles Narkotikum verwendet.

(Volks-) Medizinisch kann *Datura stramonium* in verschiedenen Formen (Tee, Salbe, Wickel, Rauchwerk etc.) bei Muskelschmerzen, Rheuma, Zahnschmerzen, Entzündungen, Kopfschmerzen (und früher sogar bei Asthma) eingesetzt werden [Rätsch, 1998]. Die Anwendung wird aber wegen nicht ausreichend belegter Wirksamkeit sowie möglicher Risiken abgelehnt [Schneider et al., 2004]. Auch homöopathisch findet *Datura stramonium* Anwendung bei Epilepsie und Asthma [Rätsch, 1998].

Als Rauschmittel wird der Stechapfel weltweit besonders von Jugendlichen konsumiert. Verwendet werden Samen (bis 15 Samen), Blüten (1 bis 2 Blüten) und Blätter (als Teezubereitung). Die Samen sind leicht im Internet zu bestellen oder auch im Vogelfutter zu finden [Teuscher und Lindequist, 2010].

Die Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES) rät vom Verzehr der Pflanze als Rauschdroge ab, da die Wirkstoffe in den verschiedenen Pflanzen und Pflanzenteilen sehr stark schwanken und somit die gleiche verzehrte Menge auf einmal lebensgefährliche Folgen haben kann [AGES, 2007].

3.2.4 Symptome bei Vergiftung

Vergiftungssymptome wie Mundtrockenheit, Sehstörungen, Halluzinationen, Pupillenerweiterung, Übelkeit und Koordinationsstörungen treten bei Vergiftungen mit Scopolamin-Konzentrationen unter 5mg (ab etwa 0,1 mg/kg Körpergewicht) bereits nach 5-30 Minuten ein. Vergiftungen mit höheren Dosen äußern sich in motorischer Unruhe, Weinkrämpfen, Rededrang, Bewusstlosigkeit oder narkoseähnlichem Schlaf. Bei Überdosierung kann der Tod durch Atemlähmung eintreten. Für Kinder gelten bereits 15-20 Samen als tödlich.

Vor allem bei Hirse wurden in jüngerer Vergangenheit Kontaminationen mit Stechapfelsamen festgestellt. Die Produkte wurden sodann vom Markt genommen. Bei den gefundenen 15-20 Samen pro kg Hirse ist eine toxische

Wirkung nicht auszuschließen, der Verzehr von 1kg Hirse pro Mahlzeit ist jedoch eher unwahrscheinlich. Nichtsdestotrotz traten in einer Betriebskantine bei 7 von 8 Personen Vergiftungserscheinungen nach dem Verzehr einer Mahlzeit aus Hirse und Karotten auf. Eine dieser Personen musste stationär behandelt werden. Die Untersuchungen der Hirse ergaben einen Kontaminationswert von 50 Stechapfelsamen pro kg Hirse. Derart kontaminierte Hirse sollte auf keinen Fall verzehrt werden [AGES, 2007].

3.2.5 Erste Hilfe

Wichtig ist die Entleerung des Magen-Darmtraktes durch Auslösen von Erbrechen oder durch Trinken von Salzwasser, sowie die Gabe von Medizinalkohle oder Natriumsulfat. Gegen die Hyperthermie helfen nasse und kalte Tücher [Prentner, 2010]. Klinisch wird eine Intoxikation mittels Magenspülung und der Gabe von Physostigmin behandelt [Roth et al., 2008].

3.2.6 Rechtliche Grundlagen

Alle Pflanzen, Pflanzenteile und Inhaltsstoffe der *Datura*-Arten sind nicht im Betäubungsmittelgesetz geregelt und daher legal und frei verfügbar. Somit dürfen auch wildwachsende Pflanzen gepflückt und verwendet werden. Aus der Pflanze isolierte oder synthetisch hergestellte Tropanalkaloide unterliegen dem Arzneimittelrecht. *Datura stramonium* ist als kosmetischer Stoff verboten. Dies wurde am 19. Juni 1985 in der sogenannten Kosmetikverordnung festgelegt [Berger, 2003]. Alle pharmazeutischen Marktformen betreffend *Datura stramonium* sind apotheken- und verschreibungspflichtig [Rätsch, 1998].

3.3 *Atropa belladonna* (Tollkirsche)

3.3.1 Botanische Merkmale

Atropa belladonna ist eine kalkliebende, krautige Staude, die bis zu 1,5m hoch werden kann. Sie besitzt eine dicke, walzenförmige Wurzel und eiförmig-zugespitzte, ganzrandige, flaumig behaarte, bis zu 15cm lange Blätter. Im Bereich des Blütenstandes tauchen die Blätter immer paarweise auf (ein kleines und ein großes Blatt). Diese morphologische Besonderheit ist ein wichtiges Erkennungsmerkmal. Die Blüten stehen jeweils einzeln mit 5-spaltigem Kelch, welcher zur Fruchtreife sternförmig ausgebreitet wird. Die violette (oder gelbe) Blumenkrone ist glockig und so wie der Kelch 5-lappig. In der Blütenkrone finden sich 5 Staubblätter sowie ein Griffel mit 2-lappiger Narbe. Die Früchte sind kugelige, kirschgroße Beeren, die im Zuge ihrer Reifung die Farbe von grün nach glänzend schwarz (oder gelb) wechseln und in ihrem Inneren viele eiförmige, schwarze Samen enthalten [Teuscher und Lindequist, 2010].

Die Tollkirsche kann anhand ihrer Blüten und Früchte in 2 Varietäten unterschieden werden: *Atropa belladonna* var. *belladonna* und *Atropa belladonna* var. *lutea* [Rätsch, 1998].

Tab. 5: Varietäten von *Atropa belladonna* [Rätsch, 1998]

Varietät	Blüte	Frucht
<i>Atropa belladonna</i> var. <i>belladonna</i>	violett	schwarz
<i>Atropa belladonna</i> var. <i>lutea</i>	gelb	gelb

Beheimatet ist die Tollkirsche in Mittel- und Südeuropa sowie in Kleinasien und sie hat sich bis nach Westeuropa, Nordafrika und den Iran ausgebreitet [Rätsch, 1998]. Die Pflanze wächst vor allem in schattigen Wäldern,

Lichtungen und Waldrändern und wird zur Gewinnung ihrer Inhaltsstoffe auch kommerziell in Mittel- und Südeuropa, Pakistan, Nordindien, USA und Brasilien angebaut [Prentner, 2010].



Abb. 11: *Atropa belladonna* var. *belladonna*: Blüte
[www.botanischergarten.ch]



Abb. 12: *Atropa belladonna* var. *belladonna*: Frucht
[www.botanischergarten.ch]

3.3.2 Inhaltstoffe und Toxizität

Der Hauptinhaltsstoff der Tollkirsche ist L-Hyoscyamin, begleitet von kleinen Mengen Scopolamin. Neben diesen beiden Stoffen findet sich auch Atropin in verschiedenen Mengen, welches aber wahrscheinlich während der Extraktion der Inhaltsstoffe aus der Pflanze aus Hyoscyamin entsteht. Bei vorsichtiger Extraktion mit geeigneten Methoden können keine Spuren von Atropin nachgewiesen werden [Schultes und Hofmann, 1973].

Der Gesamtalkaloidgehalt der Pflanze teilt sich in den verschiedenen Pflanzenteilen wie folgt auf:

Tab. 6: Gesamtalkaloidgehalt in den verschiedenen Pflanzenteilen von *Atropa belladonna*
[Teuscher und Lindequist, 2010]

Pflanzenteil	Gesamtalkaloidgehalt in %
Wurzel	0,3-1,2
Stängel	0,1-0,9
Blätter	0,2-0,9
Blüten	0,4
Unreife Beeren	0,2-0,8
Reife Beeren	0,1-0,4
Samen	0,8

Die Wurzeln enthalten neben dem L-Hyoscyamin noch 20 verschiedene Begleitalkaloide in veränderten Anteilen am Gesamtalkaloidgehalt. Apotropin (18%), 3 α -Phenylacetoxypotropin (3%), Tropin (3%), Scopolamin (1%) sowie geringe Mengen Aposcopolamin, Norhyoscyamin und Hygrin. In den Blättern finden sich folgende Nebenalkaloide (in % am Gesamtalkaloidgehalt): Hyoscyamin-N-oxid (4-18%), Apotropin (7%), Tropin (3%) sowie Scopolamin (2%). Die Samen enthalten zusätzlich Steroidglykoside, die als Apotroposide bezeichnet werden [Teuscher und Lindequist, 2010]. Weitere Nebenalkaloide sind vor allem Scopin, N-Methyl-Pyrrolin, N-Methyl-Pyrrolidin, Belladonnin und Nicotin [Schultes und Hofmann, 1973].

Das Hauptalkaloid L-Hyoscyamin ist während der gesamten Entwicklungsphase der Pflanze in den einzelnen Pflanzenteilen in veränderten Konzentrationen gespeichert. Der Gesamtalkaloidgehalt und der Gehalt an Hyoscyamin nehmen während der ersten Entwicklungsphase der Pflanze stetig zu und erreichen ihren Höhepunkt zur Zeit der Blüte und der ersten jungen Früchte. Zur Zeit der Reifung sowie im reifen Zustand der Früchte sinken die Konzentrationen um 20-25% [Phillipson und Handa, 1975].

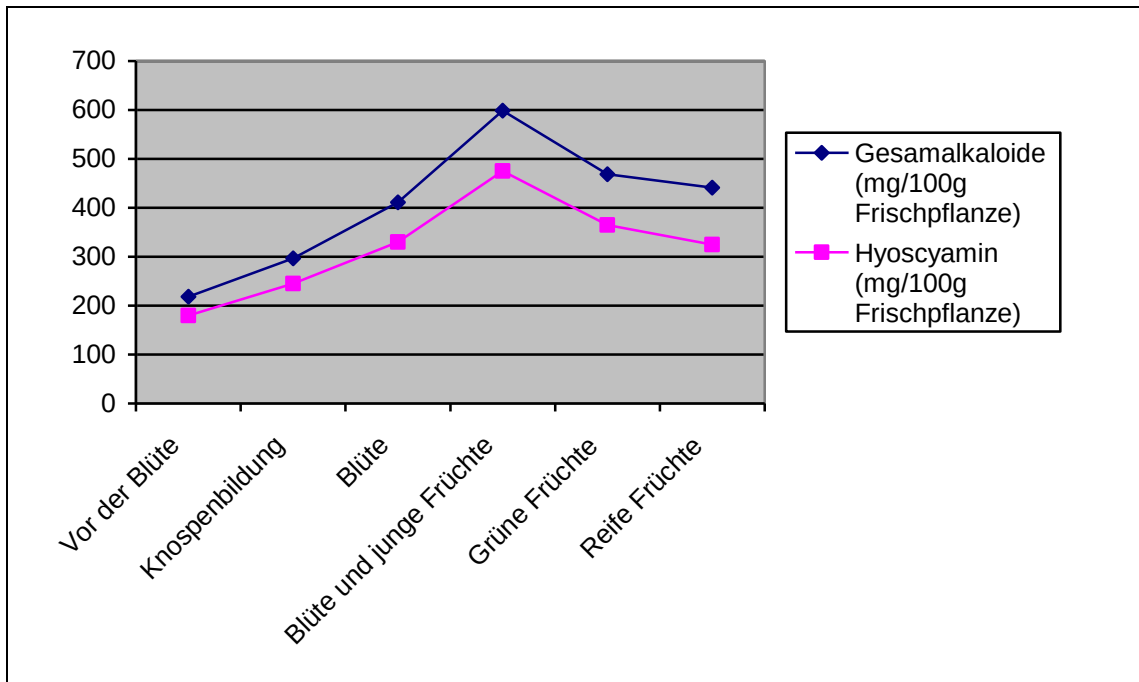


Abb. 13: Alkaloidgehalt von *Atropa belladonna* in den verschiedenen Entwicklungsstadien [Phillipson und Handa, 1975].

3.3.3 Verwendung

Die Toxizität und die enormen pharmakologischen Eigenschaften dieser Pflanze sind schon sehr lange bekannt. Der Gattungsname *Atropa* stammt von der griechischen Göttin „Atropos“, die den Lebensfaden durchschneidet, was auf die hohe Toxizität hinweist. Der Artenname *belladonna* stammt aus dem italienischen und bedeutet übersetzt „schöne Frau“, da die Pflanze früher in Mittelmeerländern wegen ihrer pupillenerweiternden Eigenschaften zur Steigerung der Attraktivität angewandt wurde [Beyer et al., 2009].

Schon zu Zeiten der Römer und Byzantiner wurde die Pflanze als Schmerz-, Beruhigungs- und krampflösendes Mittel eingesetzt [Ramoutsaki et al., 2002].

Atropa belladonna wurde auch im Mittelalter verwendet. Es wird vermutet, dass die Pflanze ein Bestandteil der sogenannten „Hexensalben“ war [Schultes und Hofmann, 1973]. Diese ermöglichte anscheinend den Hexen auf ihrem Besen

durch die Lüfte zu reiten. Dazu wurde die Salbe in den Körper einmassiert oder mit Hilfe des Besens vaginal appliziert. Mehrere Selbstversuche mit solchen Salben in den 1950er Jahren beschreiben eben auch dieses Gefühl des fliegen Könnens [Jütte, unbekannt]. Während die Tollkirsche im alten Orient Bier und Palmwein zugesetzt wurde, war sie bei den Sumerern ein Mittel gegen Krankheiten, die durch „Dämonen“ ausgelöst wurden.

Zu medizinischen Zwecken wird *Atropa belladonna* bereits seit der Antike als Schmerzmittel oder zur Behandlung von Depressionen und Geisteskrankheiten eingesetzt. In Marokko werden die Beeren als Tee zubereitet als Aphrodisiakum eingesetzt. Wurzel- und Krautextrakte wurden im 19. Jahrhundert zur Behandlung verschiedenster Krankheiten eingesetzt. Das Anwendungsgebiet reichte von Gelbsucht, Keuchhusten, Nervenkrankheiten, Scharlach und Epilepsie bis zu Erkrankungen der Harn- und Atemwege, Nierenkoliken sowie Hautkrankheiten und Augenentzündungen. Der pupillenerweiternde Effekt des in der Pflanze enthaltenen Atropins ist auch noch heute in Augenheilkunde von großer Bedeutung [Rätsch, 1998]. In der Mitte des 19. Jahrhunderts wurde *Atropa belladonna* Pflaster und Salben zugesetzt um Krankheiten wie Neuralgie, chronisches Rheuma, Hexenschuss, Myalgie, Pleuritis, pulmonale Tuberkulose und akute Mastitis zu behandeln. Nachdem Atropin erstmals 1833 aus *Atropa belladonna* isoliert wurde stieg die Zahl der Vergiftungsfälle schlagartig an. 1911 beschrieb R. A. Witthaus 682 Intoxikationen, 379 wurden durch *Belladonna*-Zubereitungen ausgelöst und 303 durch das Tropanalkaloid Atropin. Pflaster und Salben mit *Belladonna*-Zusätzen wurden hierauf verboten oder wurden obsolet [Lee, 2007]. Ab 1876 wurden *Belladonna*-Extrakte auch zur Behandlung von Parkinson verwendet. Aufgrund zahlreicher, gravierender Nebenwirkungen mussten Behandlungen jedoch häufig abgebrochen werden [Roth et al. 2010].

In der Pharmazie werden die Blätter (*Belladonnae folium*), Wurzeln (*Belladonnae radix*) und Früchte (*Belladonnae fructus*) verwendet, wobei die Blattdroge mindestens 0,3% Alkaloide und die Wurzeldroge mindestens 0,35% (berechnet als Hyoscyamin) enthalten. Da der Alkaloidgehalt der Pflanzen stark von ökologischen Faktoren abhängig ist und daher eine gewisse Schwankbreite

aufweist, wird das sogenannte Belladonnapulver durch Vermischen verschiedener Drogenpartien oder durch Zusatz von Lactose auf einen Gesamtalkaloidgehalt von 0,28-0,32% eingestellt. Angewendet werden Belladonnazubereitungen bei kolikartigen Schmerzen im Gastrointestinaltrakt, bei Schmerzen im Bereich der Gallenwege und bei Kinetosen [Schneider et al., 2004].

Auch in der Homöopathie wird die gesamte Pflanze samt Wurzel als Urtinktur sowie die daraus hergestellten Potenzen (ab D4) vielfach verwendet [Rätsch, 1998]. Es gibt auf dem Markt ca. 50 Kombinationspräparate, die Belladonna enthalten [Schneider et al., 2004].

Intoxikationen können vor allem bei Kindern auftreten, da die Früchte leicht mit anderen Beeren verwechselt werden können. Für Kinder gelten bereits 2-3 Beeren als sehr toxisch [Berdai et al., 2012]. Doch auch von Vergiftungen von Erwachsenen durch Verwechslung der Früchte mit anderen Beeren wird berichtet [Beyer et al., 2009]. Die potentiell tödliche Dosis für Erwachsene liegt bei 10-20 Beeren [Teuscher und Lindequist, 2010]. Viel häufiger als die akzidentiell bedingten Intoxikationen bei Erwachsenen sind jene, die durch Missbrauch der Pflanze als Rauschmittel hervorgerufen werden [Beyer et al., 2009]. So bewirken 1-2 Beeren leichte Wahrnehmungsveränderungen, 3-4 Beeren wirken aphrodisierend und 3-10 frische Tollkirschen werden zur Erzeugung von Halluzinationen eingenommen. Es können jedoch bei manchen Menschen bereits nach kleinsten Mengen Bewusstseinsstörungen auftreten [Rätsch, 1998].

3.3.4 Symptome bei Vergiftung

Eine Intoxikation durch Tollkirschen äußert sich in euphorischen Zuständen, über Bewegungsdrang und Halluzinationen bis hin zu Wahnvorstellungen. Es werden Dinge wahrgenommen, die nicht existieren, folglich kommt es zu Verwirrheitszuständen. Hohe Dosen können zu Tobsuchtsanfällen, Krämpfen

und Zuckungen führen. Begleitet werden diese Symptome von erhöhter Körpertemperatur, geröteter Haut, Pupillenerweiterung und beschleunigter Atmung. Auf diese euphorische Phase folgt ein narkoseähnlicher, tiefer Schlaf (ausgelöst durch Scopolamin) mit häufig anschließendem Gedächtnisverlust. Gefahren einer hohen Dosierung liegen vor allem im Auftreten von Verhaltenszuständen, die einer toxischen Psychose ähneln.

Bei Überdosierung treten Kopfschmerzen, Übelkeit, Schluckbeschwerden, Zuckungen, Bewusstlosigkeit, Koma bis hin zu Atemstillstand durch Lähmung der Atemwege ein [Prentner, 2010].

3.3.5 Erste Hilfe

Wichtig sind vor allem Maßnahmen zur Verhinderung der weiteren Absorption der Giftstoffe durch Gabe von Aktivkohle. Zur Minderung der Ruhelosigkeit und Tachykardie können Benzodiazepine verabreicht werden [Fidan und Kirpınar, 2011]. Um die anticholinerge Wirkung zu mindern wird als Antidot Physostigmin verabreicht. Die intravenöse Dosis beträgt bei Erwachsenen 1-4mg, bei Kindern 0,5mg. Die Körpertemperatur sollte mit Eisbeuteln auf Normaltemperatur heruntergekühlt werden [Weiner, 1985], auf keinen Fall anzuwenden sind Antipyretika [Prentner, 2010].

3.3.6 Rechtliche Grundlagen

Alle in der Pharmazie verwendeten Teile sind apotheken- und verschreibungspflichtig [Rätsch, 1998] und laut Kosmetikverordnung nicht für kosmetische Produkte zugelassen [Roth et al., 2010].

3.4 *Hyoscyamus niger* (schwarzes Bilsenkraut)

3.4.1 Botanische Merkmale

Das schwarze Bilsenkraut gehört botanisch gesehen zur Familie Solanaceae, Unterfamilie Solanoideae, Tribus Hyoscyameae [Rätsch, 1998] und ist ein 2-jähriges, selten auch 1-jähriges Kraut. Die aufrechte Pflanze mit klebrigem Stängel und eiförmigen, ungeteilten, buchtig gezähnten Blättern kann bis zu 80cm hoch werden. Die in den Blattachseln sitzenden Blüten mit röhrig-glockigem Kelch und trichterförmiger Krone sind 5-lappig, gelb und violett geädert. Die Frucht dieser Pflanze ist eine Deckelkapsel und beinhaltet bis zu 200 Samen [Teuscher und Lindequist, 2010], die nierenförmig und von hellbrauner Farbe sind [Ludewig und Regenthal, 2007]. Eine mittelgroße Pflanze bringt ca. 50 Früchte mit insgesamt 10 000 Samen hervor, welche in tiefen, luftabgeschlossenen Erdschichten mehrere hundert Jahre lang keimfähig bleiben [Storl, 2004].

Hyoscyamus-Arten kommen auf den Kanarischen Inseln, in Europa, Nordafrika und Asien vor [Lavania et al., 2010], in Mitteleuropa wächst jedoch nur die Art *Hyoscyamus niger* [Teuscher und Lindequist, 2010].

Die vermehrte Anwendung von Herbiziden, großflächige Planierungen und der aus Amerika stammende Kartoffelkäfer machen das Bilsenkraut zu einer selten gewordenen Wildpflanze, deshalb steht sie heute unter Naturschutz [Storl, 2004].



Abb. 14: *Hyoscyamus niger*: Blüte
[flora.nhm-wien.ac.at]



Abb. 15: *Hyoscyamus niger*: Frucht
mit Samen [flora.nhm-wien.ac.at]

3.4.2 Inhaltstoffe

Hauptalkaloide dieser Pflanze sind L-Hyoscyamin und Scopolamin, zu den Nebenalkaloiden gehören Tropin, Apoatropin und Aposcopolamin [Teuscher und Lindequist, 2010]. Daneben kommen vor allem Norscopolamin, Littorin, Cuskuhygrin, Tigloidin und Tigloyloxytropin in Spuren vor [Rätsch, 1998]. Der Inhaltsstoff Tetrahydroputrescin ist für den Geruch der Pflanze, welcher an vermoderndem Fleisch erinnert, verantwortlich [Lee, 2006b]. Die Konzentrationen der Gesamtalkaloide sind in der nachfolgenden Tabelle ersichtlich.

Tab. 7: Gesamtalkaloidgehalt in den verschiedenen Pflanzenteilen von *Hyoscyamus niger* [Teuscher und Lindequist, 2010]

Pflanzenteil	Gesamtalkaloidgehalt in %
Blätter	0,03-0,28
Wurzel	0,08
Samen	0,05-0,3

Die Konzentration an Tropanalkaloiden schwankt je nach Standort. An sonnigen Plätzen ist der Alkaloidgehalt der Pflanze größer als an schattigen Stellen [Storl, 2004]. Das Verhältnis der beiden Hauptalkaloide Hyoscyamin/Scopolamin liegt bei 2:1 bis 1,2:1 [Schneider et al., 2004].

3.4.3 Verwendung

Das schwarze Bilsenkraut wurde schon vor hunderten von Jahren wegen seiner sedativen Eigenschaften kultiviert. In London's Chelsea Physic Garden, welcher 1673 gegründet wurde, wächst die Pflanze auch heute noch [Carter, 1996]. *Hyoscyamus niger* wurde bevorzugt zusammen mit Schlafmohn für anästhetische Zwecke verwendet. Die Pflanze wurde auch bei den Griechen zu byzantinischen Zeiten wegen ihrer schlaffördernden, sedierenden, krampflösenden und halluzinogenen Wirkung vielfach verwendet. Es existieren mehrere Rezepte für Salben oder Umschläge, die bei Schmerzen, Entzündungen der Augen oder Ohren, sowie bei Husten und Fieber in Kombination mit Schlafmohn angewandt wurden [Ramoutsaki et al., 2002]. Im Altertum und Mittelalter gewann *Hyoscyamus niger* als Ritualpflanze an Bedeutung und war neben Stechapfel, Tollkirsche und Alraune ein wichtiger Bestandteil der sogenannten „Hexensalben“ [Teuscher und Lindequist, 2010]. Bilsenkraut wurde auch lange Zeit dem Bier zugesetzt. Diese Anwendung wurde jedoch 1516 durch das „Deutsche Reinheitsgebot“ verboten [Rätsch, 1998].

Bis 1940 wurden die Samen der Bilsenkraut-Pflanze zur Linderung von Zahnschmerzen geraucht [Lee, 2006b]. In der traditionellen chinesischen Medizin ist das Rauchen von Bilsenkraut-Samen bei Husten, Asthma, Rheuma und Magenschmerzen nach wie vor gegeben. Volksmedizinisch findet *Hyoscyamus niger* Anwendung bei Pilzbefall, in der Homöopathie wird es vor allem bei Unruhe, Schlafstörungen und krampfartigen Verdauungsstörungen eingesetzt [Rätsch, 1998]. Das sogenannte Bilsenkrautöl wird als Sportler- oder

Rheumasalbe verwendet [Schneider et al., 2004]. Blätter und Samen werden vor allem geraucht. Die Anwendung als Tee oder gar als Rohdroge ist wegen der schlechten Dosier- und Kontrollierbarkeit weniger gegeben [Schuldes, unbekannt].

3.4.4 Intoxikationen und Behandlung

Vergiftungen durch *Hyoscyamus niger* sind heutzutage recht selten. Verwechslungsmöglichkeiten der Pflanze bestehen allenfalls mit der Gartenschwarzwurzel oder dem Pastinak. Die Samen können leicht mit Mohnsamen verwechselt werden [Teuscher und Lindequist, 2010]. Zu Verunreinigungen von Mohnsamen und Mohnprodukten kann es aufgrund mangelhafter Unkrautbekämpfung kommen. Durch die ähnliche Korngröße und teilweise auch ähnliche Farbe sind aufwendige Reinigungsmethoden des Erntegutes notwendig [www.ages.at]. Zu einer Massenvergiftung mit Bilsenkrautsamen kam es 1926 in einer Zuckerfabrik. 66 Personen zeigten nach Verzehr von verunreinigtem Hirsebrei Symptome wie Schwäche, Schwindel, Kopfschmerzen, Trockenheit im Mund, Erbrechen, erweiterte Pupillen und beschleunigter Puls [Osetzky, 1931].

Durch den hohen Gehalt an Hyoscyamin kommt es vor allem zu zentraler Erregung, Krämpfen und Halluzinationen. Die vorwiegend dämpfende Wirkung bis hin zum Dämmer Schlaf ist dem Gehalt an Scopolamin zuzuschreiben. Neben den typischen Anzeichen des anticholinergen Syndroms wie etwa Pupillenerweiterung, Hautrötung, beschleunigter Puls etc. kommt es durch die hohe Scopolaminkonzentration zum sogenannten Babinski-Reflex (Großzehenreflex) [Roth et al., 2008].

Die Hauptwirkung hält ca. 3-4 Stunden. Die Nachwirkungen wie erweiterte Pupillen können bis zu mehrere Tage lang andauern. Tricyclische

Antidepressiva, Amantadin, Antihistaminika, Phenothiazine, Procainamid sowie Chinidin können die anticholinerge Wirkung verstärken [Prentner, 2010].

Die Behandlung einer *Hyoscyamus*-Vergiftung unterscheidet sich nicht von der einer *Atropa*-Vergiftung. Wichtige Maßnahmen sind eine Magenspülung, Gabe von Medizinalkohle und Physostigmin oder Pilocarbin, sowie die Senkung der Körpertemperatur durch kühlende Umschläge oder Eisbeutel [Teuscher und Lindequist, 2010].

3.4.5 Rechtliche Grundlagen

Hyoscyamus niger ist in der roten Liste der gefährdeten Pflanzen aufgeführt und steht unter Naturschutz. Weiters ist die pharmazeutisch genutzte Droge apotheken- und verschreibungspflichtig. Bilsenkrautöl, welches auch in Drogerien zu finden ist, ist hingegen frei verkäuflich [Rätsch, 1998]. Die Samen des Bilsenkrautes können auch im Internet um 2,55€ für ein Päckchen mit 300 Samen bestellt werden [www.magicgardenseeds.com].

Homöopathische Zubereitungen aus Bilsenkraut sind bis einschließlich D3 verschreibungspflichtig [Prentner, 2010].

3.5 *Mandragora officinarum* (Alraune)

3.5.1 Botanische Merkmale

Mandragora officinarum ist eine ausdauernde, krautige Pflanze mit einer dicken, starken, aufrechten und oft zweigeteilten Wurzel. Diese auffallende Pfahlwurzel hat zeitweise die Form einer Menschengestalt [Fakir und Özcelik, 2009] und ist deshalb umgeben von Mythen und Sagen als verzauberte Pflanze mit magischer Kraft [Hanus et al., 2005]. Die gesamte Pflanze ist stängellos oder hat nur einen sehr kurzen Stengel. Die gestielten Blätter sind eiförmig bis eiförmig-lanzenförmig, ganzrandig gewellt, runzelig geadert und bilden eine dichte Blattrosette [Fakir und Özcelik, 2009]. Die einzelnen Blattspreiten können bis zu 45 cm lang werden [Ungricht et al., 1998]. Die in den Blattachsen sitzenden Einzelblüten besitzen einen glockigen, 5-lappigen Kelch, der sich nach der Blüte vergrößert [Fakir und Özcelik, 2009]. Die Blütenkrone ist 1,2-6,5 cm lang, grünlich-weiß bis blassblau oder violett und ca. bis zur Hälfte ihrer Länge geteilt. Die Kronlappen erreichen eine Länge von 6-60 mm. Die 5 Staubblätter sind im unteren Teil mit der Blütenkrone verwachsen. Die Staubfäden sind 0,7-1,5 cm lang, die Staubbeutel erreichen Längen von 2,5-4 mm und sind gelb, braun oder manchmal auch blassblau. Der Griffel erreicht eine Länge von 0,8-2 cm und überragt somit die Staubblätter. Die saftigen Früchte von *M. officinarum* haben einen Durchmesser von bis zu 4 cm und eine kugelige bis elliptische Form. Sie sind anfangs glänzend gelb und nehmen zur Reife eine eher orange Farbe an. In den Früchten enthalten sind 2,5-6 mm große, nierenförmige, gelbe bis hellbraune Samen [Ungricht et al., 1998]. Die Alraune gehört mittlerweile zu den seltenen Pflanzen [Prentner, 2010]. Sie gedeiht vor allem rund um das Mittelmeer und ist in Spanien, Portugal, Marokko, Italien, Griechenland, Türkei usw. beheimatet [Ungricht et al., 1998].



Abb. 16: *Mandragora officinarum*: Blattrosette
[www.mandrakeseeds.com]



Abb.17: *Mandragora officinarum*:
Wurzel [Nikolaou et al., 2012]



Abb. 18: *Mandragora officinarum*: Frucht und
Samen [www.mandrakeseeds.com]

3.5.2 Inhaltstoffe und Toxizität

Die erste zuverlässige chemische Untersuchung der Alkaloide dieser Pflanze wurde 1901 von Hesse durchgeführt. Diesen Untersuchungen zufolge kommt Hyoscyamin als Hauptalkaloid dieser Pflanze vor [Schultes und Hofmann,

1973]. Daneben enthält *M. officinarum* noch geringe Mengen L- bzw. D,L-Scopolamin, Atropin, Apoatropin, Cuscohygrin, Norhyoscyamin (=Solandrin) [Roth et al., 2008], 3 α -Tigloyloxytropan sowie 3,6-Ditigloyloxytropan und in der trockenen Wurzel Droge außerdem auch noch Belladonnin [Jackson und Berry, 1979]. Zwei Jahre zuvor, nämlich im Jahre 1889, entdeckte Ahrens bei seinen Analysen das Alkaloid Mandragorin, welches (wie sich später herausstellte) ein Gemisch aus Hyoscyamin und geringen Mengen Scopolamin ist [Hanus et al., 2005].

Der Gesamt-Tropanalkaloidgehalt von *Mandragora officinarum* ist am höchsten in den unterirdischen Teilen der Pflanze und beläuft sich auf 0,2-0,6% [Teuscher und Lindequist, 2010]. Das Verhältnis der wichtigsten 3 Tropanalkaloide Hyoscyamin, Scopolamin und Atropin liegt bei 18:2,5:1 [Schultes und Hofmann, 1973].

Die Früchte von *Mandragora officinarum* wurden lange Zeit für ungenießbar und giftig gehalten, dabei enthalten diese kaum Alkaloide. Die Früchte enthalten ätherisches Öl, sind sehr aromatisch und deren Verzehr ist unbedenklich [Rätsch, 1998].

3.5.3 Verwendung

Mandragora officinarum ist eine der ältesten, mit Sagen und Mythen behafteten Pflanzen. Die berauschenden und giftigen Eigenschaften sind seit Jahrtausenden bekannt und Aufzeichnungen darüber finden sich im Alten Testament sowie in alten griechischen und römischen Manuskripten, wo diese Pflanze aufgrund ihrer magischen, aphrodisierenden, halluzinogenen und toxischen Wirkungen vielfach Anwendung fand [Hanus et al., 2005]. Das Anwendungsspektrum reichte von der Verwendung als Schlaf-, Schmerz- und Betäubungsmittel, Antidot und Abortativum bis zur Einnahme der Pflanze zu Rauschzwecken. *Mandragora officinarum* wurde in der Antike zur Behandlung

zahlreicher Erkrankungen eingesetzt, wie z.B. Augenentzündungen, Depressionen, Gebärmutterentzündungen, Geburtskomplikationen, Geschwüre, Knochenschmerzen, Leber- und Magenleiden, Schlaflosigkeit, Schlangenbisse, Wundrose und Zahnschmerzen [Rätsch, 1998]. Bei den Römern und Griechen wurde die *Mandragora* vor allem wegen ihrer narkotisierenden Wirkung als Anästhetikum eingesetzt. Nachdem der Geschichtsschreiber Josephus Flavius ca. 100 n. Chr. die „Gefährlichkeit“ des Sammelns der *Mandragorawurzel* beschrieb, galt das Entwurzeln dieser Pflanze als gefahrbringend, da diese oft menschenähnliche Gestalt hatte und man ihr deshalb okkulte Eigenschaften zuschrieb. Im Codex Neapolitanus, eines der ältesten und bedeutendsten Manuskripte der *Materia Medica* beschreibt der griechische Arzt Pedanius Dioscorides die Anwendung der Pflanze als Anästhetikum [Hanus et al., 2005] und teilt die Wurzel der Gestalt nach in eine „weibliche“ und eine „männliche“ Form ein [Lee, 2006a]. Im alten Ägypten wurden die Früchte der Alraune als Aphrodisiakum verspeist und erhielten daher auch ihren Namen „Liebesäpfel“. [Hanus et al., 2005]. Seit der Antike wurden aus der Wurzel der Alraune Amulette geschnitzt. Die sogenannten „Alraunmännlein“ sollten Glück und Gesundheit bringen [Rätsch, 1998; Hanus et al., 2005].

Im Mittelalter war die Alraune neben Bilsenkraut und Tollkirsche Bestandteil der sogenannten Hexensalben und wurde wegen ihrer menschenähnlichen Gestalt mit zahlreichen Mythen belegt. So soll die Wurzel helfen verborgene Schätze zu finden, sie soll auch die Zukunft vorhersagen, Glück bringen und Krankheiten heilen, die Potenz steigern und den Wein vor dem Sauerwerden bewahren. Die Alraune wurde im Zuge der Christianisierung als alte heidnische Ritualpflanze dämonisiert [Prentner, 2010] und geriet etwa im 16. Jahrhundert immer mehr in Vergessenheit [Hanus et al., 2005].

Als Joseph Priestley 1775 erstmals erfolgreich Lachgas isolierte wurde dieses neben Diethylether und Chloroform als Anästhetikum eingesetzt und verdrängte somit die Alraune aus diesem Anwendungsgebiet [Lee, 2006a].

Heutzutage wird die Alraune in der Homöopathie bei Bettnässen, Blasenkrämpfen, Schlaflosigkeit, Heiserkeit und Husten eingesetzt. Ansonsten findet diese Pflanze in der Medizin kaum noch Anwendung [Roth et al., 2010].

Obwohl die Alraune zu einer der ältesten und berühmtesten psychoaktiven Arzneipflanzen zählt, wird sie in den meisten Kompendien nur kurz oder gar nicht erwähnt [Rätsch, 1998]. Es ist ebenfalls überraschend, dass über solch eine berühmte Pflanze nur sehr wenige Studien bezüglich ihrer Inhaltsstoffe durchgeführt wurden [Hanus et al., 2005]. Wegen der Seltenheit der Pflanze liegen auch kaum Erfahrungsberichte vor [Rätsch, 1998].

3.5.4 Vergiftungssymptome und deren Behandlung

Eine Alraunen-Vergiftung resultiert in gastrointestinalen Beschwerden sowie Symptomen des anticholinergen Syndroms [Barceloux, 2008], hauptsächlich ausgelöst durch die Tropanalkaloide L-Hyoscyamin und L-Scopolamin. Symptome einer Überdosierung von Alraunenblätter oder –wurzel treten nach 1-4 Stunden auf und reichen von Sehstörungen, extremer Mundtrockenheit, Hautrötung, Beschleunigung des Herzschlages, Hyperaktivität bis hin zu Akkommodationsstörungen und Kopfschmerzen. Weitere Symptome einer Vergiftung mit *Mandragora officinarum* äußern sich in Übelkeit, Erbrechen, gestörtem Harnverhalten, Schluckbeschwerden, Bauchschmerzen, Nierenfunktionsstörungen und Leberschäden. Es kommt außerdem zu Verwirrtheit, Halluzinationen, Delirium und Gedächtnisverlust. Durch das zusätzlich auftretende Gefühl des Kontrollverlustes über den eigenen Körper kann es zu Angst- und Panikzuständen kommen.

Die Alraune wird heute kaum noch als Rauschmittel genutzt, da sie nur noch selten zu finden ist und dem Berauschten durch den Gedächtnisverlust jegliche Erinnerung an den Rauschzustand fehlt [Prentner, 2010]. Es kam jedoch in jüngerer Zeit zu akzidentiellen Vergiftungen durch verunreinigte Ginseng-Präparate, durch Verwechslung mit einem Podophyllum-Präparat sowie durch Einnahme eines homöopathischen *Mandragora*-Präparates (D3) [Teuscher und Lindequist, 2010].

Bei Vergiftungen mit *Mandragora officinarum* sind folgende Maßnahmen zu treffen: Auslösen von Erbrechen, Gabe von Medizinalkohle und Natriumsulfat. Klinisch wird eine derartige Intoxikation mit Physostigmin behandelt. Beim Auftreten von Krämpfen wird Diazepam unter Beobachtung der Atemfunktion verabreicht. Antihistaminika dürfen zur Beruhigung nicht gegeben werden, da diese die bereits bestehenden Symptome der anticholinergen Vergiftung verstärken würden [Prentner, 2010].

3.5.5 Rechtliche Grundlagen

Im pharmazeutischen Handel wird (wenn überhaupt) nur die zerkleinerte Wurzeldroge (*Mandragorae Radix conc.*) angeboten. Diese ist zwar apotheken-, nicht aber verschreibungspflichtig. Die Samen dieser Pflanze findet man nur sehr selten im Blumen- oder Fachhandel [Rätsch, 1998]. Diese können jedoch auch im Internet z. B. auf www.magicgardenseeds.com problemlos bestellt werden. Ein Päckchen mit 10 Samen kostet bei diesem Anbieter 5,45€ [www.magicgardenseeds.com].

4. Fallberichte und Statistik

4.1 Intoxikationen

Eine Vergiftung durch psychoaktive Pflanzen kann vielerlei Ursachen haben und betrifft Erwachsene genauso wie Kinder. In den vergangenen Jahren ist eine Zunahme von teils lebensbedrohlichen Vergiftungen durch den risikohaften Gebrauch von Pflanzen als Rauschmittel zu beobachten. Die häufigsten Fälle ereignen sich durch die missbräuchliche Verwendung des wild wachsenden Stechapfels sowie durch die in den Gärten sehr beliebte Engelstropfen [BfR, 2005]. Neben diesen Vergiftungen durch Missbrauch der Pflanzen als Rauschmittel können sowohl Kontamination von Lebensmitteln, Nebenwirkungen bei (volks-) medizinischen Anwendungen, Gebrauch der Pflanzen in suizidaler Hinsicht als auch die akzidentielle Vergiftung von Kindern weitere Intoxikationsursachen darstellen [Hänsel et al., 1992].

Intoxikationen bei Kindern treten vor allem in den Sommer- und Herbstmonaten auf. Die Kinder werden dann vor allem durch die Farbenpracht der Blüten und Früchte zum Pflücken und Probieren verleitet [BfR, 2005].

Die Meldung von Pflanzenvergiftungen ist laut Chemikaliengesetz (§ 16e, §18) vorgeschrieben und obliegt dem behandelnden Arzt. Die Übermittlung kann per anonymisierten Arztbericht, per E-Mail, Fax oder telefonisch geschehen. Diese Meldungen werden zusammen mit anderorts gemeldeten Vergiftungsfällen ausgewertet und in Form eines Jahresberichtes zusammengefasst. Diese Jahresberichte lassen sich kostenlos im Internet finden [BfR, 2005]. Durch diese Dokumentation der Vergiftungsfälle in Giftinformationszentralen hat sich das Wissen über giftige Pflanzen und deren Auswirkung auf den menschlichen Körper deutlich verbessert.

Die nachfolgenden Fallberichte sollen einen genaueren Einblick hinsichtlich Vergiftungsursachen, Symptome und klinische Behandlung sowie Ausgang dieser Intoxikation geben.

4.1.1 Vergiftung mit *Datura stramonium*

Ein 19-jähriger Mann wurde bewusstlos in einem Park gefunden und in die Notaufnahme eingeliefert. Auf dem Weg ins Spital wurde er intubiert und er erhielt Diazepam aufgrund auftretender Krämpfe. Seine (rektal gemessene) Körpertemperatur erreichte 43,3°C, sein Blutdruck lag bei 130/90 mmHg und sein Puls bei 160 Schlägen pro Minute. Haut und Mundschleimhaut des Patienten waren trocken, außerdem hatte er blaue Flecken sowie Sonnenbrand im Gesicht. Weitere Anzeichen waren erweiterte Pupillen, die nicht auf Lichtreize reagierten und eine gesamte Verkrampfung des Körpers. Die Darmperistaltik war stark vermindert. Bei der Blutuntersuchung wurden ein Hämatokrit von 44,6% sowie eine erhöhte Anzahl an weißen Blutzellen festgestellt (13 500/ μ l). Eine wiederholte Blutuntersuchung ergab einen verminderten Hämoglobinwert von 10,6 g/dl, die weißen Blutkörperchen stiegen auf 19 500/ μ l an und die Thrombozytenzahl lag bei 105 000/ μ l. Der gemessene Harnstoff lag bei 34 mg/dl, Serum-Kreatinin bei 1,9-2,3 mg/dl, Kalium bei 6 mEq/L, Kreatinphosphokinase (CPK) bei 961-6694 U und die Harnsäure bei 11,2%. Die Werte für Lactatdehydrogenase (LDH) lagen bei 662-2554 U/l, für Serum-Glutamat-Oxalacetat-Transaminase (LGOT) bei 42-241 U/l und für Serum-Glutamat-Pyruvat-Transaminase (SGPT) bei 20-72 U/l. Der Serum-Myoglobin-Wert lag bei 421 μ g/ml. Diese Untersuchungsergebnisse wiesen auf die Entstehung einer Rhabdomyolyse sowie auf metabolische Azidose hin. Weiters konnte im Urin des Patienten Cannabis nachgewiesen werden.

Einige Stunden später fiel der Blutdruck auf 85/50 mmHg. Aufgrund von auftretendem Vorhofflimmern musste der Patient defibrilliert und auf die Intensivstation verlegt werden. Trotz weiteren intensiven Bemühungen, wie die Schaffung hypothermer Bedingungen, Hydratation, intravenöse Gabe von 2mg Physostigmin entwickelte der Patient eine Verbrauchskoagulopathie, erreichte nicht wieder sein Bewusstsein und verstarb wenig später im Krankenhaus [Diker et al., 2007].

Zur besseren Übersicht soll die anschließende Tabelle anschaulich die gemessenen Werte des Patienten mit den Normalwerten (eines gesunden Mannes) vergleichen.

Tab. 8: Vergleich der Normalwerte einer Blutuntersuchung mit den Werten bei einer bestehenden Vergiftung mit *Datura stramonium* [Silbernagl und Lang, 2009; Hahn, 2010; Schneemann und Wurm, 1995; Striebel, 2009; Liehr, 2002; Diker et al., 2007]

	Normalwert	Gemessener Wert
Hämatokrit	40-54 %	44,6 %
Hämoglobin	14-18 g/dl	10,6 g/dl
Leukozyten	3000-11000/ μ l	13 500/ μ l
Thrombozyten	170 000-360 000/ μ l	105 000 U/l
Harnstoff	10-55 mg/dl	34 mg/dl
Harnsäure	2,6-6,4 %	11,2 %
Serum-Kreatinin	0,5-1,2 mg/dl	1,9-2,3 mg/dl
Kalium	3,5-5 mmol/l	6 mmol/l
CPK	< 190U/l	961-6694 U/l
LDH	135-225 U/l	662-2554 U/l
SGOT	<19 U/l	42-241 U/l
SGPT	<23 U/l	20-72 U/l
Serum-Myoglobin	20-70 μ g/ml	421 μ g/ml

4.1.2 Vergiftung mit Engelstropfen bei 4 Jugendlichen

Im Mai 2005 ging in der Rettungsleitstelle in Esslingen ein Notruf eines stark verwirrt klingenden jungen Mannes ein. Dieser versuchte dem Leitstellen-disponenten zu erklären, dass es sich bei dem Notfall um Drogenmissbrauch handelt. Aufgrund der lallenden Aussprache und der Tatsache, dass der Anrufer immer wieder Sätze vorzeitig beendet, beschloss der Disponent einen Rettungswagen sowie einen Streifenwagen zur besagten Adresse zu schicken. Als die Rettungsbesatzung 20 Minuten später am Wohnort eintraf, fand sie einen 17-jährigen stark verwirrten jungen Mann (Patient A) vor. Patient A zeigte eine schwankende Gangart sowie auffällige Redeschwierigkeiten. Er führte die Besatzung in ein Zimmer, wo sie weitere 3 berauschte Jugendliche vorfanden. Patient B lag peripher krampfend, bewusstlos auf dem Boden, Patient C befand sich auf der Couch, er war ansprechbar, machte einen ruhigen und vernünftigen Eindruck gab jedoch zeitweise wirre Angaben von sich. Die vierte Person (Patient D) lag schläfrig und nur bedingt ansprechbar vor dem Sofa. Patient D versuchte immer wieder aufzustehen, rannte gegen Wände und Mobiliar bis er schließlich wieder somnolent wurde.

Die Rettungsleute brachten anschließend in Erfahrung, dass die 4 jungen Männer ca. 6 Stunden zuvor einen Tee mit 8-12 Engelstropfenblüten, teils in Kombination mit Alkohol, zu sich genommen hatten. Patient A und C wurden gebeten auf dem Sofa Platz zu nehmen. Nach Herstellung der stabilen Seitenlage bei Patient B und der beginnenden Untersuchung bei Patient D rief ein Rettungsassistent die Giftnotzentrale in Berlin an. Diese riet dem Assistenten zur Gabe von Diazepam bzw. Midazolam zur Linderung der peripheren Krämpfe von Patient B, sowie zur Gabe von Physostigmin als Antidot, und falls zeitlich sinnvoll die Gabe von Medizinalkohle. Patient D wurde mehrmals gebeten auf dem Sofa sitzen zu bleiben. Dieser wurde aufgrund seines Bewegungsdranges jedoch zunehmend aggressiv. Patient A und C zeigten sich durchaus kooperativ, auffallend waren jedoch deutliche Halluzinationen bei Patient C, welcher glaubte in dem Rettungsassistenten einen Astronauten zu sehen. Der zwischenzeitlich eingetroffene Notarzt

verabreichte Patient B schließlich 5mg Diazepam, woraufhin die peripheren Symptome merklich nachließen. Nur unter vereintem Kräfteinsatz der Rettungsassistenten konnte der aggressive Patient D mit einer intravenösen Gabe von 10mg Diazepam beruhigt werden.

Auf dem Weg in die umliegenden Kliniken zeigte Patient D trotz nochmaliger Gabe von 5mg Diazepam andauernde, krampfartige periphere Symptome. Wegen der hohen Diazepamdosis wurde Patient D zusätzlich noch intubiert.

Die bereits in der Wohnung eingetroffene Polizei fand Alkohol, Tabak und Haschisch, so dass bei allen Patienten von einem Mischkonsum ausgegangen werden musste.

Die Patienten A und D wurden 3 Tage lang intensivmedizinisch überwacht. Sie erhielten Physostigmin gegen die noch 2 Tage anhaltenden Halluzinationen. Patient C konnte noch am selben Abend in die Obhut der Eltern übergeben werden. Patient B erhielt weiters Diazepam sowie Physostigmin und konnte am nächsten Tag entlassen werden.

Der Notarzt zog die Gabe von Medizinalkohle zwar in Erwägung, unterließ diese Maßnahme jedoch, da die Patienten wohl keine Magensonde toleriert hätten. Erbrechen wurde in diesen Fällen ebenfalls nicht ausgelöst, da erstens die Zeitspanne zwischen der Einnahme des Tees und der Behandlung zu groß war und bei allen Patienten bereits Vergiftungserscheinungen aufgetreten sind und diese Maßnahme wegen bestehender Krampfneigung zur Aspiration hätte führen können. Das Auslösen von Erbrechen wäre wegen der antiemetischen Wirkung von Scopolamin wahrscheinlich auch ineffektiv gewesen [Moeser, 2005].

4.1.3 *Atropa belladonna*-Vergiftung bei einem 11-jährigen Mädchen

Ein 11-jähriges Mädchen, welches unter Lymphknotentuberkulose litt, mit Rifampicin sowie Isoniazid medikamentiert wurde und unter Gelbsucht litt, wurde von einem Kräuterkenner mit *Atropa belladonna* behandelt. Daraufhin entwickelte das Mädchen Symptome einer *Atropa*-Vergiftung, die sich in trockenem Mund, Verwirrtheit, Sprechschwierigkeiten, optischen und akustischen Halluzinationen sowie Erbrechen äußerten. Weiters war das Kind durch den Rauschzustand nicht in der Lage ihre eigene Familie wieder zu erkennen.

Die klinischen Untersuchungen ergaben das Vorliegen einer Bewusstseinsstörung. Die Pupillen waren gleichmäßig und reagierten auf Lichtreize, das Mädchen litt jedoch unter schneller, schwerer Atmung. Fieber konnte nicht festgestellt werden, auch die hämodynamischen Werte waren ohne Befund. Die Blutuntersuchung, Nieren- und Lebertests wiesen auf eine Leberschädigung hin. Thorax-Röntgen und Elektrokardiogramm (EKG) waren unauffällig.

Die Einnahme der giftigen *Atropa* Früchte erfolgte bereits am Vortag, sodass auf die Gabe von Medizinalkohle verzichtet wurde. Das Mädchen wurde auf der Intensivstation weiter beobachtet und erhielt 2 Mal je 5mg Diazepam zur Beruhigung. Das Mädchen wurde zusätzlich mit Sauerstoff, Brechreizmitteln und Elektrolytlösung behandelt. Die Tuberkulose-Behandlung wurde wegen der Nebenwirkungen auf die Leber beendet. Das Mädchen konnte nach Normalisierung der Laborwerte und Rückgang der Gelbsucht aus dem Krankenhaus entlassen werden [Berdai et al., 2012].

4.2 Statistik

Statistische Erfassungen über das Ausmaß der Verwendung der Nachtschattengewächse sind kaum zu finden. Diese Pflanzen werden teils als Zierpflanzen gehalten oder wachsen in der freien Natur. Sie sind somit recht einfach verfügbar, nicht illegal und tauchen daher auch nicht im Jahresbericht des Bundeskriminalamtes auf. In der Literatur sind jedoch vielfach Fallberichte über akzidentielle oder durch Missbrauch hervorgerufene Intoxikationen zu finden [Sauer und Weilemann, 2001].

Die Drogenaffinitätsstudie der BZgA wird bereits seit 1973 im regelmäßigen Abstand von 3 bis 4 Jahren durchgeführt. Sie bezieht sich sowohl auf (illegale) Drogen als auch auf Alkohol und Tabak. Für die im Jahr 2008 durchgeführte Studie wurden 3001 Jugendliche bzw. junge Erwachsene im Alter von 12 bis 25 Jahren befragt. Bei den computergestützten Telefoninterviews (CATI) wurden zufällige Festnetznummern gezogen und diese angerufen. Bei den 12- und 13-jährigen Jugendlichen wurde vor der Befragung das Einverständnis der Eltern eingeholt.

Aus dieser Befragung geht hervor, dass 3 Prozent der Befragten schon einmal psychoaktive Pflanzen oder Pilze probiert haben [BZgA, 2008].

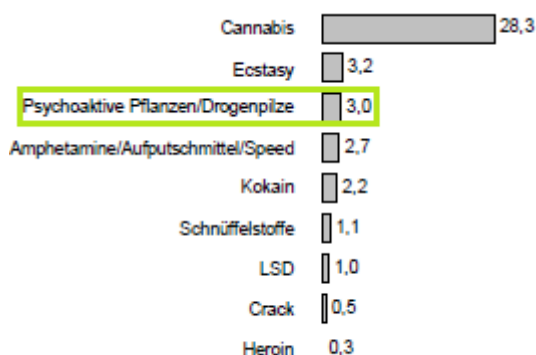


Abb. 19: Lebenszeit-Prävalenz illegaler Drogen [BZgA, 2008]

Das Problem dieser Erhebung sowie auch anderer statistischer Erfassungen liegt darin, dass zumeist psychoaktive Pflanzen UND Pilze in einer Gruppe zusammengefasst werden. Welchen Stellenwert die Pflanzen alleine in dieser Gruppe einnehmen ist leider nicht ersichtlich.

Konkrete Angaben zu einzelnen Pflanzen finden sich wenn überhaupt nur in den Jahresberichten der Giftinformationszentralen. Die dort ermittelten und zusammengetragenen Daten lassen jedoch nur Aussagen über die in den Zentralen eintreffenden Anrufe zu, geben jedoch keine Auskunft über die tatsächliche Häufigkeit der Verwendung von psychoaktiven Pflanzen.

Aus dem Jahresbericht 2002 der Giftinformationszentrale Freiburg (VIZ) lassen sich folgende Informationen zusammentragen: Die Zentrale erhielt im Jahr 2002 insgesamt 14.516 Anfragen bezüglich Vergiftungen am Menschen. Dies entspricht einer Zunahme von 28% gegenüber dem Vorjahr. Die in die Statistik einfließenden Vergiftungsfälle sind jedoch höher als die Anzahl der Anfragen, da bei manchen Anfragen gleich mehrere Personen betroffen waren.

Die VIZ verzeichnete ebenfalls die meisten Vergiftungen in den Sommer- und Herbstmonaten, die Reifezeit der Früchte und Beeren, mit den meisten Anfragen im Monat September. Die wenigsten Anfragen wurden im März an die VIZ gestellt.

70% aller Anfragen (10.143) wurden von Privatpersonen gestellt, 3.737 Anfragen erhielt die VIZ von Humanärzten, 92 von Veterinärmediziner, 160 Anfragen von Apotheker/innen und 384 Mal von anderen Heilberufen wie etwa Rettungssanitäter.

Bei allen Vergiftungsfällen überwiegen die akzidentiellen Vergiftungen mit 83%, wobei die meisten dieser Fälle bei Kindern unter 6 Jahren auftreten. Vergiftungen bei Kindern treten laut diesem Jahresbericht etwa doppelt so häufig auf als bei Erwachsenen.

Von den insgesamt 14 516 Anfragen wurden 2 353 bezüglich Pflanzen gestellt. Davon beriet die VIZ insgesamt 40 Vergiftungsfälle nach Einnahme von

biogenen Drogen. 50% der Patienten waren jünger als 18 Jahre. Die VIZ verzeichnete 20 Vergiftungen durch Engelstropfen sowie 2 Fälle durch Tollkirschen [VIZ, 2002].

Gemessen an der Gesamtzahl der Vergiftungen spielen psychoaktive Pflanzen gewiss eine untergeordnete Rolle. Dramatische Zwischenfälle werden jedoch von Jahr zu Jahr mehr [www.gesundheitskanton.ch]. Allein in Rheinland-Pfalz mussten (im Jahr 1999) 109 Personen wegen des Konsums von psychogenen Pflanzen behandelt werden, das sind rund 3 Mal so viele wie im Jahr 1996. Spitzenreiter bei diesen Vergiftungen war allen voran die Engelstropfen mit 37 Vergiftungsfällen, gefolgt vom Stechapfel mit 16 Intoxikationen. Die Tollkirsche war Auslöser für 3 Behandlungen.

Diese Zahlen sind jedoch nur ein Bruchteil der tatsächlichen Vergiftungen durch psychoaktive Pflanzen, denn die meistens panischen und verwirrten Betroffenen suchen nur selten Hilfe in Krankenhäusern oder bei Ärzten. Die Häufigkeit der Verwendung von psychoaktiven Pflanzen zu Rauschzwecken ist weitaus höher als sie in diesen Dokumentationen aufscheint [Barthelemy, 2000].

5. Zusammenfassung

Die Verwendung von psychoaktiven Pflanzen zu medizinischen und rituellen Zwecken geht bis zur Zeit der Römer und Griechen zurück und erlebte ihre Blütezeit im Mittelalter wo sie vorwiegend als Heil- und Zauberpflanzen genutzt wurden. In südamerikanischen Kulturen nehmen diese Pflanzen bis heute einen wichtigen Stellenwert in den Bereichen Schamanismus und Heilkunde ein, wohingegen sie in der westlichen Gesellschaft vor allem von Jugendlichen als Rauschdrogen missbraucht werden. Die in dieser Arbeit besprochenen halluzinogenen Pflanzen (Engelstropfpete, Stechapfel, Tollkirsche, Bilsenkraut und Alraune) gehören zur Familie der Solanaceae. Sie wachsen in den gemäßigten klimatischen Zonen meist wild oder werden als Zierpflanzen gehalten. Aufgrund ihrer einfachen Verfügbarkeit werden sie häufig zu Rauschzwecken verwendet und fälschlicherweise als „Biodrogen“ oder „Naturdrogen“ verharmlost. Intoxikationen durch diese Pflanzen können jedoch schwere körperliche oder psychische Symptome zur Folge haben. Die Hauptinhaltsstoffe dieser Pflanzen sind die Tropanalkaloide L-Hyoscyamin, L-Scopolamin und Atropin, welche das anticholinerge Syndrom hervorrufen. Symptome einer Intoxikation reichen von Pupillenerweiterung über Fieber und Halluzinationen bis hin zu Atemstillstand.

In der Literatur sind vielfach Fallberichte zu finden, von denen sogar einige tödlich endeten. In den wenigen vorhandenen Statistiken werden bewusstseinsverändernde Pflanzen meist mit den ebenfalls psychoaktiven Pilzen in einer Gruppe zusammengefasst. Detaillierte gezielte Erhebungen wären wünschenswert, um die Verbreitung und die Häufigkeit des Missbrauchs solcher Pflanzen als Rauschmittel einschätzen zu können.

6. Summary

The use of psychoactive plants for medicinal or ritualistic purpose goes back to the time of the Romans and Greeks and had its height in the Middle Ages, where the plants were mainly used as medicinal and magical plants. In South American cultures these plants still have an important significance in schamanism and alternative medicine, whereas in Western societies they are primarily misused by teenagers as narcotic drugs. The following hallucinogenic plants mentioned in this thesis (angel's trumpet, thornapple, deadly nightshade, henbane and mandrake) belong to the family of Solanaceae. In temperate zones they grow in the wild or even as ornamental plants in gardens. Because of their simple availability they are often used for intoxication and are spuriously trivialized as „bio-drugs“ or „natural drugs“. But intoxications with these plants can cause severe physical or mental symptoms. The predominant substances of these plants are the tropane alkaloids L-hyoscyamine, L-scopolamine and atropine, which provoke the anticholinergic syndrome. Symptoms of an intoxication vary from mydriasis to fever, hallucinations or even apnoea.

In literature you can find many case reports, from which some ended fatally. In the only few existing statistics the mind-altering plants are often merged with psychoactive mushrooms. Detailed statistical investigations are needed for estimating the prevalence and incidence of the abuse of those plants as narcotics.

7. Literaturverzeichnis

AGES (2007). AGES, Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit. Stechapfel (*Datura stramonium*) Internet: <http://www.ages.at/index.php?id=470> (Zugriff: 30.06.12)

ALVES M N, SARTORATTO A, TRIGO J R. Scopolamine in *Brugmansia Suaveolens* (Solanaceae): Defense, Allocation, Costs, and Induced Response. *Journal of Chemical Ecology*, 2007; 33: 297-309.

ANDREOLA B, PIOVAN A, DA DALT L, FILIPPINI R, CAPPELLETTI E. Unilateral mydriasis due to Angel's trumpet. *Clinical Toxicology*, 2008; 46: 329–331.

BAENKLER H.-W. Duale Reihe-Innere Medizin. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 2001: 247-248

BARCELOUX D G. Medical toxicology of natural substances: foods, fungi, medicinal herbs, plants and venomous animals. John Wiley & Sons Inc., Hoboken, 2008: 780

BARTHELEMY A. Engelstropete, Stechapfel und Co: Gefährlicher Kick durch psychogene Pflanzen. 2000. Internet: <http://www.klinikinfo.de/artikel/viewer-test2.cfm?do=30&site=2&id=17&aid=446>

BERDAI M A, LABIB S, CHETOUANI K, HARANDOU M. Atropa belladonna intoxication: a case report. *Pan African Medical Journal*, 2012;11:72

BERKOV S, DONCHEVA T, PHILIPPOV S, ALEXANDROW K. Ontogenetic variation of the tropane alkaloids in *Datura stramonium*. *Biochemical Systematics and Ecology*, 2005; 33: 1017-1029

BERGER M, Stechapfel und Engelstropete. Nachtschattenverlag AG, Solothurn, 2003: 64-66, 127-128, 149

BEYER J, DRUMMER O H, MAURER H H. Analysis of toxic alkaloids in body samples, Forensic Science International, 2009;185: 5

BOSWELL H D, DRÄGER B, EAGLES J, MC CLINTOCK C, PARR A, PORTSTEFFEN A, ROBINS D J, ROBINS R J, WALTON N J, WONG C. Metabolism of *N*-alkyldiamines and *N*-alkylnortropinones by transformed root cultures of *Nicotiana* and *Brugmansia*. Phytochemistry, 1999; 52: 855-857

BROADLEY K J, KELLY D R. Muscarinic Receptor Agonists and Antagonists, Molekuls, 2001, 6: 152

BRUST J C M; Neurological Aspects of Substance abuse, 2004:312

BUNDESINSTITUT FÜR RISIKOBEWERTUNG (BfR). Risiko Pflanze – Einschätzung und Hinweise. 3. Aufl., Berlin, 2005: 5-11

BZgA. Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung: Die Drogenaffinität Jugendlicher in der Bundesrepublik Deutschland 2008. Internet: http://www.thueringen.de/imperia/md/content/tmsfg/abteilung6/referat44/bzga-drogenaffinit_t-jugendlicher-illegale-drogen-2008.pdf (Zugriff: 10.02.12)

CARTER A J. Narcosis and Nightshade. British Medical Journal, 1996; 313: 1630-1632

CAULFIELD M P. Muscarinic receptors-characterization, coupling, and function. Pharmacology & Therapeutics 1993; 58:319.

CHRISTEN P. Tropane alkaloids: Old drugs used in modern medicine. Studies in natural Products Chemistry, 2000; 22: 719

DAUNDERER M. Naturstoffvergiftungen, aus: Klinische Toxikologie, ecomed Fachverlag , Landsberg, 1991: 1 (Kapitel Tropanalkaloide)

DIETRICH G, KALOUS E. Keine Angst vor Giftpflanzen. Österreichischer Agrarverlag, Wien, 2006: 89.

DIKER D, MARKOVITZ D, ROTHMAN M, SENDOVSKI U. Coma as a presenting sign of *Datura stramonium* seed tea poisoning. European Journal of Internal Medicine, 2007; 18: 336-338

DONCHEVA T, BERKOV S, PHILIPPOV S. Comparative study of the alkaloids in tribe Datureae and their chemosystematic significance. Biochemical Systematics and Ecology, 2006; 34: 478-488.

DRÄGER B. Analysis of tropaneand related alkaloids, Journal of Chromatography A, 2002; 978: 1-35

DRÄGER B. Tropinone reductases, enzymes at the branch point of tropane alkaloid metabolism. Phytochemistry, 2006; 67: 329

EFSA (European Food Safety Authority). Tropan alkaloids (from *Datura* sp.) as undesirable substances in animal feed. The EFSA Journal, 2008;691: 1-55

EICH E. Solanaceae and Convolvulaceae - Secondary Metabolites. Springer Verlag, Berlin, 2008: 122

EVANS W C, LAMPARD J F. Alkaloids of *Datura suaveolens*. Phytochemistry, 1972; 11: 3293

FAKIR H, ÖZCELIK H. *Mandragora officinarum* L. (Solanaceae): A new record for the flora of Turkey. African Journal of Biotechnology 8;15: 3560-3564

GESCHWINDE T. Rauschdrogen. Springer Verlag, Berlin, 2003: 65, 120-123, 127

GRIFFIN W J, LIN G D. Chemotaxonomy and geographical distribution of tropane alkaloids. *Phytochemistry*, 2000; 53: 623

HAHN J-W. Checkliste Medizin. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 2010: 761

HÄNSEL R, KELLER K, RIMPLER H, SCHNEIDER G. Drogen A-D. In: Hagers Handbuch der pharmazeutischen Praxis. Band 4, Springer Verlag, Berlin, 1992: 1151

HÄNSEL R, STICHER O. Pharmakognosie-Phytopharmazie. Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 2010: 1225

HANUS L O, REZANKA T, SPIZEK J, DEMBITSKYV M. Substances isolated from *Mandragora* species. *Phytochemistry*, 2005; 66: 2408-2417

JACKSON B P, BERRY M I. Mandrake- Taxonomy and Chemistry of the European Species. In: J.G.Hawkes et al., *The Biology and Taxonomy of the Solanaceae*, Academic Press, London, 1979: 505-512

JOHN H, EYER F, ZILKER T, THIERMANN H. High-performance liquid-chromatographic tandem-mass spectrometric methods for atropinesterase-mediated enantioselective and chiral determination of R- and S-hyoscyamine in plasma. *Analytica Chimica Acta*, 2010: 32-40

JÜTTE R. Biogene Drogen im Wandel der Zeit-Eine medizinhistorische Betrachtung.

Internet: <http://www.praxisvertretung-allgemeinmedizin.de/Genaueres/Biogene%20Dr-Hist.pdf> (Zugriff:30.07.12)

KLENOW S, LATTE K P, WEGEWITZ U, DUSEMUND B, PÖTING A, APPEL K E, GROSSKLAUS R, SCHUMANN R, LAMPEN A. Risikobewertung von Pflanzen und pflanzlichen Zubereitungen. In: BfR-Wissenschaft 2012; 1 Internet:<http://www.bfr.bund.de/cm/350/risikobewertung-von-pflanzen-und-pflanzlichen-zubereitungen.pdf>

LAVANIA U C, KUSHWAHA J S, LAVANIA S, BASU S. Chromosomal localization of rDNA and DAPI bands in solanaceous medicinal plant *Hyoscyamus niger* L. Journal of Genetics, 2010; 89: 493

LEE M R. Solanaceae II: The Mandrake (*Mandragora officinarum*); in league with the Devil. J R Coll Physicians Edinburgh, 2006a;36: 278-285

LEE M R. Solanaceae III: henbane, hags and Hawley Harvey Crippen. J R Coll Physicians Edinburgh, 2006b;36: 366-368

LEE M R. Solanaceae IV: *Atropa belladonna*, Deadly Nightshade. J R Coll Physicians Edinburgh, 2007;37: 79

LI J, BELKUM M J, VEDERAS J C. Functional characterization of recombinant hyoscyamine 6 β -hydroxylase from *Atropa belladonna*. Bioorganic and Medicinal Chemistry, 2012: 1-2

LIEHR H. Leber, Galle, Bauchspeicheldrüse: Wirksame Hilfe bei Beschwerden. Trias Verlag, Stuttgart, 2002: 24

LOCKWOOD E T. Generic Recognition of *Brugmansia*. Botanical Museum Leaflets, 1973; 23: 273

LÖHRER F, KAISER R. Biogene Suchtmittel. In: Der Nervenarzt, 70: Springer Verlag, 1999: 1029-1033

LUDEWIG R, REGENTHAL R. Akute Vergiftungen. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, 2007: 520

LÜLLMANN H, MOHR K, WEHLING M. Pharmakologie und Toxikologie. Georg Thieme Verlag, 1964: 59-69

MACE E S, GEBHARDT C G, LESTER R N. AFLP analysis of genetic relationships in the tribe Datureae (Solanaceae). Theoretical and Applied Genetics, Springer Verlag, 1999; 99: 634-641.

MACCHIAIOLO M, VIGNATTI E, GONFIANTINI M V, GRANDIN A, ROMANO M T, SALATA M, VALENTINI D, VILLANI A. An unusual case of anisocoria by vegetal intoxication. Italian Journal of Pediatrics, 2010, 36:50

MOESER T. Ein nicht alltäglicher Notfall: Vergiftung mit Engelstromeule. Rettungsdienst, 2005; 918: 86-89

NAMERA A, YASHIKI M, HIROSE Y, YAMAJI S, TANI T, KOJIMA T. Quantitative analysis of tropane alkaloids in biological materials by gas chromatography-mass spectrometry. Forensic Science International, 2002; 130: 39

NIESS C, SCHNABEL K, KAUERT G. Angel trumpet: a poisonous garden plant used as a new addictive drug? Deutsche Wochenschau, 1999; 48: 1444-1447

OLMSTEAD R G, BOHS L, MIGID H A, SANTIAGO-VALENTIN E, GARCIA V F, COLLIER S M. A molecular phylogeny of the Solanaceae. Molecular Phylogenetics, 2008; 47: 1159-1181.

OSETZKY W. Vergiftungsfälle: Bilsenkrautsamen-Vergiftung. Archives of Toxicology, 1931; 2: 125-126

PHILLIPSON J D, HANDA S S. Hyoscyamin N-oxid on *Atropa belladonna*, *Phytochemistry*, 1976;15: 606

PREISSEL U., PREISSEL H. *Engelstropeten*. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 1997: 9, 20, 37-38, 75

PRENTNER A. *Bewusstseinsverändernde Pflanzen von A-Z*. Springer Verlag, Wien, 2010: 1-30, 60-61, 85-87, 224-234

RAMOUTSAKI I A, ASKITOPOULOU H, KONSOLAKI E. Pain relief and sedation in Roman Byzantine texts: *Mandragoras officinarum*, *Hyoscyamos niger* and *Atropa belladonna*. *International Congress Series*, 2002;1242: 43-50

RÄTSCH C. *Enzyklopädie der psychoaktiven Pflanzen*. AT Verlag, Aarau, Schweiz, 1998: 10, 80-83, 106-112, 209-282, 346-351, 862-867

ROTH L, DAUNDERER M, KORMANN K. *Giftpflanzen-Pflanzengifte*. Nikol Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG, Hamburg, 2008: 291-295, 414, 485, 765, 921-945

SAUER B. Der grüne Kick. Internet: <http://www.pharmazeutische-zeitung.de/index.php?id=3523> (Zugriff:15.06.12)

SAUER O, WEILEMANN S. *Drogen: Eigenschaften-Wirkungen-Intoxikationen*. Schlütersche GmbH & Co. KG, Hannover, 2001: 49-50

SCHMELLER T, WINK M. Utilization of Alkaloids in Modern Medicine, in: *Alkaloids: Biochemistry, Ecology and Medicinal Applications*, Plenum Press, New York, 1998.

Internet:<http://www.uni-heidelberg.de/institute/fak14/ipmb/phazb/pdf-files/1998%20Pdf.Pubwink/15.%201998.pdf> (Zugriff 21.06.12)

SCHNEEMANN H, WURM G. Waren und Dienste. In: Hagers Handbuch der pharmazeutischen Praxis. Springer Verlag, 1995: 354

SCHNEIDER G, DINGERMANN T, HILLER K, ZÜNDORF I. Arzneidrogen. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 2004: 431, 445-450

SCHULDES B M. Psychoaktive Pflanzen. Nachtschattenverlag, 2. Auflage, Löhrbach: 42

SCHULTES R E. Hallucinogenic Plants. Golden Press, New York, 1979: 2-5, 10

SCHULTES R E, HOFMANN A. The botany and chemistry of hallucinogens, Springfield, 1973: 161-187

SILBERNAGL S, LANG F. Taschenatlas der Pathophysiologie. Thieme Verlag, Stuttgart, 2009: 32

STAHL E, SCHILD W. Pharmazeutische Biologie, 5. Drogenanalyse II: Inhaltsstoffe und Isolierungen. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 1981: 64

STORL W D. Götterpflanze Bilsenkraut. Nachtschattenverlag, Solothurn., 2004: 10, 31

STOWASSER J M, PETSCHENIG M, SKUTSCH F. Stowasser, HPT-Medien-AG, 1997: 23

STRIEBEL H W. Anästhesie-Intensivmedizin-Notfallmedizin: Für Studium und Ausbildung, Schattauer GmbH, Stuttgart, 2009: 458

TÄSCHNER K-L. Rauschmittel. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 2002: 52-53

TEUSCHER E, LINDEQUIST U. Biogene Gifte. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, 2010: 599-608.

UNGRICHT S, KNAPP S, PRESS J R. A revision of the genus *Mandragora* (Solanaceae). In: Bulletin of The Natural History Museum, 1998; 28: 30

VIZ. Vergiftungs-Informationen-Zentrale Freiburg . Jahresbericht 2002. Internet: <http://www.uniklinik-freiburg.de/giftberatung/live/Jahresberichte/vizfrjabe02.pdf> (Zugriff: 30.07.12)

WAGNER R, KEIM S. Tropan alkaloid poisoning. 2009. Internet: <http://emedicine.medscape.com/article/816657-overview> (Zugriff: 19.6.12)

WEINER N. Atropine, Scopolamine, and related antimuscarinic drugs. In: Goodman and Gilman's the pharmacological basis of therapeutics (GOODMAN L S, GILMAN A G, Editors). Macmillan, New York, 1985: 130-144.

WINK M. Handbuch der giftigen und psychoaktiven Pflanzen. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, 2008: 7-13, 70, 106, 266

Online Ressource (Anonym):

http://www.ages.at/uploads/media/AGES_Saatgut-Folder_Web.pdf
(Zugriff: 30.06.12)

<http://www.gesundheitskanton.ch/d/engelstrompeten.pdf>
(Zugriff: 31.07.12)

<http://www.magicgardenseeds.com>

(Zugriff: 26.7.12)

<http://www.psychosezentrum.de/drogen/engelstrompete.htm>

(Zugriff: 29.06.12)

8. Lebenslauf

Persönliche Daten:

Name: Kohl Kathrin
 Wohnort: 4076 St. Marienkirchen, Leopoldsberg 11
 E-Mail: a0508366@unet.univie.ac.at
 Geburtsdatum/-Ort: 11. Juli 1984, Grieskirchen

Schulbildung:

Sept 1990 - Juli 1994 Volksschule, Waizenkirchen
 Sept 1994 - Juli 1995 Hauptschule, Waizenkirchen
 Sept 1995 - Juli 1998 Hauptschule, Grieskirchen
 Sept 1998 - Juli 2003 Bundesoberstufenrealgymnasium, Grieskirchen
 Okt 2003 - Feb 2004 Pädagogische Akademie, Linz
 seit Okt 2005 Studium der Ernährungswissenschaften, Wien
 Schwerpunkt: Lebensmittelproduktion und -technologie

Beruflicher Werdegang:

Juli 2002 - Aug 2002 Dreifaltigkeits-Apotheke in Grieskirchen als Ferialangestellte
 Feb 2004 - April 2004 Banner Kunststoffwerk GmbH in Linz als Angestellte im Produktionsbetrieb
 Mai 2004 - Aug 2004 Firma Aspöck Systems GmbH in Peuerbach als Angestellte im Produktionsbetrieb
 Okt 2004 - Juli 2005 Verein zur Förderung freiwilliger sozialer Dienste
 Freiwilliges soziales Jahr im Altenheim Leogang
 Juni 2010 - Aug 2010 4-wöchiges Praktikum am Institut für Ernährungswissenschaften in Wien
 Sept 2010 - Okt 2010 4-wöchiges Praktikum in der Lebensmitteluntersuchungsanstalt der Stadt Wien
 Aug 2011 - Okt 2011 6-wöchiges Praktikum bei Berglandmilch eGen. in Wels
 seit Jänner 2012 Kassiererin im EurothermenResort Bad Schallerbach

St. Marienkirchen, September 2012