

## 4. ERGEBNISSE

### 4.1 Bakteriologische Ergebnisse

Tab. 4.1 zeigt die Ergebnisse aus den bakteriologischen Untersuchungen für die Stämme, die nach der Aufbewahrung wieder kultiviert werden konnten.

Die Stämme 799, 852, 866, 854, 856, 857, 865, 869, 870, 912, 917, 918, 923, 951, 956, 980, 1215, 1216 (siehe Anhang I) konnten nach der Aufbewahrung nicht mehr oder nur in einer sehr schlechten Form angezogen werden. Aus diesen Stämmen resultierte eine unvollständige Erfassung der bakteriologischen und gaschromatographischen Merkmale. Nach Angaben der biochemischen Untersuchungen der Erstisolierung waren alle diese Isolate beim Phosphatase-Test positiv. Diese Gruppe können als *Clostridium perfringens* Stämme angesehen werden, die besondere Wachstumsansprüche besitzen.

Alle Stämme können aufgrund der Aussage des Katalase-Tests als streng anaerob eingestuft werden.

Die Ergebnisse der Beweglichkeitstests zeigen die Subjektivität der taxonomischen Bestimmungen der klassische Mikrobiologie. In der Literatur werden Clostridien als durch peritriche Begeißelung bewegliche Stäbchen beschrieben. Die Beweglichkeit könnte bei den Feldstämmen aus Mexiko aber durch die Präsenz von Sauerstoff aus der Luft während des Tests oder das Einfrieren der Kulturen beeinflusst worden sein.

Der Pathogenitätstest wurde an einer Stichprobe (n=40) der Isolate durchgeführt, welche 34 % der wiedergewonnenen Stämme entspricht. Davon werden 45 % (n=18) als pathogen betrachtet. Bei der Nekropsie der verendeten Meerschweinchen wurden ödematöse oder gasförmige Veränderungen der Muskelgewebe festgestellt, die entweder lokalisiert an der Injektionsstelle oder generalisiert im Körper der Tiere auftreten.

Auf ihre Toxizität konnten 82 % (n=96) der Isolate untersucht werden. 78 % der getesteten Stämme besitzen ein sehr starkes Toxinsbildungsvermögen, das mindestens zwei der drei zum Versuch eingesetzten Mäuse innerhalb von 24 h, meistens rasch nach der Injektion der frisch gewonnenen Kulturen, getötet hat.

Tabelle 4.1 Ergebnisse aus der bakteriologischen Untersuchungen

Stamm	Wuchsform	Gramm Form Anordnung	Sporen	Bew.	Häm.	Phos.	Kat.	Path. Meers.	Tox. Mäuse
798	IV a	+ ; polymorph einzeln	oval st.	neg.	α	neg.	neg.	++	+++
800	IV a	- ; lange Stb. Faden	n.n.	neg.	γ	pos.	Neg.	--	---
801	IV e	+ ; lange Stb. Faden	n.n.	neg.	γ	neg.	neg.	--	---
802	I e	+; lange Stb. Fäden	n. n.	neg.	α	neg.	neg.	+-	+++

803	IV e	+ ; lange Stb. einzeln	oval term.	neg.	n. n.	pos.	Neg.	n.t.	- - -
806	I e	+ ; lange Stb. einzeln	n.n.	neg.	$\alpha$	neg.	neg.	- +	+ + -
807	II b	+; lange Stb. paarweise	oval zent.	neg.	$\beta$	neg.	neg.	+ -	+ + +
808	IV b	+; lange Stb. paarweise	oval zent.	neg.	$\beta$	neg.	neg.	- - -	+ + -
809	I b	+; lange Stb. Fäden	oval term.	neg.	$\beta$	neg.	neg.	++	+ + +
853	IV d	+; polymorph einzeln	oval st.	neg.	$\beta$	neg.	neg.	+ -	+ + -
859	I b	+; kurze Stb. einzeln	n. n.	neg.	n. n.	pos.	Neg.	n. n	n. n.
867	I b	+; kurze Stb. einzel	n. n.	neg.	-	pos.	Neg.	n. n.	n. n.
868	II e	+; lange Stb. Fäden	n. n.	neg.	$\alpha$	pos.	Neg.	- -	n. n.
872	I b	+; kurze Stb. einzeln	oval zent.	neg.	-	neg.	neg.	- -	n. n
874	II e	+; lange Stb. paarweise	n. n.	neg.	$\beta$	neg.	neg.	+ -	+ + +
875	III e	+; lange Stb. Fäden	oval term.	neg.	$\beta$	neg.	neg.	- -	+ - -
876	III e	+; lange Stb. einzeln	oval term.	neg.	$\beta$	neg.	neg.	- -	- - -
890	I e	+; lange Stb. einzeln	n. n.	neg.	$\beta$	neg.	neg.	- -	n. n.
892	I e	+; polymorph Fäden	n. n	neg.	$\beta$	neg.	neg.	++	+ + +
919	IV b	+; lange Stb. Fäden	n. n.	neg.	$\gamma$	neg.	neg.	n. n.	+ - -
920	I e	+; kurze Stb. paarweise	n. n.	neg.	$\beta$	pos.	Neg.	n. n.	n. n.

921	I e	+; kurze Stb. einzeln	n. n.	neg.	β	pos.	Neg.	n. n.	+ - -
922	I e	+; kurze Stb. einzeln	n. n.	neg.	β	pos.	Neg.	n. n.	n. n.
924	V	+; kurze Stb. einzeln	n. n.	neg.	γ	neg.	neg.	++	+++
925	IV b	+; lange Stb. einzeln	oval zent.	neg.	n. n.	neg.	neg.	n. n.	- - -

Tabelle 4.1 Fortsetzung

Stamm	Wuchs form	Gramm Form Anordnung	Sporen	Bew.	Häm.	Phos.	Kat.	Path. Meers.	Tox. Mäuse
926	I b	+; kurze Stb. paarweise	n.n	neg.	β	pos.	Neg.	n.n	---
927	I e	+; kurze Stb. einzeln	n. n.	neg.	n. n.	neg.	neg.	n. n.	+ + -
928	IV d	+; lange Stb. einzeln	rund term.	pos.	γ	neg.	neg.	- -	+++
929	IV d	+; kurze Stb. Fäden	oval zent.	neg.	n. n.	neg.	neg.	n. n.	+ - -
930	V	+; lange Stb. paarweise	oval st.	neg.	n. n.	neg.	neg.	- -	+ + -
931	V	+; kurze Stb. Fäden	oval zent.	neg.	β	neg.	neg.	n. n.	+ + -
939	I a	+; lange Stb. Fäden	oval term.	neg.	β	neg.	neg.	+ -	+++
940	IV c	+; lange Stb. einzeln	oval st.	neg.	β	neg.	neg.	- -	+++
941	IV c	+; kurze Stb. Fäden	n. n.	pos.	γ	neg.	neg.	n. n.	+ + -
942	II b	+; kurze Stb. paarweise	oval zent.	neg.	γ	neg.	neg.	n. n.	- - -

943	I a	+; polymorph einzeln	oval st.	neg.	$\alpha$	neg.	neg.	n. n.	+++
944	I a	+; polymorph einzeln	oval st.	pos.	$\gamma$	neg.	neg.	n. n.	+++
945	I e	+; lange Stb. Fäden	n. n.	neg.	$\beta$	neg.	neg.	--	+++
946	IV a	+; kurze Stb. einzeln	oval term.	neg.	n. n.	neg.	neg.	n. n.	+-
947	IV a	+; kurze Stb. einzeln	oval st.	neg.	$\beta$	neg.	neg.	n. n.	+-
949	I e	+; kurze Stb. einzeln	n. n.	neg.	$\beta$	neg.	neg.	n. n.	+++
950	I d	+; kurze Stb. einzeln	n. n.	neg.	$\gamma$	neg.	neg.	n. n.	n. n.
953	I a	+; kurze Stb. einzeln	n. n.	neg.	$\beta$	pos.	Neg.	n. n.	+-
954	I a	+; kurze Stb. einzeln	n. n.	neg.	$\gamma$	pos.	Neg.	n. n.	n. n.
955	II e	+; kurze Stb. Fäden	n. n.	neg.	$\beta$	neg.	neg.	n. n.	+++
957	V e	+; polymorph einzeln	n. n.	neg.	$\gamma$	neg.	neg.	--	+++
958	I a	+; polymorph Fäden	oval zent.	neg.	$\beta$	neg.	neg.	n. n.	+++
959	I a	+; kurze Stb. einzeln	n. n.	neg.	$\gamma$	pos.	Neg.	n. n.	+-
960	I a	+; kurze Stb. einzeln	n. n.	neg.	$\gamma$	neg.	neg.	-+	+++
961	III e	+; kurze Stb. einzeln	n. n.	neg.	n. n.	neg.	neg.	n. n.	+++

Tabelle 4.1 Fortsetzung.

Stamm	Wuchs form	Gramm Form Anordnung	Sporen	Bew.	Häm.	Phos.	Kat.	Path. Meers.	Tox. Mäuse
962	III e	+; kurze Stb. einzeln	n. n.	neg.	n. n.	neg.	neg.	n. n.	+++

965	I a	+; kurze Stb. einzeln	n. n.	neg.	n. n.	pos.	Neg.	n. n.	+ + -
966	V e	+; lange Stb. einzeln	n. n.	neg.	γ	neg.	neg.	n. n.	- - -
967	V e	+; lange Stb. paarweise	oval st.	neg.	γ	neg.	neg.	n. n.	+ + +
968	I e	+; kurze Stb. einzeln	n. n.	pos.	β	neg.	neg.	n. n.	+ + +
969	I e	+; kurze Stb. einzeln	n. n.	pos	β	neg.	neg.	n. n.	+ + +
970	I c	*; polymorph einzeln	n. n	pos	β	neg.	neg.	n. n.	+ - -
971	IV a	+; kurze Stb. Fäden	oval zent	neg.	β	neg.	neg.	n. n.	- - -
972	I c	+; kurze Stb. einzeln	oval term.	neg.	γ	neg.	neg.	n. n.	+ + +
973	II e	+; kurze Stb. einzeln	n. n.	neg.	β	neg.	neg.	n. n.	+ + -
974	I c	*; polymorph einzeln	n. n.	neg.	γ	neg.	neg.	n. n.	+ + -
975	I a	+; polymorph einzeln	oval zent.	pos.	β	neg.	neg.	n. n.	+ + +
981	I a	+; kurze Stb. einzeln	n. n.	neg.	n. n.	pos.	Neg.	n. n.	n. n.
982	III a	+; polymorph einzeln	n. n.	neg.	n. n.	pos.	Neg.	n. n.	n. n.
983	II a	+; polymorph einzeln	n. n.	neg.	n. n.	pos.	Neg.	n. n.	n. n.
984	II d	+; kurze Stb. einzeln	n. n.	neg.	n. n.	pos.	Neg.	n. n.	+ + -
985	I c	*; kurze Stb. einzeln	n. n.	neg.	n. n.	neg.	neg.	n. n.	n. n.
986	III e	+; kurze Stb. einzeln	oval term.	neg.	n. n.	neg.	neg.	n. n.	+ + -
991	III e	+; lange Stb. einzeln	oval term.	neg.	n. n.	neg.	neg.	n. n.	+ + +

992	I c	+; lange Stb. Fäden	n. n.	neg.	n. n.	neg.	neg.	n. n.	n. n.
994	I c	+; lange Stb. einzeln	oval zent.	neg.	n. n.	neg.	neg.	n. n.	+++
995	I c	*; lange Stb. einzeln	oval term.	neg.	n. n.	neg.	neg.	++	+++
996	V e	*; polymorph einzeln	n. n.	neg.	β	neg.	neg.	n. n.	++-
997	III e	+; lange Stb. einzeln	oval zent.	neg.	n. n.	neg.	neg.	n. n.	n. n.
998	III e	+; lange Stb. einzeln	oval zent.	neg.	n. n.	neg.	neg.	n. n.	n. n.

Tabelle 4.1 Fortsetzung.

Stamm	Wuchs form	Gramm Form Anordnung	Sporen	Bew.	Häm.	Phos.	Kat.	Path. Meers.	Tox. Mäuse
999	I c	+; lange Stb. Fäden	n. n.	neg.	n. n.	neg.	neg.	n. n.	n. n.
1000	I c	+; kurze Stb. einzeln	oval zent.	neg.	n. n.	neg.	neg.	n. n.	n. n.
1174	I c	+; lange Stb. Fäden	oval term.	neg.	β	neg.	neg.	+ -	+++
1175	I c	+; kurze Stb. einzeln	oval term.	neg.	β	neg.	neg.	++	+++
1176	III e	+; lange Stb. Fäden	oval term.	neg.	β	neg.	neg.	++	+++
1177	I a	*; lange Stb. einzeln	oval term.	neg.	n. n.	neg.	neg.	n. n.	+++
1178	III e	+; polymorph einzeln	n. n.	neg.	α	neg.	neg.	n. n.	+++
1179	I e	+; polymorph einzeln	n. n.	neg.	γ	neg.	neg.	n. n.	++-

1180	III e	*; lange Stb. Fäden	oval term.	neg.	$\gamma$	neg.	neg.	- -	+++
1181	III e	+; kurze Stb. einzeln	oval zent.	neg.	$\beta$	neg.	neg.	- -	+++
1182	II a	+; polymorph Fäden	n. n.	neg.	$\beta$	neg.	neg.	n. n.	+++
1183	II a	+; polymorph einzeln	n. n.	neg.	$\beta$	neg.	neg.	+ -	+++
1184	IV b	+; lange Stb. paarweise	n.n	neg.	$\beta$	neg.	neg.	- -	+++
1195	IV a	+; lange Stb. Fäden	n. n.	neg.	$\beta$	neg.	neg.	- -	---
1196	IV a	+; kurze Stb. paarweise	oval zent.	neg	$\gamma$	neg.	neg.	n. n.	+++
1198	I a	+; kurze Stb. paarweise	oval zent.	neg.	$\gamma$	neg.	neg.	n. n.	+++
1199	IV a	+; polymorph einzeln	n. n.	neg.	$\beta$	neg.	neg.	n. n.	+++
1200	I c	+; polymorph Fäden	n. n.	neg.	$\gamma$	neg.	neg.	n. n.	+++
1202	I d	+; lange Stb. paarweise	n. n.	neg.	$\gamma$	pos.	Neg.	n. n.	+++
1203	I b	+; lange Stb. paarweise	oval st.	neg.	$\beta$	pos.	Neg	n. n.	+++
1204	IV d	+; kurze Stb. Fäden	oval zent.	neg.	$\gamma$	neg.	neg.	n. n.	+++
1205	I a	+; lange Stb. paarweise	oval zent	neg.	$\gamma$	pos.	Neg.	n. n.	+++
1206	I b	+; lange Stb. Fäden	n. n.	neg.	$\beta$	pos.	Neg.	n. n.	+++

Tabelle 4.1 Fortsetzung

Stamm	Wuchs form	Gramm Form Anordnung	Sporen	Bew.	Häm.	Phos.	Kat.	Path. Meers.	Tox. Mäuse
1207	V	+; kurze Stb. paarweise	rund zent.	neg.	$\gamma$	neg.	neg.	n. n.	n. n.
1208	II a	+; polymorph paarweise	oval zent.	neg.	$\gamma$	pos.	Neg.	n. n.	+ - -
1209	II b	+; lange Stb. Fäden	oval st.	neg.	$\beta$	neg.	neg.	n. n.	+ + -
1210	II a	+; kurze Stb. paarweise	oval zent.	neg.	$\beta$	neg.	neg.	n. n.	+ + +
1211	III e	+; kurze Stb. einzeln	oval st.	neg.	$\beta$	neg.	neg.	n. n.	+ + +
1212	I e	*; kurze Stb. einzeln	n. n.	neg.	$\beta$	neg.	neg.	n. n.	+ + +
1213	I e	+; kurze Stb. einzeln	n. n.	neg.	n. n.	neg.	neg.	n. n.	+ + +
1214	III e	+; kurze Stb. einzeln	n. n.	neg.	n. n.	neg.	neg.	n. n.	n. n.
1217	IV d	+; lange Stb. paarweise	oval zent.	neg.	$\gamma$	neg.	neg.	- -	+ + +
1218	IV a	+; lange Stb. paarweise	oval term.	neg.	$\beta$	neg.	neg.	- -	- - -
1219	III a	+; lange Stb. paarweise	oval zent.	neg.	$\gamma$	neg.	neg.	- -	+ - -
1220	I c	+; kurze Stb. einzeln	oval zent.	neg.	$\gamma$	neg.	neg.	- -	+ + +
1221	II e	+; lange Stb. Fäden	n. n.	neg.	$\beta$	neg.	neg.	+ -	+ + +
1240	I c	+; lange Stb. paarweise	oval term.	neg.	$\alpha$	neg.	neg.	- -	+ + +
1241	I a	+; lange Stb. einzeln	n. n.	neg.	$\beta$	neg.	neg.	n. n.	+ + +



1242	I a	+; kurze Stb. einzeln	n. n.	neg.	$\beta$	neg.	neg.	n. n.	+++
1244	II a	+; lange Stb. Fäden	oval zent.	neg.	$\gamma$	neg.	neg.	n. n.	+++

#### 4.2 Ergebnisse aus der Analyse der Alkohole und kurzkettigen Fettsäuren

Die Dampfdruckanalyse der Stoffwechselprodukte jedes untersuchten Feldisolates lieferte für den jeweiligen Stamm ein gaschromatographisches Profil, das die Zusammensetzung an gebildeten Alkoholen und Fettsäuren zeigt. Tab. 4.2 baut auf den gesamt nachgewiesenen Komponenten auf und gibt damit einen Überblick über die physiologischen Merkmale der Feldstämme Mexikos.

n-Buttersäure (Komponentennummer 8) und Äthanol (Komponentennummer 2) werden in fast allen Stämmen (93 bzw. 96 % der Isolate) nachgewiesen. Sie werden auch in der Regel in relativ hohen Mengen ( $\bar{x} = 49$  und 25 %) gebildet (Abb. 4.1). Beide Substanzen haben eine große Bedeutung in der Klassifizierung der Stämme. Dagegen wurde n-Amylalkohol nur von einem Stamm (Nummer 972) in einer unbedeutend geringen Menge (0,2 %) produziert. Man kann davon ausgehen, daß diese Komponente für die Unterscheidung der Isolate keine Rolle spielt.

Die restlichen Komponenten können aufgrund ihrer Prävalenz (über 5 %) eine wichtige Funktion bei der Bildung von Untergruppen erfüllen. Obwohl n-Capron-, Oenanth- und Octansäure eher kleine Prävalenz- und Mittelwerte aufweisen, werden sie bei den Stämmen 1211, 1212, 1213, 1214 in bedeutenden Anteilen gebildet. Den Mittelwerten zufolge können zwei Gruppen von Komponenten gebildet werden, nämlich die mit über 5 % mittlerem Anteil (Propion-, i-Valerian- und i-Capronsäure) und jene, die weniger als 5 % mittleren Anteil erreichen (Methanol, n-Propylalkohol, n-Butanol, i-Buttersäure, n-Valerian-, n-Capron-, Oenanth- und Octansäure).

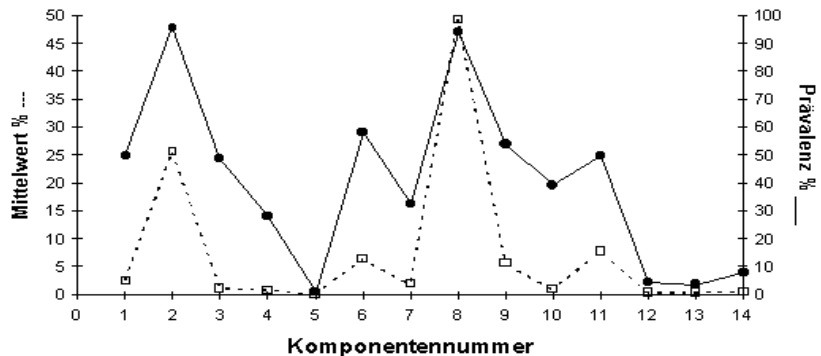


Abb. 4.1 Prävalenz und Mittelwerte der gebildete Alkohole und kurzkettigen Fettsäuren bei Feldisolaten aus Nordost-Mexiko

Tab. 4.2 Ergebnisse der gaschromatographischen Analysen der Stoffwechselprodukte

Stamm	Methanol	Aethanol	N-Propyl-OH	N-Butanol	N-Amyl-OH	Propion	I-Butter	N-Butter	I-Valerian	N-Valerian	I-Capron	N-Capron	Oenanth	Octan
798		4,11				11,31		83,05		1,52				
800		1,11				27,92		70,97						
801		11,84	2,16			15,54		65,10		5,36				
802		2,50						93,43		4,07				
803	20,86	44,24						34,91						
806						33,43	19,81		43,46	3,30				
807	6,10	31,37	1,78				4,37		9,46	1,97	44,95			
808	10,22	71,83	2,17						2,15	1,16	12,47			
809	3,52	26,66	1,34	0,52		9,00		39,71	2,54	0,46	16,23			
853		35,73		1,27		20,28		38,96			3,76			
859		36,47		1,39		26,11		36,03						
867		41,52		1,68		21,25		32,48		3,07				
868	1,99	29,01	1,12			3,60		46,43	4,25		13,61			
872	3,80	41,55	2,05			4,97	2,69	2,62	10,03		32,30			
874		3,12	0,72	0,52		27,59	0,67	64,24	2,55	0,59				
875		28,76	1,41	1,17		3,85	12,28	5,67	37,41	1,54	7,91			
876	1,24	17,40	1,11	2,57		3,87	7,95	37,71	20,70	1,62	5,82			
890	5,65	55,85	2,45			5,25			4,12		26,67			
892		1,31				6,60		77,66	2,37		12,06			
919	1,69	45,58	2,73			1,73		47,66		0,60				
920		4,37						93,87		1,75				
921		4,69				3,00		90,10		2,21				
922		5,15						93,32		1,53				
924		5,96						85,06	2,26		6,71			
925	2,23	43,38	4,25			5,13	6,40	1,35	13,71	22,60				
926	3,10	45,00	1,09	0,81		1,03		48,26		0,72				
927	1,73	33,54	2,88	11,85		1,81	3,89	32,10	11,13	0,27	0,81			
928		2,82				3,93		93,24						
929	4,07	40,99	4,94			5,57	3,71	1,65	7,96	0,80	30,33			
930		14,68				13,81	12,29	31,25	27,98					
931		32,97				37,54		29,49						
939		27,42					7,98	25,35	24,07		15,18			
940		3,05				2,86		94,09						
941		27,16	19,68	3,16		2,17		47,59		0,25				
942	5,67	20,45					3,83	7,52	10,23		52,31			
943	14,15	6,22						79,63						
944	3,43	4,53						87,11			4,93			
945						30,74		68,49		0,78				
946		15,51	0,74	6,90			3,16	52,57	7,62	1,70	10,67			1,14

Tab. 4.2 Fortsetzung

Stamm	Methanol	Aethanol	N-Propyl- OH	N-Butanol	N-Amyl- OH	Propion	I-Butter	N-Butter	I-Valerian	N- Valerian	I-Capron	N-Capron	Oenanth	Octan
947	2,79	39,99	5,94	1,29		13,73		34,14		2,14				
949								97,29		2,71				
950	7,13	74,07	2,58					5,82			10,40			
953	9,28	67,62	1,46					4,54	1,24		15,87			
954								97,25		2,75				
955		9,71						87,94	2,35					
957		50,00						50,00						
958		7,19	2,06					86,63		4,11				
959	9,00	70,92	2,07	0,77			0,76	0,83	3,31		12,35			
960		50,00				3,66		46,00		0,35				
961		4,56	0,69			21,03	1,70	66,12	4,93	0,98				
962		1,08				7,99	3,31	78,33	7,55			1,74		
965	7,15	83,38	1,90	0,37				0,52	0,66		6,02			
966	3,53	6,11				13,91	5,94	58,86	11,64					
967		19,12				23,11	16,77		41,00					
968	9,00	57,18						8,14	1,82		23,86			
969		52,80						37,94			9,26			
970	4,83	11,24						83,93						
971	3,82	21,29	0,78	0,75		6,52	3,76	37,09	8,98		17,00			
972	1,99	30,55	3,58	16,82	0,20	0,64	2,22	31,24	6,31	1,42	4,68			0,36
973	2,01	2,09				9,58		85,52			0,82			
974	7,30	11,90						76,05			4,75			
975	0,90	2,35				10,00	0,65	83,91	2,18					
981		1,92				9,69	1,20	81,31	4,43		1,45			
982	10,06	76,04	1,89					7,91			4,11			
983		5,48				5,28		82,23			7,02			
984		24,47						61,13	14,40					
985	2,26	3,59	2,49	3,76		11,00	3,92	59,83	11,37	0,38	1,12			0,28
986		18,95					8,46	58,49	14,10					
991		4,54				10,42		85,05						
992	0,60	1,59	0,45			8,19		88,97		0,21				
994	2,51	6,81		0,65		23,08	16,85	8,72	39,47		1,91			
995	0,86	1,51	0,65			6,88		89,71		0,39				
996	0,68	3,95	0,44	0,31		1,00	0,29	90,99	0,85		1,48			
997		68,84	0,72	0,48		2,07	3,32	5,81	13,80		4,97			
998	4,22	28,98	2,99	1,11		7,63	4,20	31,58	17,73		0,57			0,99
999		66,39						33,61						
1000		2,72	0,47	0,25		4,60	1,65	86,27	4,05					
1174	0,62	3,35	1,05	0,20		5,01		89,76						

Tab 4.2 Fortsetzung

Stamm	Methanol	Aethanol	N-Propyl-OH	N-Butanol	N-Amyl-OH	Propion	I-Butter	N-Butter	I-Valerian	N-Valerian	I-Capron	N-Capron	Oenanth	Octan
1175		2,17	0,74	0,16		5,10		91,64		0,19				
1176	0,17	1,67	0,46	0,13		11,18		85,80		0,59				
1177	0,73	2,78	0,55	0,26		8,65		86,41	0,29	0,33				
1178	5,85	37,15	1,69	2,20				51,70					0,61	0,80
1179	0,72	5,67	0,44	0,36		1,63		90,73	0,44					
1180		0,46	0,31			3,17		95,49		0,56				
1181		32,41		2,84			4,02	39,20	13,32	1,72	6,49			
1182	0,27	1,33	0,24			18,72		79,14		0,30				
1183		0,71				4,10		94,34		0,85				
1184		0,94				7,32		90,47		1,27				
1195						9,39		90,61						
1196	2,18	69,65	2,74				2,35	1,56	6,28		15,24			
1198	3,71	74,00	2,08				2,12	0,84	3,69		13,57			
1199		27,18						33,49	5,55		33,77			
1200		19,78						44,96	3,93		31,32			
1202	6,00	55,14	1,52					9,47	4,14		23,72			
1203	4,60	70,75	1,55				1,23	2,25	4,21		15,41			
1204	5,90	54,36	1,70					2,33	4,94		30,76			
1205	7,17	66,53	0,99						3,28		22,03			
1206	6,87	70,09	1,24						3,41		18,38			
1207	4,23	49,68	2,27	11,35				8,41	2,17		21,90			
1208	7,78	70,48	1,39					6,66	2,22		11,47			
1209		15,33	1,86			6,97		36,72	10,77		28,35			
1210	4,26	71,03	3,18			2,22	1,70	6,35	3,90		7,37			
1211	3,48	34,81	1,67			3,53	1,91	3,03	5,18	3,70	12,08	7,05	10,64	12,94
1212	1,81	29,11		0,79			2,00	15,89	7,14	1,89	15,62	5,39	7,80	12,54
1213		2,31				3,18		73,98	1,63		5,92	3,33	2,86	6,79
1214		5,77						68,80			8,98	5,56		10,89
1217	4,91	48,18	2,83			3,79	1,92	3,01	6,38		28,98			
1218		0,57				3,78		95,20		0,45				
1219	0,53	5,55	0,70	0,79		2,40		74,28	0,65	0,87	14,24			
1220		6,97				64,49		11,69		16,86				
1221		2,23				22,09		73,41		2,27				
1240	0,61	3,27		0,37		10,15	8,60	44,90	32,11					
1241		9,10						83,46			7,44			
1242		3,48						86,99			9,53			
1244	8,23	51,53						32,23	3,05		2,28			

4.3 Ergebnisse aus der FAME-Analyse der langkettigen Fettsäuren aus der Bakterienzelle

Tab. 4.3 zeigt für jeden Feldstamm aus Nordost-Mexiko bezüglich ihrer langkettigen Fettsäuren die ermittelten Prozentwerte der gaschromatografischen Profile, die in Übereinstimmung mit der Standardlösung nachgewiesen werden konnten.

Anhand der Ergebnisse der Analyse der langkettigen Fettsäuren über die gesamte Anzahl der Feldstämme (Abb.4.2), erwiesen sich wiederum zwei Komponenten, nämlich M-Tetradecansäure ( $\bar{x} \cong 21\%$ , Präv.  $\cong 99\%$ ) und M-Hexadecansäure ( $\bar{x} \cong 20\%$  Präv.  $\cong 100\%$ ), als am stärksten vertreten. Im Gegensatz dazu wurden M-2-OH-Decansäure und M-2-OH-Dodecansäure kaum nachgewiesen.

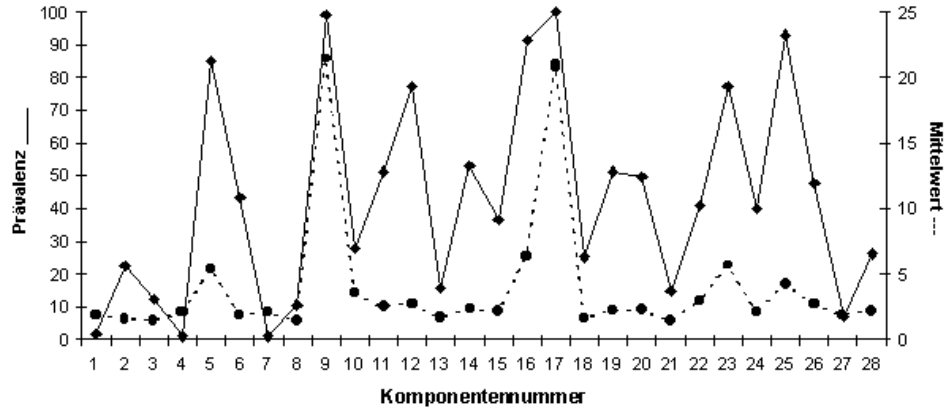


Abb. 4.2 Prävalenz und Mittelwerte der nachgewiesenen Fettsäure-Methylester bei Feldisolaten aus Nordost-Mexiko

Andere Gruppen von Komponenten mit großer Prävalenz und nicht unbedeutendem mittleren Anteil stellen M-Dodecansäure (Präv.  $\cong 85\%$ ,  $\bar{x} \cong 5\%$ ), M-Cis-9-Hexadecansäure (Präv.  $\cong 91\%$ ,  $\bar{x} \cong 6\%$ ), M-Cis-9-Octadecansäure (Präv.  $\cong 77\%$ ,  $\bar{x} \cong 5\%$ ) und M-Octadecansäure (Präv.  $\cong 93\%$ ,  $\bar{x} \cong 4\%$ ) sowie M-Pentadecansäure (Präv.  $\cong 85\%$ ,  $\bar{x} \cong 2\%$ ) dar.

Beim Rest der Komponenten fällt auf, daß sie zwar nicht in großen Mengen vorkommen, aber doch bei vielen Stammisolaten gebildet werden.

Tab. 4.3 Ergebnisse der FAME-gaschromatographischen Analysen

F A M E		Stamm																			
Name	Abkürzung	798	800	801	802	803	806	807	808	809	853	859	867	868	872	874	875	876	890	892	919
M.Nonanoat	9:0																				
M.Decanoat	10:0		1,42					0,50										0,51			
M.Undecanoat	11:0		0,21					0,48													
M.2-OH-Decanoat	2-OH 10:0																				
M.Dodecanoat	12:0	3,79	4,02		2,23			6,30	4,70	6,20	7,93				4,56	0,46		1,29	2,77	16,54	
M.Tridecanoat	13:0	0,22						3,27	2,84	1,91					3,21					1,79	
M.2-OH-Dodecanoat	2-OH 12:0																				
M.3-OH-Dodecanoat	3-OH 12:0								0,45												
M.Tetradecanoat	14:0	20,11	6,97	9,88	27,64		2,98	12,99	8,95	13,01	38,69	1,22	1,29	7,69	12,77	30,80	16,44	14,49	8,24	35,30	4,69
M.13-M-Tetradeca	i-15:0		0,28																		
M.12-M-Tetradeca	a-15:0			3,34	0,73		1,52		1,91			0,87	1,25		2,12	1,09	3,46	0,93	1,45	0,92	
M.Pentadecanoat	15:0	0,82	3,69				1,14	3,29	2,75	2,52					4,68	1,39	2,86	1,02	3,34		
M.2-OH-Tetradeca	2-OH 14:0																	0,28			
M.3-OH-Tetradeca	3-OH 14:0	0,77	3,56	5,97	0,49		0,95	0,39		2,26					0,97		0,51	1,18	1,77		13,58
M.14-M-Pentadeca	i-16:0						0,31	1,73	2,85						1,23		1,09	1,42	0,54		
M.Cis-9-Hexadece	16:1(9)	3,18	8,49	4,62	5,51	7,37	3,55		6,30	5,03	2,94	1,40	1,59	11,53		1,78	3,88	5,35	5,23	1,99	6,80
M.Hexadecanoat	16:0	33,70	19,36	22,83	23,10	25,67	4,50	22,13	20,17	13,19	30,40	6,35	8,94	34,27	20,75	26,66	25,64	16,04	13,58	22,27	24,81
M.15-M-Hexadecan	i-17:0		4,09				0,90													0,71	
M.Cis-9,10-M-Hex	17:0^	0,30	2,28					1,85	1,90	1,92					2,39	0,88	1,84	1,54	2,15		
M.Heptadecanoat	17:0	0,73	1,43					3,94	3,73	1,08					2,78	0,56	0,63		1,41	0,87	
M.2-OH-Hexadecan	2-OH 16:0	0,17							0,31	0,63					0,40				0,39		
M.Cis-9,12-Octad	18:2(9 12)			20,88			3,93	1,12			2,79	7,27		36,46	0,88				2,65	0,57	
M.Cis-9-Octadece	18:1(9')	4,82	4,48		7,14	41,01			1,03		1,53		10,12			0,32	0,12	1,06		1,29	27,89
M.Trans-9-Octade	18:1(9)	5,34	4,78		5,12			0,58	1,08						1,15	1,55	1,09	0,53	0,70		
M.Octadecanoat	18:0	11,99	2,90	8,45	9,23	13,79		3,85	3,45		8,18	2,02	2,48	10,05	1,69	2,69	1,14	0,45	0,70	6,20	9,65
M.Cis-9,10-M-Oct	19:0^		0,37					1,42	1,71					36,52	1,73	0,83	0,22	1,77	4,65		
M.Nonadecanoat	19:0	0,23																			
M.Eicosanoat	20:0	0,55		2,08	0,31							2,12	1,87			0,12					0,44

Tab. 4.3 Fortsetzung

F A M E		Stamm																				
Name	Abkürzung	920	921	922	924	925	926	927	928	929	930	931	939	940	941	942	943	944	945	946	947	
M.Nonanoat	9:0																					
M.Decanoat	10:0		1,39						1,40			1,77		1,63	0,40						2,98	
M.Undecanoat	11:0									0,31	0,82										1,09	
M.2-OH-Decanoat	2-OH 10:0																					
M.Dodecanoat	12:0	12,08	34,33	9,42	6,14	0,98	21,24		6,06	2,52	4,90	4,71	0,45	6,31	2,57	1,66	0,69	0,81	0,68		6,56	
M.Tridecanoat	13:0		0,80			1,16			0,63	1,69		0,82			1,08				0,16		1,14	
M.2-OH-Dodecanoat	2-OH 12:0																					
M.3-OH-Dodecanoat	3-OH 12:0									0,46											0,17	
M.Tetradecanoat	14:0	10,49	15,46	10,85	28,89	5,35	9,24	22,65	51,80	6,54	11,03	9,61	31,77	56,74	43,53	3,73	10,98	7,58	24,97	21,02	10,45	
M.13-M-Tetradeca	i-15:0					2,12					0,78					2,18	6,46	1,31				
M.12-M-Tetradeca	a-15:0					2,06		2,66	4,09		1,09		2,23	2,85	5,72	1,06			4,00	2,56		
M.Pentadecanoat	15:0			0,18	4,58			1,11	1,11	3,21	3,49	2,34	1,84	0,57	1,34	1,47			0,39	1,99	1,02	1,35
M.2-OH-Tetradeca	2-OH 14:0																		0,10	1,34		
M.3-OH-Tetradeca	3-OH 14:0			0,80	0,61				0,25	0,72	14,68	2,93					0,63			0,16		
M.14-M-Pentadeca	i-16:0					7,55		0,47		2,33						1,70				0,67	0,83	
M.Cis-9-Hexadece	16:1(9)	5,04	1,69	8,04	4,33	4,57	5,21	4,57	4,16	3,02	12,81	4,40	0,74	3,29	5,29	3,45	6,63	8,53	3,31	4,22	22,98	
M.Hexadecanoat	16:0	24,67	5,25	27,08	27,35	21,18	22,32	12,32	5,77	16,06	12,66	38,83	30,13	7,29	18,59	11,40	43,31	39,01	25,63	18,32	13,57	
M.15-M-Hexadecan	i-17:0					0,94			0,21		3,52		1,37		1,06	0,75			1,91			
M.Cis-9,10-M-Hex	17:0^					1,94		1,96		1,42	1,52	4,22	0,23			1,13			1,07	2,33		
M.Heptadecanoat	17:0					5,19				2,82	0,69	3,93				3,24		0,26	0,36		1,21	
M.2-OH-Hexadecan	2-OH 16:0					0,71																
M.Cis-9,12-Octad	18:2(9 12)				3,37							3,56								3,52		
M.Cis-9-Octadece	18:1(9')	28,34	3,92	29,75	1,99	2,31	20,20	1,03	1,03	1,91	2,96	0,42	0,50	1,09	0,64	4,10	2,50	14,71	7,07	1,28	6,85	
M.Trans-9-Octade	18:1(9)					2,21				1,89			0,91		0,50							
M.Octadecanoat	18:0	6,10	3,27	7,43	5,90	1,98	7,52			1,52	0,85	5,03	4,24	0,22	0,44	2,37	4,76	3,85	4,25	0,35	1,37	
M.Cis-9,10-M-Oct	19:0^				1,01	3,58				0,97						5,05	4,99	3,23	0,45	0,20		
M.Nonadecanoat	19:0		8,74																			
M.Eicosanoat	20:0	2,48	2,70				6,39						0,39					0,86	0,23			

Tab. 4.3 Fortsetzung

F A M E		Stamm																				
Name	Abkürzung	949	950	953	954	955	957	958	959	960	961	962	965	966	967	968	969	970	971	972	973	
M.Nonanoat	9:0																					
M.Decanoat	10:0														2,10							
M.Undecanoat	11:0																					
M.2-OH-Decanoat	2-OH 10:0																					
M.Dodecanoat	12:0	0,70	4,08	2,03	2,07	8,49	6,45	11,95	5,06	0,18	0,43		3,48	5,40	6,87	1,80	4,13	8,37	1,47	0,67	0,96	
M.Tridecanoat	13:0		2,48	1,57					2,60				2,03		1,49	1,15	1,68		1,63		0,23	
M.2-OH-Dodecanoat	2-OH 12:0																					
M.3-OH-Dodecanoat	3-OH 12:0																				0,26	
M.Tetradecanoat	14:0	8,81	12,36	9,83	4,56	36,16	16,06	39,73	14,27	23,70	32,53	2,47	12,28	13,71	15,03	7,35	10,96	39,06	4,13	29,44	27,97	
M.13-M-Tetradeca	i-15:0	3,23								2,37		16,23						1,94				6,82
M.12-M-Tetradeca	a-15:0		1,01	2,56				0,52			1,05					1,65		2,15	2,71	2,33		
M.Pentadecanoat	15:0	0,50	4,37	5,10		0,29			4,23	1,85	1,83		4,46	4,16	4,79	3,42	2,90	0,28	3,34	0,65	1,61	
M.2-OH-Tetradeca	2-OH 14:0											1,80										
M.3-OH-Tetradeca	3-OH 14:0		2,43	1,95		0,54		0,57	1,26	0,36		4,42	1,88	4,73		1,38				1,13	0,49	
M.14-M-Pentadeca	i-16:0		0,84						0,53			0,55				2,30	0,92		5,94	0,25		
M.Cis-9-Hexadece	16:1(9)			12,90	5,00	3,08	5,29	4,94	3,97	3,11	2,16	4,28	9,41	25,17	13,57				5,87	5,11	8,41	
M.Hexadecanoat	16:0	42,33	16,67	17,39	24,04	34,66	23,38	21,52	22,31	25,61	30,94	14,10	22,58	29,65	21,17	18,57	13,96	16,53	21,52	11,13	19,02	
M.15-M-Hexadecan	i-17:0	0,26	1,23							0,88									0,95			2,21
M.Cis-9,10-M-Hex	17:0^	0,18	3,01	7,11					2,57	1,33	1,76		4,39				2,55	1,99		1,55	2,04	0,81
M.Heptadecanoat	17:0		1,63	2,08					2,64	0,45			1,98				3,11	1,40		7,42		0,33
M.2-OH-Hexadecan	2-OH 16:0																					
M.Cis-9,12-Octad	18:2(9 12)	0,11	0,86	1,56				2,50			0,41			9,91							0,85	
M.Cis-9-Octadece	18:1(9')	6,98			29,13	1,92	10,49	3,09	2,07	2,79	1,58	17,90	1,55		7,26	2,16	2,55	3,64	2,43	0,93	1,13	
M.Trans-9-Octade	18:1(9)		1,18	3,20				1,82	1,21	4,65			1,67				2,55		1,60	2,42	2,08	
M.Octadecanoat	18:0	3,87	0,86	0,83	6,57	8,44	14,26	4,16	1,54	2,84	2,79	3,64	1,97	1,85	2,01	1,48	0,82	2,30	3,75	0,12	1,98	
M.Cis-9,10-M-Oct	19:0^	4,21	1,99	4,65					1,44	0,81	0,56		3,23				2,54	1,27		1,50	0,12	0,31
M.Nonadecanoat	19:0								0,50													
M.Eicosanoat	20:0	0,92				0,33	0,88			0,16												0,19

Tab. 4.3 Fortsetzung



F A M E		Stamm																			
Name	Abkürzung	974	975	981	982	983	984	985	986	991	992	994	995	996	997	998	999	1000	1174	1175	1176
M. Nonanoat	9:0																				
M. Decanoat	10:0				2,22															0,27	0,26
M. Undecanoat	11:0																				
M. 2-OH-Decanoat	2-OH 10:0																				
M. Dodecanoat	12:0	2,73	0,67	6,36	21,22	15,23	1,32	0,58	0,21	0,71	7,01	4,18	1,66	6,17	2,22	1,09			1,50	1,71	1,33
M. Tridecanoat	13:0						0,35								0,79	0,72			0,40	0,38	
M. 2-OH-Dodecanoat	2-OH 12:0																				
M. 3-OH-Dodecanoat	3-OH 12:0																				
M. Tetradecanoat	14:0	32,12	15,56	3,72	6,15	9,89	11,97	25,80	19,19	27,05	42,17	11,80	37,17	29,45	40,06	8,14	8,54	1,18	34,14	42,49	32,98
M. 13-M-Tetradeca	i-15:0		8,59							2,83		1,53	1,85			2,53		75,72			2,43
M. 12-M-Tetradeca	a-15:0	1,42					1,42	2,79	3,96						1,51				4,20	3,34	
M. Pentadecanoat	15:0	0,32	0,78				0,86	1,40	2,55	0,90		3,88	1,12	0,31	1,57	0,38			1,44	1,49	0,59
M. 2-OH-Tetradeca	2-OH 14:0													0,19				5,44			
M. 3-OH-Tetradeca	3-OH 14:0		0,26			4,52	1,43	0,35	0,45	2,35	4,00		2,51		0,49						
M. 14-M-Pentadeca	i-16:0						0,26	0,58	1,48												
M. Cis-9-Hexadece	16:1(9)	3,12	1,93	1,74	2,91	4,57		5,48	4,79	4,47		17,55	2,94	6,03	7,80		3,12	0,56	13,97	9,07	5,99
M. Hexadecanoat	16:0	27,46	34,01	11,20	20,11	22,11	7,16	16,88	20,85	17,10	10,12	24,86	24,49	26,67	6,57	10,62	21,54	2,36	12,57	16,30	17,35
M. 15-M-Hexadecan	i-17:0	1,46																	1,78		
M. Cis-9,10-M-Hex	17:0^						1,02	1,28	1,78	1,15			2,99	0,35							1,25
M. Heptadecanoat	17:0		0,32				0,24	0,14	0,29			1,25		0,33	0,18						0,22
M. 2-OH-Hexadecan	2-OH 16:0																		0,33		
M. Cis-9,12-Octad	18:2(9 12)										14,29		0,08							2,12	
M. Cis-9-Octadece	18:1(9')	6,09		10,68	21,97	19,76	0,44	0,71		2,90		11,04	1,29	5,13	1,79		24,89	2,20		0,41	2,40
M. Trans-9-Octade	18:1(9)	4,07	7,01					0,72	1,95					3,71						0,30	
M. Octadecanoat	18:0	6,92	1,23	4,66	9,46	6,45	0,35	0,47	1,11	1,93	3,37	2,16	1,22	6,39	0,88		5,62	0,58	0,31	0,37	1,49
M. Cis-9,10-M-Oct	19:0^		1,78				0,28	0,36	0,33	0,65				0,92							0,46
M. Nonadecanoat	19:0			1,74	2,16																
M. Eicosanoat	20:0			26,24	3,42			0,89	0,30						0,26						

Tab. 4.3 Fortsetzung

F A M E		Stamm																			
Name	Abkürzung	1177	1178	1179	1180	1181	1182	1183	1184	1195	1196	1198	1199	1200	1202	1203	1204	1205	1206	1207	1208
M. Nonanoat	9:0										0,31										
M. Decanoat	10:0	0,97			1,65						0,38	1,22			0,13	0,29			0,13	0,44	
M. Undecanoat	11:0										0,26				0,27	0,35			0,18		0,28
M. 2-OH-Decanoat	2-OH 10:0																				
M. Dodecanoat	12:0	4,59	5,74	0,45	5,66		0,70		0,39	0,59	2,32	4,62	5,13	4,68	3,55	4,02	2,45	4,51	2,77	2,00	3,05
M. Tridecanoat	13:0				0,59				1,26		2,25	0,57	0,19		2,00	1,89	2,57	2,17	1,48	0,42	2,16
M. 2-OH-Dodecanoat	2-OH 12:0										0,19										
M. 3-OH-Dodecanoat	3-OH 12:0									0,68	0,38			0,27			0,30				0,15
M. Tetradecanoat	14:0	47,70	21,79	12,14	38,46	20,56	38,39	20,08	23,38	28,02	6,73	11,67	28,95	29,29	12,22	12,22	8,78	8,60	11,09	39,72	11,90
M. 13-M-Tetradeca	i-15:0			1,34					3,31	2,43	0,37		0,86	0,70	0,33						2,67
M. 12-M-Tetradeca	a-15:0	5,48	0,31		4,09	1,58	1,65		5,37	1,35					1,84	2,24	1,01	1,94	1,42		1,70
M. Pentadecanoat	15:0	0,86	0,24	0,35	1,30	1,74	0,95	2,72	6,20	1,51	3,24	1,16	0,37	0,26	4,38	4,04	3,93	2,94	3,82	0,83	4,29
M. 2-OH-Tetradeca	2-OH 14:0								2,72	0,47	0,52		0,24	0,42	0,88	0,99	0,11		0,99		0,91
M. 3-OH-Tetradeca	3-OH 14:0								0,90	0,48	1,75			0,33	0,92	2,35	0,92	2,78	1,80	0,27	2,47
M. 14-M-Pentadeca	i-16:0					2,12			0,25	3,56	3,27	1,27		2,41	2,15	0,41	2,81		0,57		0,55
M. Cis-9-Hexadece	16:1(9)	1,40	6,23	3,85	12,54	5,78	3,71	3,61	4,21	3,03	3,05	2,40	4,64	3,37	4,72	8,88	5,44	5,96	7,44	2,37	9,27
M. Hexadecanoat	16:0	11,08	25,43	51,18	8,20	19,06	24,92	29,28	20,32	18,54	17,80	27,18	24,03	23,22	28,22	16,89	23,97	12,99	21,89	6,30	18,68
M. 15-M-Hexadecan	i-17:0		0,62	0,52					2,34	1,00	0,53		1,07	0,60	1,41				1,37	0,13	2,15
M. Cis-9,10-M-Hex	17:0^					1,86	0,96	1,60	0,56	1,05	2,03		0,79	0,98	1,92	5,43	2,12	2,02	3,97		5,22
M. Heptadecanoat	17:0			0,20				0,66	0,96	0,22	4,31	1,60	0,22		3,13	1,76	5,73	1,70	2,47		2,22
M. 2-OH-Hexadecan	2-OH 16:0								0,20		0,68		0,13	0,20	0,24	0,31			0,31		0,28
M. Cis-9,12-Octad	18:2(9 12)	1,61	5,36					3,37	0,11	1,71	0,73	3,43	2,85	4,85	1,32	2,04	0,43	2,33	1,29		2,23
M. Cis-9-Octadece	18:1(9')		4,41	0,57	1,71	1,61		6,01	1,17	2,92	1,62		2,73	3,08			1,71			0,89	
M. Trans-9-Octade	18:1(9)			6,25			2,63		1,77		2,18	2,28			1,33	2,91	0,85		2,64		3,22
M. Octadecanoat	18:0		9,48	3,76	0,25	0,64	1,74	3,87	4,74	1,46	2,22	4,40	5,39	11,45	1,83	0,98	3,13	1,11	1,61	0,12	1,03
M. Cis-9,10-M-Oct	19:0^			6,09		0,24		1,53	0,27	0,49	0,74	1,80		0,79	1,25	3,68	1,48	2,20	4,05	0,30	3,08
M. Nonadecanoat	19:0										0,55						0,07				
M. Eicosanoat	20:0	0,86						0,21	0,17		0,55		0,15								

Tab. 4.3 Fortsetzung

F A M E		Stamm														
Name	Abkürzung	1209	1210	1211	1212	1213	1214	1217	1218	1219	1220	1221	1240	1241	1242	1244
M.Nonanoat	9:0									1,01						
M.Decanoat	10:0	0,56				2,51			0,22			1,68	1,17			
M.Undecanoat	11:0	0,22						0,33				0,19	0,32			
M.2-OH-Decanoat	2-OH 10:0															0,27
M.Dodecanoat	12:0	4,36	2,84	2,63		9,46	0,79	2,22	1,27	5,00	3,45	22,06	3,07	6,76	9,08	
M.Tridecanoat	13:0	0,52	3,08	1,34		0,40		2,25	0,29	0,61	1,27	3,26	0,52			
M.2-OH-Dodecanoat	2-OH 12:0															
M.3-OH-Dodecanoat	3-OH 12:0		0,58					0,68				0,30				
M.Tetradecanoat	14:0	10,61	5,67	5,56	28,30	47,17	10,17	5,16	27,83	40,19	8,51	41,73	6,43	31,61	29,99	3,57
M.13-M-Tetradeca	i-15:0	1,20						2,48		4,89		4,86	0,34		2,18	
M.12-M-Tetradeca	a-15:0		1,46	1,21	2,58	2,78	15,75	3,44			1,64				1,06	2,72
M.Pentadecanoat	15:0	1,19	3,01	2,20	1,32	0,97	0,26	3,68	1,44	0,90	3,40		2,80	0,16		3,01
M.2-OH-Tetradeca	2-OH 14:0	0,43							0,14							
M.3-OH-Tetradeca	3-OH 14:0	1,51	2,22			0,47	1,35	0,41	0,40			4,00	1,15			3,22
M.14-M-Pentadeca	i-16:0	9,60	2,85	2,95	0,59		2,56	5,28	9,25							5,27
M.Cis-9-Hexadece	16:1(9)	7,90	3,34	4,41	5,36	6,14	3,26	2,73	20,26	9,81	5,94	0,33	13,35	6,97	1,01	2,81
M.Hexadecanoat	16:0	18,75	14,14	21,02	17,75	10,98	11,33	17,61	9,97	5,83	30,03	0,40	26,41	25,97	24,22	20,55
M.15-M-Hexadecan	i-17:0						0,61									
M.Cis-9,10-M-Hex	17:0^	1,03	1,71	1,85	2,22			1,62					2,51			1,10
M.Heptadecanoat	17:0	1,05	3,57	4,99			0,24	5,31			4,67		2,88	0,13		6,69
M.2-OH-Hexadecan	2-OH 16:0							0,24								
M.Cis-9,12-Octad	18:2(9 12)	6,94	0,36	0,39			5,44	0,56	1,83		2,22			5,16	8,68	0,99
M.Cis-9-Octadece	18:1(9')	7,71	1,30	0,93	1,03	0,24		1,77	1,15	1,66	0,61	0,34	5,03	4,40		1,73
M.Trans-9-Octade	18:1(9)		1,30	0,78		0,11		1,19					3,66			1,63
M.Octadecanoat	18:0	1,83	1,90	3,84	0,68		10,01	2,18	0,21	0,18	3,51		3,74	4,88	9,38	3,75
M.Cis-9,10-M-Oct	19:0^		0,75	2,50				1,51								1,29
M.Nonadecanoat	19:0						0,42									
M.Eicosanoat	20:0						4,96						0,21			

#### 4.4 Numerische Zuordnung der Feldstämme anhand der gaschromatographischen Analyse

Die Zuordnung mittels des Programmes "BIS" erfolgte hauptsächlich anhand der Daten aus der Analyse der langkettigen Fettsäuren. Zur Übereinstimmung der Profile zwischen Feld- und Referenzstämmen wurden die Korrelationswerte verrechnet. Dabei wurde ein Grenzwert von 0,90 berücksichtigt um einen Feldstamm zu einer bestimmten Gruppe der Referenzstämmen zuzuordnen. Für eine systematische Betrachtung der Ergebnisse wurden aus den Programmerngebnissen "Trellis"-Tabellen der Feldstämme-Gruppen angefertigt.

##### 4.4.1 *Clostridium chauvoei* / *Clostridium septicum*

Mit dem Programm "BIS" konnten die Stämme 798, 802, 853, 892, 924, 945, 955, 957, 958, 970, 974, 996, 1178, 1182, 1183, 199, 1200, 1241, 1242 entsprechend ihrer Korrelationswerte den Referenzstämmen *C. chauvoei* 1024 bzw. *C. septicum* 1026 zugeordnet werden.

Tab. 3.4 zeigt die Distanz- und Korrelationswerte der Profile der langkettigen Fettsäuremethylester dieser Gruppe von Feldstämmen. Das Profil charakterisiert sich durch den hohen Anteil an Tetradecensäure und Hexadecensäuren (Mittelwert 30 bzw. 26 %), sowie der Präsenz von Dodecensäure und Octadecensäure (Mittelwert 6 und 7 %). Als Hauptanteile der Gärungsprodukte bilden diese Stämme Äthanol und n-Buttersäure, die auch charakteristisch für *C. chauvoei* und *C. septicum* sind. Eine weitere Unterscheidung aufgrund der gaschromatographischen Profile ist bisher nicht möglich.

Im Gegensatz zu den Korrelationswerten ergibt ein Vergleich der Distanzmaße zu hohe Werte und daher zu strenge Trennungen, die zu falschen Diskriminierungen führen können.

#### 4.4.2 Clostridium sordellii / Clostridium bifermentans

Zur Gruppe der Referenzstämmen *C. bifermentans* 1027 und *C. sordellii* 1070 werden die Stämme 807, 808, 872, 968, 1196, 1202, 1204, 1206, 1210, 1211, 1217, 1244 zugeordnet. Alle diese Stämme sind pathogen und wurden deshalb von apathogenen Stämmen (890, 925, 929, 942, 971), die auch mit denselben Referenzstämmen übereinstimmen, unterschieden.

In Tab. 4.5 sind die Distanz- und Korrelationswerte zwischen den pathogenen Stämmen dieser Gruppe dargestellt.

Tabelle 4.4 Numerischer Vergleich der FAME-Profile von Feldstämmen der *C. chauvoei/C. septicum* Gruppe

Stamm	798	802	853	892	924	945	955	957	958	970	974	996	1178	1182	1183	1199	1200	1241	1242
	<b>Distanzwerten</b>																		
<b>798</b>		10,66	30,62	43,61	24,59	36,84	23,59	22,60	37,14	46,28	13,39	11,80	22,42	40,96	29,25	26,66	27,46	32,39	45,83
<b>802</b>	0,93		29,30	40,09	22,71	28,08	26,75	23,05	24,53	25,41	5,19	6,35	20,99	27,95	29,06	21,23	24,70	23,72	47,19
<b>853</b>	0,90	0,96		12,03	5,86	37,25	4,37	35,65	13,69	23,86	21,46	16,81	16,53	28,31	37,37	10,18	13,22	9,65	14,52
<b>892</b>	0,82	0,90	0,97		17,43	50,61	12,78	45,04	8,40	17,96	32,24	23,32	30,31	37,64	54,91	20,37	28,36	22,21	22,09
<b>924</b>	0,93	0,96	0,99	0,95		25,32	9,99	25,43	15,86	21,96	19,49	13,13	7,77	26,02	21,44	4,80	9,45	4,72	15,99
<b>945</b>	0,92	0,96	0,95	0,87	0,97		41,39	35,89	45,14	36,42	21,27	30,60	23,17	32,19	12,66	18,77	23,66	25,44	41,87
<b>955</b>	0,94	0,96	0,99	0,95	0,99	0,96		36,59	12,94	25,20	18,92	13,62	22,33	29,01	39,75	14,96	20,43	16,69	25,55
<b>957</b>	0,94	0,91	0,86	0,81	0,88	0,88	0,89		44,51	49,58	31,75	24,70	10,24	68,99	31,81	25,52	22,13	24,60	41,60
<b>958</b>	0,81	0,93	0,97	0,98	0,95	0,90	0,95	0,79		5,52	19,84	10,88	29,07	25,64	49,77	17,19	28,90	15,92	33,36
<b>970</b>	0,75	0,91	0,95	0,96	0,92	0,88	0,92	0,73	0,99		19,45	15,59	32,36	21,44	48,51	18,38	33,49	19,31	41,44
<b>974</b>	0,93	0,99	0,98	0,92	0,98	0,98	0,98	0,88	0,95	0,93		6,76	22,82	19,72	27,58	16,89	23,67	21,76	40,86
<b>996</b>	0,94	0,99	0,98	0,94	0,99	0,96	0,99	0,90	0,96	0,93	0,99		16,68	24,09	28,69	12,60	21,43	13,21	37,46
<b>1178</b>	0,95	0,95	0,96	0,90	0,98	0,95	0,97	0,95	0,89	0,85	0,95	0,97		44,02	21,54	8,56	9,18	6,69	20,18
<b>1182</b>	0,84	0,95	0,97	0,92	0,96	0,94	0,96	0,76	0,96	0,96	0,97	0,96	0,89		33,99	24,24	38,67	32,08	45,79
<b>1183</b>	0,95	0,93	0,92	0,82	0,95	0,97	0,94	0,89	0,83	0,79	0,94	0,94	0,95	0,89		20,37	26,65	24,42	47,89
<b>1199</b>	0,91	0,97	1,00	0,95	1,00	0,97	0,99	0,87	0,96	0,94	0,98	0,99	0,97	0,97	0,94		9,58	6,06	19,31
<b>1200</b>	0,91	0,96	0,98	0,93	0,98	0,95	0,97	0,90	0,94	0,91	0,97	0,97	0,97	0,94	0,91	0,98		13,03	16,30
<b>1241</b>	0,90	0,96	0,99	0,95	0,99	0,96	0,98	0,87	0,96	0,94	0,97	0,98	0,97	0,96	0,93	0,99	0,97		21,08
<b>1242</b>	0,88	0,92	0,98	0,95	0,97	0,92	0,96	0,86	0,94	0,90	0,94	0,94	0,95	0,92	0,88	0,97	0,98	0,97	
	<b>Korrelationswerten</b>																		

Tabelle 4.5 Numerischer Vergleich der FAME-Profile von pathogenen Feldstämmen der C. sordelli Gruppe



4.4.5 Clostridium novyi A

Der Stamm 1221 wurde zum Referenzstamm *C. novyi* A 1025 mit einer Korrelation von 0,95 zugeordnet. Bei diesem Stamm lassen sich wie bei *C. novyi* A hohe Anteile an Tetradecensäure (41 %) und Dodecensäure (22 %) nachweisen. Auch im Muster der Stoffwechselprodukte zeigt sich eine große Übereinstimmung, wobei neben Äthanol und N-Buttersäure und Propionsäure gebildet wird.

4.6 Numerischer Vergleich der FAME-Profile von Feldstämmen der *C. botulinum* Gruppe

Stamm	875	876	927	946	960	972	973	984	985	986	991	995	998	1176	1181	1184	1195	1212
	<b>Distanzwerten</b>																	
<b>875</b>		12,12	15,00	7,39	18,82	26,08	33,77	32,32	10,01	2,15	24,61	29,38	37,56	28,98	7,82	21,84	24,83	12,33
<b>876</b>	0,97		10,17	7,70	24,33	16,36	35,27	17,39	9,68	10,15	16,40	29,62	23,53	21,77	6,77	36,01	20,61	14,23
<b>927</b>	0,86	0,93		2,65	27,71	5,15	32,01	18,75	3,19	10,13	15,33	26,16	29,57	15,16	5,39	32,21	19,12	3,54
<b>946</b>	0,95	0,98	0,97		20,18	9,99	29,23	23,53	2,78	5,68	13,79	21,03	31,40	14,56	1,83	28,60	15,68	2,53
<b>960</b>	0,96	0,97	0,92	0,97		34,38	13,99	48,16	19,56	18,39	13,85	18,85	47,18	16,87	19,58	22,76	16,96	21,19
<b>972</b>	0,77	0,88	0,98	0,92	0,85		38,31	30,54	5,30	17,92	14,58	22,80	45,94	12,21	11,70	38,07	23,06	5,79
<b>973</b>	0,87	0,90	0,94	0,94	0,95	0,90		40,71	27,02	31,67	16,57	20,61	37,32	19,43	31,63	26,93	17,79	28,66
<b>984</b>	0,86	0,91	0,97	0,96	0,92	0,94	0,96		27,19	29,95	33,52	52,22	9,11	43,23	28,25	53,02	39,66	32,67
<b>985</b>	0,90	0,95	0,99	0,99	0,94	0,97	0,95	0,97		5,35	12,03	17,68	37,62	10,76	4,21	24,69	15,72	1,56
<b>986</b>	0,98	0,98	0,94	0,99	0,97	0,87	0,92	0,93	0,96		21,71	27,82	38,16	24,22	6,03	20,67	22,14	8,40
<b>991</b>	0,87	0,94	0,98	0,97	0,95	0,96	0,97	0,97	0,98	0,93		9,02	37,89	4,61	13,83	28,09	9,75	12,30
<b>995</b>	0,89	0,94	0,98	0,98	0,95	0,95	0,98	0,99	0,99	0,94	0,99		59,38	9,29	22,73	37,40	15,89	15,73
<b>998</b>	0,95	0,93	0,86	0,93	0,96	0,78	0,94	0,89	0,89	0,94	0,90	0,92		46,18	35,17	58,02	42,74	43,31
<b>1176</b>	0,84	0,92	0,99	0,96	0,92	0,98	0,96	0,97	0,99	0,92	0,99	0,99	0,87		14,47	32,54	10,82	9,58
<b>1181</b>	0,96	0,99	0,96	1,00	0,97	0,92	0,93	0,94	0,98	0,99	0,96	0,97	0,93	0,95		28,84	12,66	4,10
<b>1184</b>	0,93	0,93	0,94	0,96	0,95	0,88	0,95	0,93	0,95	0,97	0,94	0,94	0,92	0,93	0,96		28,87	27,58
<b>1195</b>	0,88	0,94	0,97	0,97	0,95	0,94	0,97	0,97	0,98	0,94	0,99	0,99	0,91	0,98	0,97	0,94		15,02
<b>1212</b>	0,89	0,95	1,00	0,99	0,94	0,97	0,95	0,97	1,00	0,96	0,99	0,99	0,89	0,99	0,98	0,95	0,98	
	<b>Korrelationswerte</b>																	

4.4.6 Clostridium perfringens

Feldstamm 921 wurde aufgrund seines Fettsäuremuster als einziger eindeutig als *C. perfringens* B mit einer Korrelation von 0,91 eingeordnet. Ein Charakteristikum für die Zuordnung zu *C. perfringens* ist der Nachweis von einem hohen Anteil an Dodecensäure und die stufenweise abnehmenden Anteile an Tetradecensäure, Hexadecensäure und Octadecensäure. Dieses Muster ist bei Stamm 921 deutlich zu differenzieren (Abb. 4.3).

Andere phosphatase-positive Stämme bilden mit phosphatase-negativen Stämmen unterschiedliche Gruppen wie in der Tab. 4.7 gezeigt wird. In dieser Tabelle sind drei verschiedene Gruppen zu sehen. Eine dieser Gruppen ist aus den phosphatase-positiven Stämme 803, 920, 922, 954 und den phos.-negativen Stämme 929 und 999 zusammengesetzt. Eine weitere Gruppe ist ausschließlich phosphatase-positiv 926, 982, 983. Die dritte Gruppe wird aus dem phosphatase-positiven Stamm 801 und den phosphatase-negative Stämmen 859 und 868 gebildet.

#### 4.4.7 Zugeordnete apathogene Stämme

Neben den schon unter 4.3.2 erwähnten Stämmen 890, 925, 929, 942, 971 (*C. bifementans*) wurde ein weiterer apathogener Stamm, nämlich 949, dem Referenzstamm *C. butyricum* zugeordnet.

#### 4.4.8 Nicht zugeordnete Stämme

Bei elf Feldstämmen konnte keine numerische Zuordnung entsprechend ihrer gaschromatographischen Profile weder bei den Referenzstämmen der Datenbank noch innerhalb von nicht identifizierbaren gebildeten Gruppen gefunden werden. Sechs von diesen Stämmen (800, 867, 981, 1000, 1214 und 1218) sind apathogen bzw. wurden nicht nach der Pathogenität untersucht. Bei fünf weiteren, nämlich den Stämmen 806, 930, 962, 966 und 1209 handelt es sich um pathogene bis hochpathogene Stämme.



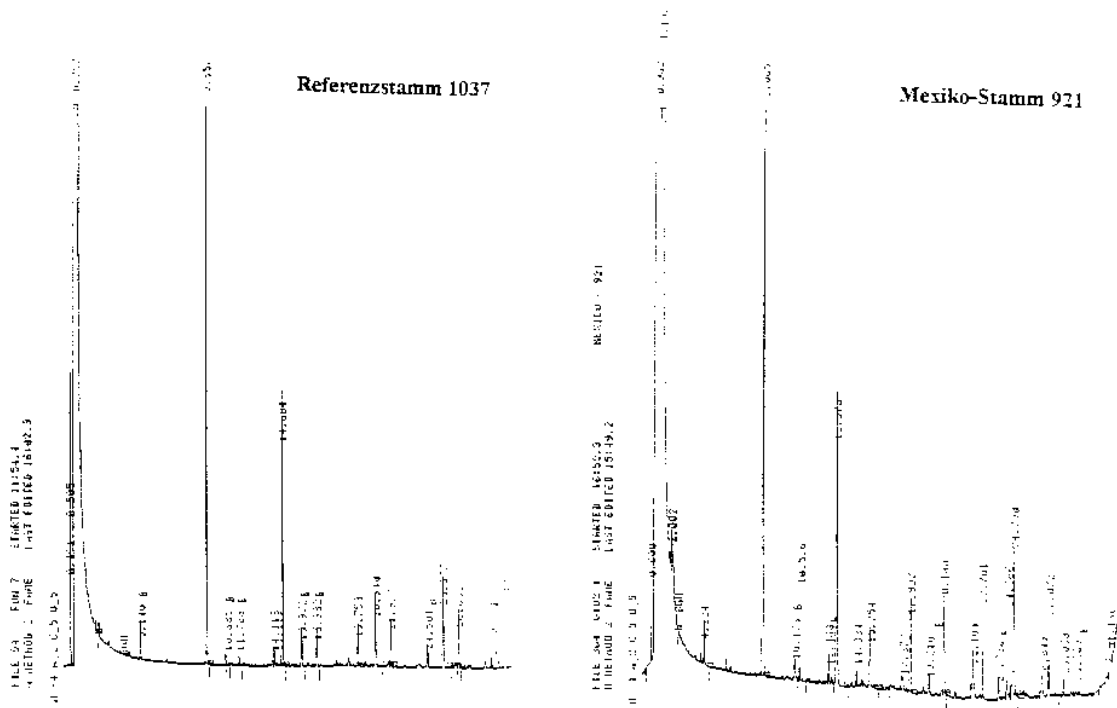


Abb. Vergleich zweier Chromatogramme eindeutig zuordenbarer Stämme

#### 4.4.9 Gruppen pathogener zu Referenzstämmen nicht zugeordnete Stämme mit ähnlichem Fettsäuremuster

##### 4.4.9.1 Feldstämmen Gruppe 1

Diese Gruppe wird von den Stämme 809, 950, 953, 959, 965, 969, 1198, 1203, 1205 und 1208 gebildet. Tab. 4.8 zeigt die Ähnlichkeits- und Distanzwerte der Stämme dieser Gruppe untereinander. Die getesteten Stämme dieser Gruppe zeigen eine hohe Pathogenität.

Bei diesen Stämmen ist zu bemerken, daß sie, obwohl sie eine große Ähnlichkeit zu den Feldstämmen der *C. sordellii*-Gruppe besitzen, keine eindeutige numerische Zuordnung zu den Referenzstämmen aufweisen. Deswegen ist eine vollständige Trennung von der *C. sordellii* nicht sinnvoll.

Das gaschromatographische Profil der Gärungsprodukte zeigt mit der Bildung von Äthanol, n-Butter-, i-Capron- und Propionsäure als Hauptprodukte auch eine Ähnlichkeit mit den Feldstämmen der *C. sordellii*-Gruppe.

Tabelle 4.8 Numerischer Vergleich der FAME-Profile der Feldstämmen Gruppe 1

Stamm	809	950	953	959	965	969	1198	1203	1205	1208
									Distanzwerte	
809		16,41	33,72	13,41	20,34	17,89	32,89	21,24	10,36	24,98
950	0,93		32,65	12,96	22,47	12,26	25,70	20,61	15,36	20,49
953	0,83	0,78		28,20	12,05	48,46	46,60	4,93	19,02	6,75
959	0,95	0,97	0,85		7,14	15,58	19,85	17,76	17,66	18,90
965	0,92	0,91	0,94	0,97		29,08	28,00	9,57	17,87	10,27
969	0,92	0,97	0,74	0,97	0,89		29,64	35,96	23,01	39,34
1198	0,85	0,92	0,78	0,95	0,92	0,91		32,99	28,79	33,46
1203	0,93	0,90	0,97	0,93	0,97	0,86	0,87		11,09	3,06
1205	0,95	0,91	0,91	0,94	0,96	0,87	0,89	0,97		14,73
1208	0,91	0,90	0,97	0,94	0,98	0,85	0,88	0,99	0,96	
	Korrelationswerte									

#### 4.4.9.2 Feldstämme Gruppe 2

Diese Gruppe setzt sich aus den Stämmen 928, 940, 941, 992, 997, 1174, 1175, 1177, 1180, 1207, 1213 und 1219 zusammen. Nach den Korrelationswerten der Profile der Fettsäuremethylester (Tab 4.9) bilden sie eine sehr homogene Gruppe. Ein besonderes Merkmal der Feldstämme der Gruppe 2 ist der hohe Anteil an Tetradecensäure (> 40 %). Dieses Merkmal und die Bildung von Dodecensäure unterscheidet die Feldstämme dieser Gruppe insbesondere von den *C. botulinum*-Feldstämmen. Als Hauptprodukte der Stoffwechsels bei der Gruppe 2 werden vor allem Äthanol, n-Buttersäure und n-Propanol gebildet.

#### 4.4.9.3 Feldstämme Gruppe 3

Diese Gruppe schließt drei Stämme ein. Stamm 931 hat eine Korrelation von 0,98 (Distanzwert 16,76) mit Stamm 1220 und von 0,91 (32,08) mit Stamm 1240. Der Stamm 1220 korreliert wiederum mit Stamm 1240 mit einem Wert von 0,93 (Distanz (25,56)). Das gaschromatographische Profil dieser Stämme zeichnet sich durch den Nachweis von Hexadecensäure (Mittel 30 %), Tetradecensäure, i-Hexadecensäure, Octadecensäure und Heptadecensäure aus. Die Stämme 931 und 1220 bilden Äthanol, Propionsäure und n-Buttersäure. Stamm 1240 hat ein anderes Profil und zwar bildet er außerdem Methanol und i-Valeriansäure.

#### 4.4.9.4 Feldstämme Gruppe 4

Dazu gehören die Stämme 943, 944, 975 und 1179. Stamm 943 hat einen Korrelationswert von 0,94 (Distanzwert 30,73) zu Stamm 944, von 0,93 (Distanzwert 41,91) zu Stamm 975 und von 0,98 (Distanzwert 21,81) zu Stamm 1179.

Der Stamm 944 korreliert mit Stamm 975 mit 0,87 (Distanzwert 52,77) und mit dem Stamm 1179 mit 0,91 (Distanzwert 47,88). Zuletzt korreliert der Stamm 975 mit der Stamm 1179 mit einem Wert von 0,95 (Distanzwert 23,66)

4.4.9.5 Feldstämme Gruppe 5

Der Gruppe 5 gehören die Stämme 947, 967 und 994 an, wobei der Stamm 947 einen Korrelationswert von 0,88 (Distanzwert 14,31) bzw. 0,90 (Distanzwert 18,98) zu den Stämmen 967 und 994 aufweist. Der Stamm 967 hat einen Korrelationswert von 0,97 und einen Distanzwert von 10,64 zu Stamm 994.

Tab. 4.9 Numerischer Vergleich der FAME-Profile der Feldstämme Gruppe 2

Stamm	928	940	941	992	997	1174	1175	1177	1180	1207	1213	1219
	<b>Distanzwerte</b>											
<b>928</b>		1,89	18,61	52,09	11,69	29,84	19,48	8,66	12,52	16,41	6,59	14,69
<b>940</b>	1,00		19,59	48,98	15,65	35,45	21,15	8,31	17,69	17,32	6,75	17,69
<b>941</b>	0,95	0,95		60,09	18,12	15,96	4,26	11,44	18,25	26,24	15,75	27,34
<b>992</b>	0,93	0,93	0,90		53,68	64,11	62,18	39,47	66,30	46,73	50,54	56,13
<b>997</b>	0,99	0,99	0,96	0,91		14,00	10,53	20,67	8,56	10,61	16,46	4,90
<b>1174</b>	0,92	0,92	0,96	0,87	0,96		7,23	26,48	11,38	31,35	25,43	19,86
<b>1175</b>	0,96	0,96	0,99	0,90	0,98	0,98		17,11	11,73	22,91	15,17	17,72
<b>1177</b>	0,99	0,99	0,98	0,94	0,98	0,93	0,97		22,45	19,25	11,78	27,51
<b>1180</b>	0,97	0,96	0,95	0,88	0,99	0,98	0,97	0,96		25,34	10,16	9,20
<b>1207</b>	0,99	0,99	0,96	0,93	0,99	0,92	0,96	0,99	0,96		22,94	14,19
<b>1213</b>	0,99	0,99	0,97	0,93	0,98	0,94	0,97	0,99	0,98	0,98		15,82
<b>1219</b>	0,98	0,98	0,95	0,90	0,99	0,96	0,97	0,96	0,99	0,98	0,98	
	<b>Korrelationswerte</b>											

