©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Phyton (Austria)	**Vol. 27**	Fasc. 2	289–298	30. 11. 1987

Lehrstuhl für Forstbotanik, Universität München

Die quantitative Verteilung der Monoterpene in verschiedenen Teilen einer 19jährigen Lärche (*Larix decidua* MILL.[1])

Von

Klaus J. LANG*) und Maximilian MESSERER

Mit 1 Abbildung

Eingelangt am 20. Februar 1987

Key words: Monoterpenes, chemotaxonomy, *Larix decidua*.

Summary

LANG K. J. & MESSERER M. 1987. The quantitative distribution of monoterpenes in different parts of a 19-years-old european larch (*Larix decidua* MILL.). – Phyton (Austria) 27 (2): 289–298. with 1 figure. – German with English summary.

The monoterpene composition of different parts (twigs, wood, bark, roots) of a 19-years-old european larch (*Larix decidua* MILL.) was analysed by GC. The three most important components, α-pinene, β-pinene and β-phellandrene which had always more than 1% of the total monoterpenes were represented in different amounts within the different parts of the larch. There was no correlation between the portion of the various monoterpenes and the exposition of the sample in the tree or the hight where the sample was taken from. On the other hand, α-pinene increased and β-pinene and β-phellandrene decreased with increasing age of the tissues of twigs and branches. There were no age depending differences between the five youngest growth rings in the stem wood. The results confirm that it is absolutely necessary to take samples from a coniferous tree species for chemosystematic investigations in a very specific and standardized manner because there may be a variation in the monoterpene composition depending from the kind and age of the plant tissue.

Zusammenfassung

LANG K. J. & MESSERER M. 1987. Die quantitative Verteilung der Monoterpene in verschiedenen Teilen einer 19jährigen Lärche (*Larix decidua* Mill.). – Phyton (Austria) 27 (2): 289–298, mit 1 Abbildung. – Deutsch mit englischer Zusammenfassung.

*) Dr. Klaus J. LANG, Lehrstuhl für Forstbotanik, Ludwig-Maximilians-Universität München, Amalienstraße 52, D-8000 München 40.

[1]) Der Arbeit liegen die Daten der Diplomarbeit von M. MESSERER zugrunde.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Die Untersuchung der quantitativen Monoterpenverteilung in verschiedenen Teilen einer 19jährigen Europäischen Lärche zeigte, daß in den unterschiedlichen Organen (Zweige, Holz, Rinde, Wurzeln) die drei mit mehr als 1% Anteil am Gesamtspektrum der Monoterpene vertretenen Komponenten α-Pinen, β-Pinen und β-Phellandren in jeweils unterschiedlicher Menge vertreten sind. Während keine Zusammenhänge zwischen dem Anteil der einzelnen Monoterpene in Abhängigkeit von der Exposition und dem Ort der Probenahme in unterschiedlichen Höhen des Baumes festgestellt werden konnten, waren deutliche alterskorrelierte Veränderungen der quantitativen Monoterpenverteilung nachweisbar. Diese betreffen die unterschiedlich alten Astabschnitte, in denen eine Zunahme des α-Pinens und eine Abnahme des β-Pinens und des β-Phellandrens mit dem Alter der untersuchten Proben zu verzeichnen war. Keine altersbedingten Veränderungen konnten in den fünf jüngsten Jahrringen des Splintholzes festgestellt werden. Die Ergebnisse unterstreichen die Notwendigkeit, für chemotaxonomische Untersuchungen an Koniferen, artspezifische, standardisierte Probenahmen vorzunehmen.

1. Einleitung

Monoterpene sind in den Gattungen *Abies, Picea, Pinus, Pseudotsuga, Juniperus* u. a. mit Erfolg für chemosystematische Untersuchungen verwendet worden. Neben Unterschieden in der quantitativen Monoterpenzusammensetzung zwischen Arten, Rassen, Herkünften oder, allgemein, Populationen sind regelmäßig große individuelle Verschiedenheiten zu beobachten. Auch innerhalb eines einzelnen Baumes sind die Verhältnisse nicht absolut gleich. Besonders Art und Alter eines Gewebes wirken sich auf die quantitative Zusammensetzung der Monoterpenfraktion aus; klimatische Faktoren können, wenn auch in geringem Maße, ebenfalls modifizierend wirken. Die Gattung *Larix* ist hinsichtlich der Monoterpenzusammensetzung ihres Harzes noch kaum untersucht. STAIRS 1968 fand Unterschiede zwischen verschiedenen Lärchenarten, LANG 1976 solche zwischen Herkünften von *Larix decidua*. Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die Monoterpenzusammensetzung des Harzes einer 19jährigen, ca. 13 m hohen Europäischen Lärche in Abhängigkeit von der Art und dem Alter der Gewebe, von der Exposition und der Insertionshöhe der Äste darzustellen, um so exemplarisch Einblicke in die intraindividuelle Variation wichtiger Monoterpene bei dieser Baumart zu erhalten.

2. Material und Methoden

Als Untersuchungsmaterial diente eine 19jährige Europäische Lärche (*Larix decidua* MILL.) aus dem Forstbotanischen Garten in Grafrath bei München. Während der Vegetationsruhe (26. 11. 81) wurde der Baum gefällt, zerlegt, ein Teil des Wurzelwerks ausgegraben und alles bei Temperaturen unter 0° C für kurze Zeit gelagert. Die Aufarbeitung des Materials erfolgte innerhalb einer Woche. Die 3–5 cm langen Trieb-, Ast-, Stamm- und Wurzelproben wurden separat in Rollrandgläsern bei −20° C

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

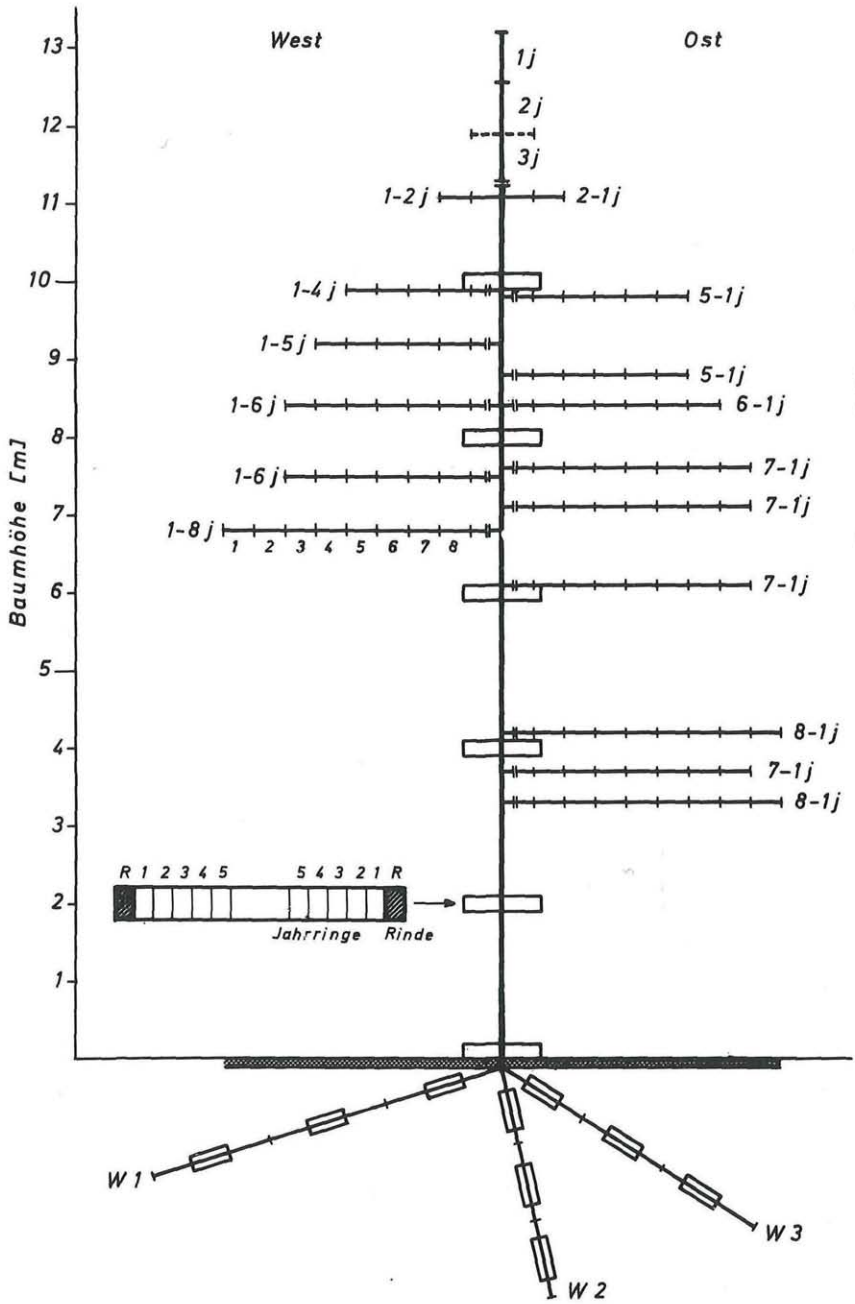


Abb. 1. Schema und Lage der entnommenen Proben.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

tiefgefroren. Folgende Proben wurden gewonnen und später analysiert (Abb. 1):

a) Gipfeltrieb
1–3jährige Abschnitte

b) Äste. Aus den Jahrestrieben der Äste, die nach Osten (O) oder nach Westen (W) gerichtet waren, wurden Proben entnommen; die Rinde wurde dabei nicht vom Holz getrennt. Die Höhenangaben entsprechen der Entfernung der Insertionsstellen der Äste über dem Fällungsschnitt.

a	11,10 m, W, Jahrgänge 1–2	i	7,60 m, O, Jahrgänge 1–7
b	11,10 m, O, Jahrgänge 1–2	j	7,50 m, W, Jahrgänge 1–6
c	9,90 m, W, Jahrgänge 1–4	k	7,10 m, O, Jahrgänge 1–7
d	9,80 m, O, Jahrgänge 1–5	l	6,80 m, W, Jahrgänge 1–8
e	9,20 m, W, Jahrgänge 1–5	m	6,10 m, O, Jahrgänge 1–7
f	8,80 m, O, Jahrgänge 1–5	n	4,30 m, O, Jahrgänge 1–8
g	8,40 m, W, Jahrgänge 1–6	o	3,70 m, O, Jahrgänge 1–7
h	8,40 m, O, Jahrgänge 1–6	p	3,30 m, O, Jahrgänge 1–8

c) Stamm. Vom Fällungsschnitt nach oben wurden in 0, 2, 4, 6, 8 und 10 m Entfernung Stammscheiben entnommen, aus denen je ein in Ost-West-Richtung verlaufender, durch den Mittelpunkt der Stammscheibe gehender Steg ausgesägt wurde. Für jeden einzelnen Steg wurden – nach Ost und West getrennt – Rinde und die äußersten 5 Jahresringe (letztere voneinander getrennt) separat untersucht.

d) Wurzel. Aus den drei stärksten Wurzeln wurden je drei Proben entnommen, nämlich vom Wurzelansatz, aus dem mittleren und dem distalen Wurzeldrittel, die Rinde vom Holz getrennt und separat eingefroren.

Die gaschromatographische Untersuchung der Proben fand unter folgenden Bedingungen statt:

Gaschromatograph: PACKARD 7400; Säule: OV 17 auf Chromosorb 80–100 mesh, 3 m; Gase: Trägergas (Stickstoff), 15–20 ml/min; Wasserstoff, 15–20 ml/min; Luft, 150–200 ml/min; Temperaturen: Injektionsblock 120° C, Säule 80° C, FID 130° C.

Die Auswertung der Peakflächen erfolgte mit einem an den Gaschromatographen angeschlossenen Kleindatensystem (VARIAN CDS 101).

Für die Analyse wurde das tiefgefrorene Material in 2–3 mm große Stückchen zerschnitten, in ein Rollrandglas (50 cm^3 Volumen) gefüllt und verschlossen für 5 Minuten auf 90° C erwärmt. Durch ein halbdurchbohrtes Septum wurden mit einer gasdichten Spritze (Fa. GLENCO) 2–3 cm^3 des Terpen-Luft-Gemisches entnommen und direkt in die Säule eingegeben (genauere Beschreibung bei SCHUCK & SCHÜTT 1975 und LANG 1976).

Die Identifizierung der Komponenten erfolgte durch Vergleich mit den Retentionszeiten von Vergleichssubstanzen.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

3. Ergebnisse

Die folgenden Terpene waren in allen untersuchten Pflanzenteilen vertreten: α-Pinen, Camphen, β-Pinen, Δ-3-Caren, Myrcen, Limonen, β-Phellandren, Cymen, Terpinen und Terpinolen.

Während α-Pinen, β-Pinen und β-Phellandren jeweils mehr als 1% Anteil am Gesamtspektrum hatten, waren die restlichen Komponenten i. d. R. mit weniger als 1% vertreten (Mittelwerte aus allen Proben: 1,7% Camphen, [n = 72]; 0,6% Δ-3-Caren, [n = 89]; 0,6% Myrcen, [n = 53]; 0,6% Limonen, [n = 154]; 0,7% Cymen, [n = 102]; 0,1% Terpinen, [n = 116]; 0,2% Terpinolen, [n = 127]).

Tabelle 1

Durchschnittswerte der perzentualen Anteile an α-Pinen, β-Pinen und β-Phellandren in verschiedenen Teilen einer 19jährigen Lärche (bei Ästen wurden Holz und Rinde nicht getrennt untersucht.)

	α-Pinen		β-Pinen		β-Phellandren	
	Holz	Rinde	Holz	Rinde	Holz	Rinde
Gipfel	83.6	80.8	12.9	14.8	1.3	1.7
Äste	83.9		11.3		1.7	
Stamm	88.4	91.7	8.6	4.3	1.8	0.8
Wurzeln	92.5	92.5	5.8	5.8	0.9	1.0

Generell war die quantitative Terpenzusammensetzung in den verschiedenen Teilen der untersuchten Lärche nicht völlig gleich (Tabelle 1). In der Tendenz ist für das α-Pinen eine Zunahme des %-Anteils vom Gipfelbereich zu den Wurzeln hin zu beobachten, für das β-Pinen hingegen eine Abnahme. Betrachtet man Gipfelbereich und Äste (Tabelle 2), so stellt man fest, daß das α-Pinen von den 1jährigen bis zu den 3-(4)jährigen Zweigabschnitten zunimmt. Demgegenüber nimmt das β-Pinen in den meisten Fällen im Laufe der ersten 4 Jahre ab. Auch das β-Phellandren, wenn auch deutlich in geringeren Mengen vorhanden, nimmt zunächst mit dem Alter der Zweigabschnitte anteilmäßig ab. Bei älteren Zweigabschnitten werden die altersbedingten Unterschiede bei den drei Komponenten deutlich geringer. Für alle drei Terpene besteht eine enge ($P>0,01$) Korrelation zwischen Menge und Zweigalter. Demgegenüber ließ sich zwischen der quantitativen Terpenzusammensetzung in den jeweiligen Jahresabschnitten eines Astes und der Insertionshöhe oder in den einzelnen Jahrringen und der Höhe der Entnahmestellen der Stammscheiben kein gesicherter Zusammenhang feststellen.

Tabelle 2

Perzentuale Anteile von α-Pinen, β-Pinen und β-Phellandren am Monoterpenspektrum in unterschiedlich alten Teilen von Gipfel und Ästen einer 19jährigen Lärche. (W = Westen, O = Osten, G = Gipfeltrieb, R = Rinde, H = Holz)

Insertionshöhe (m)	Exposition	Alter der Zweigabschnitte (Jahre)																									
		1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
		α-Pinen								β-Pinen								β-Phellandren							
G(Ri)	W	77.4	81.3	85.2						20.0	14.1	10.7						2.5	1.4	1.3					
G(H)		81.3	83.9	85.7						15.9	12.2	10.5						1.1	1.4	1.3					
G(Ri)	O	73.6	83.5	83.6						20.8	11.7	11.4						2.1	1.4	1.7					
11.10	W	74.8	78.5							19.4	14.3							2.4	2.0						
11.10	O	67.0	65.3							23.9	27.2							4.8	4.2						
9.90	W	73.0	86.0	90.0	89.7					21.2	10.8	6.8	7.1					4.3	1.1	0.7	0.7				
9.80	O	75.7	81.7	82.0	83.0	83.6				13.6	15.3	13.2	12.2	10.6				2.9	0.9	1.5	1.3	1.5			
9.20	W	71.9	82.6	88.1	89.3	87.3	86.6			22.4	13.4	7.5	7.2	9.0	9.1			3.8	1.4	0.8	0.8	1.1	1.2		
8.80	O	75.0	82.5	86.1	87.8	81.1				19.0	14.1	10.8	9.0	13.7				3.7	1.6	0.5	2.4	2.8			
8.40	O	64.5	85.3	85.5	87.7	88.7	89.2			21.4	11.6	11.2	9.1	8.6	8.0			5.2	1.2	1.7	0.8	1.4	1.1		
8.40	W	70.4	74.3	79.2	89.9	86.6	86.9			21.2	14.9	12.0	7.0	9.0	8.2			4.7	3.0	2.8	0.8	1.1	1.1		
7.60	O	73.3	85.8	86.2	84.7	86.2	90.2	87.4		20.4	9.6	8.4	10.0	9.2	6.6	8.2		4.1	1.6	1.7	2.0	1.9	1.0	1.7	
7.50	W	--	83.7	85.2	88.5	80.6	86.2			--	11.9	11.2	7.7	14.2	9.3			--	0.7	1.4	0.7	2.9	2.2		
7.10	O	76.1	81.4	89.1	88.2	89.5	89.8	92.9		19.7	13.6	7.8	8.2	6.9	7.6	5.7		--	2.8	1.7	1.8	0.8	0.7	0.5	
6.80	W	77.2	79.7	88.2	84.1	90.1	89.7	88.6	87.0	15.4	16.0	7.6	11.1	6.7	7.3	7.6	8.0	3.3	2.0	0.8	1.3	0.7	1.3	0.9	1.2
6.10	O	67.7	79.3	87.2	89.6	88.0	89.8	91.5		23.6	15.4	8.5	7.4	8.1	6.9	5.5		4.2	2.4	1.2	1.0	1.5	1.0	0.5	
4.30	O	89.3	--	90.1	91.6	87.3	64.4	90.7	91.1	3.1	--	3.7	5.6	9.4	23.0	6.4	7.1	0.4	--	0.5	0.7	0.8	3.2	0.8	0.7
3.70	O	81.1	88.4	89.7	86.6	86.1	89.0	86.0		15.2	8.2	7.3	8.9	9.9	7.9	9.1		1.6	0.9	0.9	1.1	1.9	0.9	1.6	
3.30	O	71.6	77.2	85.0	91.8	86.3	88.7	65.9	90.0	22.4	17.2	10.2	5.3	10.1	6.7	9.1	6.8	3.8	2.5	1.1	0.4	1.0	0.8	0.6	0.7

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Tabelle 3

Perzentuale Anteile von α-Pinen, β-Pinen und β-Phellandren in Rinde und Holz (nach Jahrringen getrennt) von Stammscheiben einer 19jährigen Lärche.
(W = Westexposition, O = Ostexposition.)

Entnahmehöhe (m)	Rinde		Alter der Jahrringe im Holz (Jahre) 1		2		3		4		5	
	W	O	W	O	W	O	W	O	W	O	W	O
					α - Pinen							
10	91.9	88.0	84.1	90.0	--	87.7	84.9	87.1	90.1	--	89.3	91.7
8	90.8	92.3	--	86.8	86.1	90.1	89.4	87.7	90.1	87.6	88.0	89.3
6	93.8	90.8	86.3	93.9	--	89.5	91.2	90.6	90.1	89.8	93.1	93.0
4	94.1	95.7	--	87.2	82.2	89.7	98.9	89.5	80.8	90.9	85.3	91.1
2	93.9	93.1	89.9	90.1	68.8	88.3	80.3	89.0	87.9	77.0	90.4	87.0
0	97.2	78.0	92.0	91.3	94.4	92.3	93.5	93.6	85.1	90.8	93.0	76.9
					ß - Pinen							
10	5.9	4.3	11.6	7.8	--	9.1	10.4	9.0	8.2	--	9.5	6.7
8	6.5	5.2	--	10.5	8.8	8.4	8.4	9.4	7.7	9.4	9.3	8.9
6	3.3	5.0	11.2	5.5	--	7.1	7.1	6.8	7.6	6.9	5.7	6.5
4	3.5	1.7	--	9.5	14.7	7.6	6.1	7.8	15.8	6.7	10.7	7.1
2	9.2	3.3	6.6	7.7	10.4	9.0	16.5	7.8	9.3	14.0	7.2	9.5
0	1.3	2.1	5.9	7.2	4.9	6.3	5.9	5.4	12.0	7.0	6.0	8.0
					ß - Phellandren							
10	0.6	1.6	2.3	1.4	--	1.6	2.1	6.1	1.3	--	1.7	0.1
8	1.4	0.5	--	0.9	4.5	0.6	1.6	1.4	0.9	1.7	1.6	0.9
6	0.4	0.3	1.9	0.5	--	3.2	1.6	2.5	1.9	3.3	1.2	0.5
4	0.4	0.8	--	1.6	2.2	1.3	1.3	2.8	3.4	2.4	2.3	0.8
2	0.3	1.1	1.4	1.4	2.3	1.6	2.4	1.5	5.2	2.3	1.5	2.4
0	0.8	0.7	1.8	1.0	0.9	1.3	0.6	1.1	1.8	1.8	1.0	6.2

Altersabhängige Veränderungen der Terpenanteile traten zwischen den fünf jüngsten Jahrringen des Stammholzes nicht auf (Tab. 3).

Vergleicht man die entsprechenden Jahrestriebe der nach Westen oder Osten exponierten Äste miteinander, so lassen sich keine signifikanten Unterschiede (95%-Niveau) in Abhängigkeit von der Exposition registrieren. gleiches gilt auch innerhalb des Stammes bei einem jahrringweisen Vergleich des Holzes west- oder ostexponierter Stammpartien.

Die drei untersuchten Wurzeln unterschieden sich nicht deutlich voneinander. Auch innerhalb der Wurzeln waren praktisch keine Unterschiede in Abhängigkeit von der Stelle der Probenahme feststellbar. Generell lagen die Werte für α-Pinen in den drei Wurzeln über 90%, für β-Pinen um 6% und für β-Phellandren um 1% (Tab. 4).

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Tabelle 4

Perzentuale Anteile von α-Pinen, β-Pinen und β-Phellandren in drei Wurzeln einer 19jährigen Lärche.
(p = proximal, m = Mitte, d = distal, s. Abb. 1.)

	Wurzel 1			Wurzel 2			Wurzel 3		
	p	m	d	p	m	d	p	m	d
				α-Pinen					
Holz	94.0	93.0	92.3	91.5	92.1	92.2	92.2	92.0	92.8
Rinde	93.5	92.8	90.0	91.5	92.9	90.3	94.6	94.7	92.6
				β-Pinen					
Holz	5.0	5.3	5.8	6.2	6.3	6.3	6.2	5.3	5.6
Rinde	5.5	5.2	9.0	6.2	5.6	7.0	3.5	4.5	5.9
				β-Phellandren					
Holz	1.0	1.2	0.8	1.2	0.9	1.0	0.9	0.6	0.7
Rinde	1.0	0.6	1.0	1.2	0.5	1.4	1.9	0.4	0.7

4. Diskussion

Unterschiede zwischen verschiedenen Teilen (z. B. Nadeln, Holz, Rinde, Wurzeln) eines Individuums hinsichtlich der quantitativen Monoterpenverteilung sind bei Koniferen mehrfach beschrieben worden (z. B. v. SCHANTZ 1965, JUVONEN 1966, ROBERTS 1970, BERNARD-DAGAN et al. 1971, LESTER 1974, v. RUDLOFF 1977). Insofern ist es nicht überraschend, daß auch bei der erstmals unter dem Gesichtspunkt der intraindividuellen Variation der quantitativen Monoterpenverteilung untersuchten Lärche derartige Unterschiede auftraten, wenn auch in relativ geringem Umfang (Tabelle 1).

Die Tatsache, daß in den Wurzeln keine deutlichen quantitativen Unterschiede zwischen Rinde und Holz zu beobachten waren, kann u. U. mit einer ungenügenden mechanischen Trennung von Rinde und Holz bei der Probenaufbereitung erklärt werden.

Daß keine gesicherten expositionsabhängigen Verschiebungen in den Terpenanteilen zu verzeichnen waren, deckt sich mit Ergebnissen von ROCKWOOD 1973 bei *Pinus taeda*. Derselbe Autor stellt jedoch signifikante quantitative Veränderungen bei α-Pinen, β-Pinen und Myrcen im Stammholz in Abhängigkeit von der Entnahmehöhe der Proben fest und ROBERTS 1970 berichtet über deutliche Unterschiede im Gehalt an α-Pinen, β-Pinen und β-Phellandren in verschiedenen Höhen des Stammholzes von 19jährigen *Pinus elliottii*. Auch SCHUCK & SCHÜTT 1975 fanden – wenn auch geringe – Unterschiede in Abhängigkeit von Entnahmehöhe und Alter der Proben im Reifholz von *Picea abies*. Unsere Ergebnisse zeigen dagegen keine gesicherte

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Abhängigkeit der α-Pinen-, β-Pinen- oder β-Phellandrenanteile von der Entnahmehöhe (Tabelle 3). Auch die Stammrinde und die Jahresabschnitte der Äste wiesen keine mit der Entnahmehöhe korrelierten Veränderungen auf (Tabelle 2). Nach HUNT & v. RUDLOFF 1977 gilt das auch für die Nadeln von *Pinus monticola*, nach ROCKWOOD 1973 ebenfalls für die Zweigrinde von *Pinus taeda*.

Vergleicht man bei der Lärche innerhalb eines Individuums die altersbedingte prozentuale Terpenverteilung, so ist diese in den verschiedenen Pflanzenteilen nicht gleich.

Zwischen den äußeren fünf Jahresringen des Stammholzes traten keine gerichteten Unterschiede im Gehalt an α-Pinen, β-Pinen und β-Phellandren auf (Tabelle 3). Demgegenüber ließ sich im Bereich der Äste eine deutliche Abhängigkeit dieser Komponenten vom Alter der jeweiligen Astabschnitte feststellen (Tabelle 2).

Bei *Picea abies* haben SCHUCK & SCHÜTT 1975 Unterschiede zwischen Splint und Reifholz nachgewiesen, während die Anteile von α-Pinen und β-Pinen im Splint selbst relativ einheitlich waren und sich erst beim Übergang zum Reifholz deutlich änderten. Diese Ergebnisse decken sich, was den Splint betrifft, mit denen bei Lärche, bei der nur Splintholz untersucht wurde.

Im Astbereich von *Pinus elliottii* sind Verschiebungen der Terpenanteile für die Rinde unterschiedlich alter Zweigabschnitte beschrieben, nicht jedoch für die dazugehörigen Nadeln (ROBERTS 1970). Bei *Pinus sylvestris* beschreibt JUVONEN 1966 einen Anstieg des α-Pinen-Anteils und eine Abnahme von Δ-3-Caren/Myrcen bei zunehmendem Alter der Astabschnitte. Bei der Lärche ist neben einer alterskorrelierten Zunahme des α-Pinens eine Abnahme des β-Pinens und des β-Phellandrens, zumindest in den jüngsten 3–4 Jahresabschnitten zu beobachten. Das Δ-3-Caren nimmt bei *Larix decidua* mit zunehmendem Alter der Zweigabschnitte häufig zu (LANG, unveröffentlicht).

Die unterschiedlichen Ergebnisse bei verschiedenen Baumarten machen es erforderlich, in jedem Einzelfall die Abhängigkeit der quantitativen Terpenzusammensetzung vom jeweiligen Organ und vom Ort der Probenahme zu prüfen. Eine repräsentative Probenahme z. B. für chemotaxonomische Untersuchungen sollte auf unterschiedlich alte Gewebe verschiedener Pflanzenteile ausgedehnt werden. Auch im Zusammenhang mit phytopathologischen Fragen – denkt man z. B. an die Wirkung von Terpenen auf Pilze (FRIES 1973, SCHUCK 1977, FLODIN & FRIES 1978) – erscheint eine Betrachtungsweise, die sowohl die verschiedenen Pflanzenorgane als auch die altersbedingten Veränderungen berücksichtigt, notwendig.

Literatur

BERNARD-DAGAN C., FILLON C., PAULY G., BARADAT Ph. & ILLY G. 1971. Les terpènes du pin maritime: aspects biologiques et génétiques I. Variabilité de la composition monoterpénique dans un individu, entre individus et entre provenances. – Ann. Sci. Forest. 28: 223–258.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

FLODIN K. & FRIES N. 1978. Studies on volatile compounds from *Pinus silvestris* and their effect on wood-decomposing fungi II. Effects of some volatile compounds on fungal growth. – Eur. J. For. Path. 8: 300–310.

FRIES N. 1973. The growth-promoting activity of terpenoids on wood-decomposing fungi. – Eur. J. For. Path. 3: 169–180.

HUNT R. S. & RUDLOFF E. von 1977. Leaf-oil-terpene variation in western white pine populations of the pacific northwest. – Forest Sci. 23: 507–516.

JUVONEN S., 1966. Über die die Terpenbiosynthese beeinflussenden Faktoren in *Pinus sylvestris* L. – Acta Bot. Fenn. 71: 1–92.

LANG K. J. 1976. Unterschiede in der Monoterpenzusammensetzung des Harzes einjähriger Lärchenzweige. Ein Beitrag zur Rassendiagnose von *Larix decidua* Mill. – Forstwiss. Cbl. 95: 142–147.

LESTER D. T. 1974. Geographic variation in leaf and twig monoterpenes of balsam fir. – Canad. J. Forest Res. 4: 55–60.

MESSERER M. 1982. Die Monoterpenverteilung in Trieben, Holz, Rinde und Wurzeln eines Individuums von *Larix decidua* MILL. – Diplomarbeit an der Forstwissenschaftlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München.

ROBERTS D. R. 1970. Within-tree variation of monoterpene hydrocarbon composition of slash pine oleoresin. – Phytochemistry 9: 809–815.

ROCKWOOD D. L. 1973. Variation in the monoterpene composition of two oleoresin systems of loblolly pine. – Forest Science 19: 147–153.

RUDLOFF E. von 1977. Variation in leaf oil terpene composition of Sitka Spruce. – Phytochemistry 17: 127–130.

SCHANTZ M. von 1965. Über die Zusammensetzung der ätherischen Öle bei verschiedenen *Picea*-Arten. – Planta Medica 13: 369–381.

SCHUCK H. J. 1977. Die Wirkung von Monoterpenen auf das Mycelwachstum von *Fomes annosus* (FR.) COOKE. – Eur. J. For. Path. 7: 374–384.

– & SCHÜTT P. 1975. Die Verteilung flüchtiger Terpene im Fichtenstamm und ihre Bedeutung für die Ausbreitungsresistenz gegenüber *Fomes annosus*. – Biochem. Physiol. Pfl. (BPP) 167: 65–77.

STAIRS G. R. 1968. Monoterpene composition in *Larix*. – Silvae Genetica 17: 182–186.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Phyton, Annales Rei Botanicae, Horn

Jahr/Year: 1987

Band/Volume: 27_2

Autor(en)/Author(s): Lang Klaus J., Messerer Maximilian

Artikel/Article: Die quantitative Verteilung der Monoterpene in verschiedenen Teilen einer 19-jährigen Lärche. 289-298