

Phytosoziologische Untersuchungen der psammophilen Küstenvegetation auf Mallorca

– Thomas Schmitt –

Zusammenfassung

Anhand pflanzensoziologischer Untersuchungen wird ein Überblick über die psammophilen Pflanzengesellschaften der Sandstrände und Dünen auf Mallorca gegeben. Ziel ist die Darstellung der soziologischen Zusammensetzung und synsystematischen Stellung der Gesellschaften als ein erster Schritt zu einer umfassenden Dokumentation und Sicherung der noch vorhandenen Standorte, die durch die Auswirkungen des Massentourismus in zunehmendem Maße gefährdet sind. Die damit verbundene Degradation der Vegetation wird nur randlich angesprochen; sie soll in einer gesonderten Arbeit ausführlich behandelt werden.

Die Untersuchungen belegen für die Dünensysteme auf Mallorca eine reich gegliederte Vegetationszusammensetzung und -zonierung, wie man sie in vergleichbarer Weise auch in anderen Teilen des westlichen Mittelmeergebietes vorfindet:

- Zone der Embryonaldünen mit *Eryngio maritimi-Elymetum farcti*.
- Zone der aufgewehten, mobilen Hauptdünenketten mit *Medicago marinae-Ammophiletum arundinaceae*.
- Zone der semifixierten Dünen bzw. Sanddecken mit chamaephytenreicher Vegetation (*Loto cretici-Crucianelletum maritimae*, *Teucrium dunense-Helichrysum stoechas*-Gesellschaft, *Teucrio dunense-Thymelaetum velutinae*).
- Zone der fixierten und fossilen Dünen mit Wacholdergebüsch (Clematidi-*Juniperetum lyciae*, *Rubio longifoliae-Juniperetum macrocarpae*) und Kiefernbeständen (*Clematis flammula-Pinus halepensis*-Gesellschaft).

Daneben treten aber auch Vegetationszonierungen mit geringerer struktureller und floristischer Gliederung auf. Insbesondere bei anthropogenen Beeinträchtigungen kommt es zur Zerstörung ganzer Vegetationsgürtel oder zur Ruderalisierung von Gesellschaften, die sich in der Ausgliederung nitrophiler Ausbildungen zeigt.

Abstract

An overview of the psammophilic plant communities on beaches and dunes of Mallorca is given, based on detailed phytosociological investigations. As a consequence of mass tourism, the localities of these communities are increasingly endangered. The resulting degradation of the vegetation will be presented in detail in a subsequent publication and is therefore only touched on briefly in this paper.

In order to document extensively and conserve the present localities, the recent distribution of the psammophilic communities has been mapped and their sociological composition and syntaxonomy revealed. The investigations show a rich vegetation structure and zonation similar to that in other parts of the Western Mediterranean:

- a zone of embryonic dunes with *Eryngio maritimi-Elymetum farcti*
- a zone of windblown, mobile central dune ridges with *Medicago marinae-Ammophiletum arundinaceae*
- a zone of semi-stable dunes or sand plains with a vegetation cover rich in chamaephytes (*Loto cretici-Crucianelletum maritimae*, *Teucrium dunense-Helichrysum stoechas* community, *Teucrio dunense-Thymelaetum velutinae*)
- a zone of fixed, fossil dunes with a matured vegetation cover involving such plants as juniper shrubs (*Clematidi-Juniperetum lyciae*, *Rubio longifoliae-Juniperetum macrocarpae*) and pine forests (*Clematis flammula-Pinus halepensis* community).

Moreover vegetation zonation with less structural and floristic organization is also represented here. In particular, in consequence of human impact, entire vegetation belts are devastated or changed to an anthropophilous ruderal vegetation.

Einleitung

Die Baleareninsel Mallorca besitzt bei einer Größe von 3640 km² eine Küstenlänge von ca. 555 km. Diese wird in überwiegendem Maße aus steilen Fels- und Kliffküsten in unterschiedlicher Dimension gebildet; nur einen geringen Anteil nehmen dagegen flache Sandküsten, z.T. mit landeinwärts anschließenden Dünenketten, ein. Einen Überblick über die Sandküstenabschnitte auf Mallorca gibt Abb. 1, die zwischen punktuellen, kleinflächigen Vorkommen und ausgedehnten Flächen unterscheidet. Gerade diese Küstenabschnitte mit ihren hochspezialisierten und sensiblen Ökosystemen unterliegen auf Mallorca, wie im gesamten Mittelmeergebiet, starken anthropogenen Beeinträchtigungen. Sie stellen einen entscheidenden Anziehungspunkt für den Tourismus dar, im Zuge dessen schon ganze Abschnitte durch Bebauung vernichtet wurden (z.B. Platja de Palma-S'Arenal, Platja de Alcúdia) bzw. durch starken touristischen Druck einer zunehmenden Degradation (z.B. Platja de Muro, Cala Agulla, S'Arenal de sa Ràpita) ausgesetzt sind.

Ein erster Schritt zur Sicherung und zur eventuellen Regeneration verbliebener Sandstrand- und Dünenökosysteme auf Mallorca ist die detaillierte Inventarisierung ihrer Vorkommen sowie die Erfassung ihrer Standortbedingungen und ihrer soziologischen Zusammensetzung. Einen ersten Eindruck über die psammophilen Pflanzengesellschaften vermitteln BOLÒS & MOLINIER (1958), die jedoch nur eine sehr begrenzte Anzahl von Aufnahmen vorlegen, und neuerlich auch RIVAS-MARTÍNEZ et al. (1992), die neue Assoziationen vor-

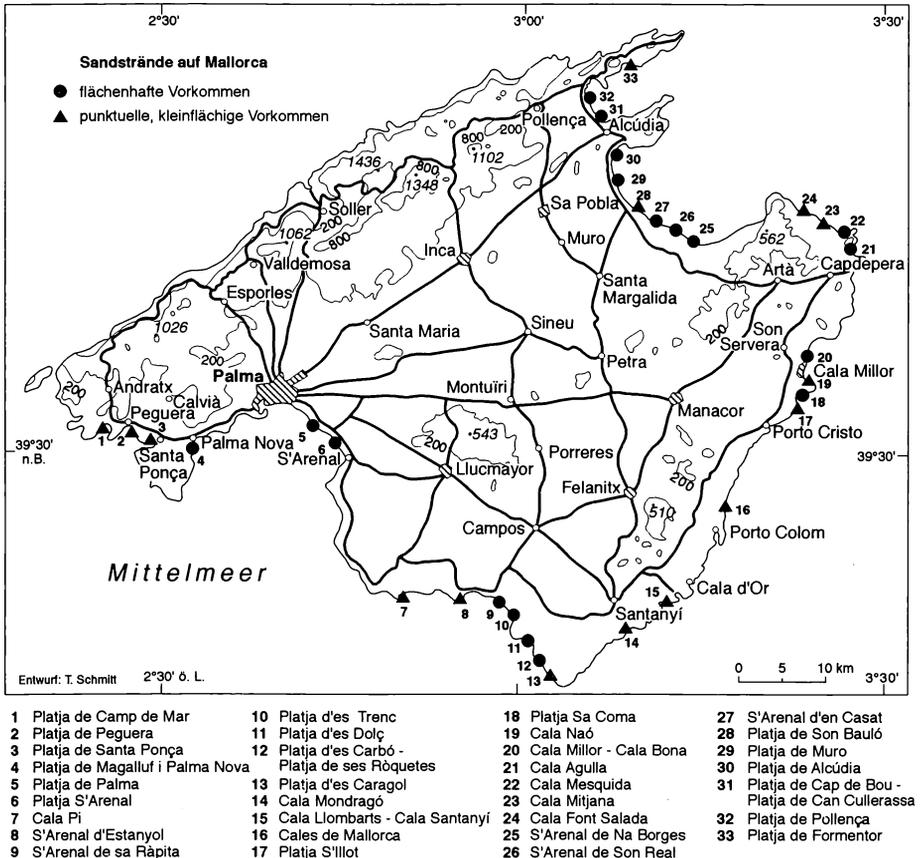


Abb. 1: Verbreitung von Sandstränden auf Mallorca.

stellen. In Anlehnung an die in jüngster Zeit im Rahmen eines internationalen Programms zum Studium der mediterranen Küstenvegetation (vgl. GÉHU et al. 1987a) intensiv durchgeführten Untersuchungen zur deren Synsystematik und Synökologie (vgl. u.a. GÉHU et al. 1984, 1987b, 1992a, 1992b; GÉHU & GÉHU-FRANCK 1986; PARADIS & PIAZZA 1992), die auch in Zusammenhang mit der zunehmenden Zerstörung dieser Ökosysteme im Mittelmeerraum zu sehen sind, erscheint eine ergänzende und weiterführende phytosoziologische Überarbeitung und Einordnung auch auf Mallorca notwendig. Darauf aufbauend können weitergehende Untersuchungen zur Degradation und möglichen Regeneration ansetzen (vgl. SCHMITT 1994).

Methodik

In den Jahren 1991 und 1992 wurden in den Sandstrand- und Dünengesellschaften auf Mallorca 105 Vegetationsaufnahmen nach der Methode Braun-Blanquet durchgeführt. Hierbei wurden die phytosoziologischen Untersuchungen sowohl in relativ intakten als auch in deutlich degradierten Bereichen durchgeführt. Auf diese Weise können durch das Auftreten ruderaler Differentialarten degradierte Bestände und Abbaustadien charakterisiert werden, die aufgrund ihrer lokalen Verbreitung mit der neutralen Bezeichnung „Ausbildung“ belegt werden. Die syntaxonomische Analyse und Gliederung folgt dem Code der pflanzensoziologischen Nomenklatur (Barkmann et al. 1986), wobei die jüngsten Untersuchungen zur mediterranen Küstenvegetation als Bezugspunkte dienten. Als ein weiterer Schritt zur Dokumentation der Vegetationszonierung, d.h. der standörtlichen Abfolge der Pflanzengesellschaften, wurden Transektanalysen an ausgewählten Strandabschnitten vollzogen. An repräsentativen Transekten wurden diese Analysen zudem durch bodenchemische Untersuchungen (Humus- und Kalkgehalt, pH-Wert) ergänzt.

Die Nomenklatur der Pflanzenarten richtet sich nach BOLÒS et al. (1990).

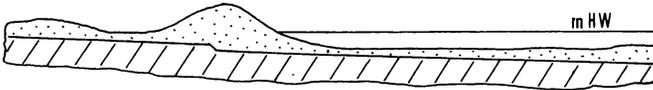
Landschaftsökologische Grundlagen

1. Morphologie

Sandstrände und Küstendünen sind auf Mallorca bevorzugt an der Küstenlinie der Schwemmlandebenen im Norden (Albufereta de Pollença, Albufera de Alcúdia) und S (Basin de Campos, Basin de Palma) anzutreffen. Die in den offenen Buchten vorhandenen Flachwasserküsten bieten hier ideale Voraussetzungen zur Anlandung und Akkumulation von Lockermaterial durch die Brandungswirkung. Daneben findet man aber auch flächenmäßig kleinere Vorkommen in den Buchten und Calas im Osten (z.B. Cala Millor, Cala Mondragó, Cala Agulla) und Südwesten (z.B. Santa Ponça, Magalluf) der Insel. Eine umfangreiche Klassifizierung der Küstenformen Mallorcas legte BUTZER (1962) vor. Entsprechend der dort vorgenommenen genetischen Einteilung sind die durch Lockermaterial gekennzeichneten Küstenabschnitte als „beach-ridge coast“ und „bar-and-lagoon coast“ anzusprechen (vgl. Abb. 2). Strandwälle („beach-ridges“) bilden die einfachste Form der Akkumulation oberhalb der mittleren Hochwasserlinie, auf die landeinwärts häufig Dünen und/oder Brackwassersümpfe folgen. Dieser Typus ist für die meisten Sandstrände auf Mallorca charakteristisch und entscheidend für die Verbreitung psammophiler Vegetation. Eine Ausnahme bilden die „calas“ im Osten der Insel, bei denen es sich um durch Meerestransgression ertrunkene Talmündungen handelt, deren fluviale Genese trotz der nur episodischen Wasserführung der heutigen Torrenes noch zu erkennen ist. Sie sind dem Typ der „bar-and-lagoon coast“ zuzuordnen, wo durch die marine Ablagerung einer Sandbarriere eine Salz- bzw. Brackwasserlagune im inneren Teil der „cala“ abgetrennt wurde (BUTZER 1962). Für das Vorkommen psammophiler Vegetation spielt dieser Küstentyp eine eher untergeordnete Rolle.

Im Zuge einer vollständigen Abtrocknung des akkumulierten Lockermaterials bei Ebbe bzw. geringerer Wellenenergie kann es durch Windverfrachtung zur Ausbildung initialer oder ausdauernder Dünen kommen. Ausgeprägte Dünensysteme, d.h. die Abfolge parallel verlaufender Dünengürtel mit psammophiler Vegetation, findet man heute auf Mallorca nur noch in der Bucht von Alcúdia und am Platja d'es Trenc, sowie ansatzweise in der Cala Mesquida und

a) beach-ridge coast



b) bar-and-lagoon coast

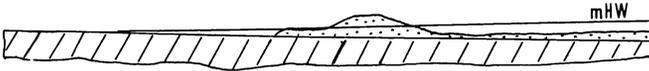


Abb. 2: Küstentypen aus Lockermaterial auf Mallorca (BUTZER 1962).

Cala Agulla. Entscheidende Faktoren, die die Bildung und Entwicklung der Dünen steuern, sind die Form der Materialakkumulation (Menge, Häufigkeit) und -beschaffenheit, das Windregime (Intensität, Richtung), die örtliche Topographie, der Gezeitenhub, die Vegetation als Stabilisationsfaktor und anthropogene Störungen (vgl. CARTER 1988).

Auch auf Mallorca bestimmen die für das Mittelmeergebiet insgesamt charakteristischen Querdünen, die parallel zur Küstenlinie verlaufen, das Bild. Eine Ausnahme bildet der südliche Teil der Bucht von Alcúdia, mit Längsdünen, die schräg, d.h. parallel zur Hauptwindrichtung, auf die Küstenlinie zulaufen. Dieser Küstenabschnitt besitzt, wie die östlichen Teile Mallorcas und auch die Nordküste der Nachbarinsel Menorca, die ebenfalls durch Längsdünen geprägt wird (vgl. RITA & TEBAR 1990), weniger Schutz gegenüber den vor allem im Winterhalbjahr vorherrschenden kühlen und trockenen Winden aus nördlicher Richtung (Tramontana). Die angesprochenen Längsdünen reichen in der Bucht von Alcúdia im südöstlichen Abschnitt etwa zwei Kilometer in das Hinterland hinein, wogegen die Querdünen meist nur schmalere Partien ausbilden. So trennen sie im Norden der Bucht von Alcúdia als durchschnittlich 300 bis 500 m breiter Streifen das Meer vom Sumpfgebiet S'Albufera.

Generell ist zu vermerken, daß die parallel zur Küstenlinie verlaufenden Strandwälle und Dünen häufig eine Barriere zwischen dem Meer und brackischen Sumpfböden (Albufereta de Pollença, Es Trenc, Cala Mondragó u.a.) bilden. In diesen Abschnitten mit meist hoch anstehendem Grundwasserspiegel sind die psammophilen Phytozönosen eng verzahnt mit Binsenröhricht (*Juncion maritimae*) und Strauchquellergesellschaften (*Arthrocnemion fruticosi*). Aufgrund der eustatischen Meeresspiegelschwankungen im Pleistozän findet man heute auf Mallorca ein Mosaik aus rezenten, fossilen und verfestigten („Äolianiten“) Dünen, wobei nur die beiden erstgenannten in typischer Weise Standorte psammophiler Vegetation sind.

2. Klima

Bei einer Lage zwischen 39° und 40° nördlicher Breite weist Mallorca einen typischen mediterranen Klimacharakter mit Winterregen und Sommertrockenheit sowie einer Jahresmitteltemperatur zwischen 16° und 18 °C auf. Die Niederschläge konzentrieren sich dabei vornehmlich auf den Herbst mit einem monatlichen Maximum im Oktober, das selbst im ansonsten trockenen Flachland im langjährigen Mittel 70 mm übersteigt. Der überwiegende Teil dieses Niederschlages fällt, nach der sommerlichen Trockenzeit durch die ersten Kaltlufteinbrüche, in Form von Starkregenereignissen. Insgesamt besitzen die Niederschläge eine hohe Variabilität, was z.B. für den Oktober bedeuten kann, daß die Werte um bis zu 80% vom Mittelwert abweichen können (vgl. GRIMALT 1992). Zudem bewirken die orographischen Verhältnisse

einen starken Unterschied in der Niederschlagsmenge, die zwischen über 1400 mm im zentralen Teil der Serra de Tramuntana und 350 bis 300 mm an der Süd- und Südostküste schwanken.

Nach dem bioklimatischen Klassifikationssystem von RIVAS-MARTÍNEZ (1982) ist Mallorca bezüglich des thermischen Klimas, ausgenommen die Höhen über 500 m, der thermomediterranen Stufe zuzuordnen. Dieser Einstufung liegen die Jahresmitteltemperaturen von über 16 °C und die Temperaturen des kältesten Monats (mittlere Minimumtemperatur: > 5°C; mittlere Maximumtemperatur: > 13°C; absolute Minimumtemperatur: > -3°C) zugrunde. Frost ist in den Monaten Dezember bis Februar möglich. Diese thermomediterrane Stufe läßt sich durch das hygrische Klima auf der Insel in einen subhumiden Norden (600–800 mm) und einen trockenen Süden (350–600 mm) differenzieren.

3. Anthropogene Einflüsse

Die in den letzten 30 Jahren zunehmend auf den sensiblen Sandstrand- und Dünenökosystemen Mallorcas lastenden anthropogenen Einflüsse haben zahlreiche negative Folgen, die insbesondere in der Veränderung von Morphologie und Vegetation zum Ausdruck kommen. Der Anstieg der Touristenzahlen, der damit verbundene Ausbau von Urbanisationen bis zur vordersten Front der Küstenlinie und die Anlage von intensiv genutzten, planierten Badestränden hat an einigen Küstenabschnitten zur völligen Zerstörung dieser Ökosysteme geführt (z.B. Platja de Palma-S' Arenal, Platja de Alcúdia, Cala Millor). Aber auch in den noch vorhandenen Bereichen kommt es durch

- die Anlage und Ausnutzung von Sandgruben,
- Beschädigung und Zerstörung durch motorisierten Verkehr,
- Trittbelastung durch Fußgänger und Badegäste und die
- mechanisierte Säuberung des Strandes von angeschwemmten Material

zu einer starken Degradation der Vegetation. Diese spiegelt sich im Einwandern standortfremder Taxa, Verschwinden sensibler Taxa, Auftreten trittresistener und nitrophiler Taxa und generell in einer Veränderung der natürlichen Vegetationszonierung mit zunehmender Reduzierung der Phytozönosen im Bereich von Spülsaum und Primärdünen wider. Durch die angesprochenen anthropogenen Störungen kommt es aber auch zu morphologischen Veränderungen; so wird durch die Schädigung der Vegetationsdecke die Erosionsgefahr erhöht und schon stabilisierte Bereiche können wieder mobilisiert werden.

Psammophile Pflanzengesellschaften

1. Sandstrand und mobile Dünen

1.1 *Cakile maritima*-Gesellschaft

Cakile maritima ist die kennzeichnende Art für die meisten Flutmarken-(Spülsaum-)Gesellschaften in Europa (vgl. DOING 1985). Dort wo die Flut sich rasch zersetzendes Seegras- und Algenmaterial anlandet, aus dem sich ein nährstoffreiches Substrat bildet, bieten sich günstige Voraussetzungen zur Ansiedlung der aus Therophyten aufgebauten halo-nitrophilen Gesellschaft. Auf Mallorca trifft man diese günstigen Voraussetzungen nur selten an, weshalb die artenarme Gesellschaft nur sehr zerstreut verbreitet und fragmentarisch ausgebildet ist. Die Ursachen hierfür sind möglicherweise in der Überlappung der Flutmarken auf einem Niveau (vgl. DOING 1985) bzw. vor allem in der starken anthropogenen Nutzung der Strände zu sehen. An den untersuchten Beständen (vgl. Tab. 1) ist deutlich zu erkennen, daß außer *Cakile maritima* die für das *Salsolo-Cakiletum aegyptiacae* charakteristischen Arten (*Salsola kali* ssp. *kali*, *Beta maritima*, *Euphorbia peplis*) fehlen. Aufgrund dessen unterblieb eine syntaxonomische Einordnung der Bestände auf Assoziationsebene. Vielmehr ist durch das Vorkommen von Arten wie *Eryngium maritimum* und *Elymus farctus* eine gewisse Beziehung zum *Eryngio maritimi-Elymetum farcti* der Embryonaldünen festzustellen.

Tab. 1: Cakile maritima-Gesellschaft

Lfd.-Nr.		1	2	3	4
Aufnahme-Nr.		188	182	214	215
Aufnahmenfläche in qm		10	8	10	12
Deckung in %:	Krautschicht	15	20	10	15
Artenzahl		5	5	4	4
Ch	<i>Cakile maritima</i>	2	2	2	2
B	<i>Eryngium maritimum</i>	1	2	1	+
	<i>Polygonum maritimum</i>	r	1	1	.
	<i>Elymus farctus</i>	1	.	+	.
	<i>Euphorbia paralias</i>	+	.	.	1
	<i>Pancratium maritimum</i>	.	+	.	.
	<i>Cutandia maritima</i>	.	+	.	.
	<i>Lotus creticus</i> ssp. <i>cytisoides</i>	.	.	.	1
Aufnahmeorte:		1 Platja d'es Caragol; 2 und 3 S'Arenal de Son Real; 4 S'Arenal d'Estanyol			

1.2 *Eryngio maritimi-Elymetum farcti* Géhu 1986

Durch *Elymus farctus* (= *Agropyrum junceum* ssp. *mediterraneum*) aufgebaute Phytozöosen sind im gesamten Mittelmeergebiet an flachen Sandstränden für die sogenannten Embryonal- oder Vordünen, d.h. für den ersten Gürtel einer schwachen Sandakkumulation, charakteristisch (vgl. DOING 1985; GÉHU 1986). Dies trifft auch auf Mallorca zu, wo die Gesellschaft jedoch aufgrund der starken Frequentierung der Strände keinen geschlossenen Gürtel bildet, sondern inselhaft, meist in unmittelbarem Kontakt zu den durch *Ammophila arenaria* ssp. *arundinaceae* bewachsenen Dünen, verteilt ist.

Eine weitere Ansprache dieser Gesellschaften als *Agropyretum mediterraneum* Br.-Bl. 1933, wie sie auch auf Mallorca erfolgte (BOLÒS & MOLINIER 1958), ist aufgrund der mangelnden Spezifizierung – im Mediterrangebiet sind hierunter mindestens drei geographisch getrennte Assoziationen zu fassen (vgl. GÉHU 1986) – nicht zulässig und steht im Widerspruch zu den Nomenklaturregeln (GÉHU 1986; GÉHU et al. 1992b). Ebenso unglücklich ist der bei RIVAS-MARTÍNEZ et al. (1992) wiederaufgenommene Begriff *Cypero kali-Agropyretum juncei*, da *Cyperus kalli* (= *Cyperus mucronatus*) keine Charakterart der Vordünen, sondern feuchterer Dünenmulden ist und dementsprechend auch auf Mallorca in diesen Bereichen fehlt. Vielmehr lassen die Aufnahmen (vgl. Tab. 2) eine Benennung als *Eryngio maritimi-Elymetum farcti*, wie sie von GÉHU (1986) für das westliche und östliche Mittelmeer beschrieben wird, als richtig erscheinen. Sie kann als die *Elymus farctus*-Assoziation der thermomediterranen Stufe, im Sinne der bioklimatischen Klassifizierung von RIVAS-MARTÍNEZ (1982), angesehen werden (vgl. GÉHU 1986).

Außer *Elymus farctus* besitzt auch *Sporobolus pungens*, der auch stärker salzwasserdurchtränkte Standorte besiedelt, gute Pioniereigenschaften. Neben diesen beiden spielen vor allem andere *Ammophiletea*-Arten wie *Pancratium maritimum* und *Matthiola sinuata* bei der Zusammensetzung der Vegetationsdecke eine bedeutendere Rolle. Anhand einiger, deutlich hervortretender Differentialarten mit ruderalem Charakter (*Reichardia tingitana*, *Bromus diandrus*, *Sonchus tenerrimus* u.a.) läßt sich eine typische von einer nitrophilen Ausbildung differenzieren. Letztere kann als ein gewisses Anzeichen für die zunehmende Degradation, der die noch wenigen vorhandenen Standorte durch den Badetourismus ausgesetzt sind, gewertet werden. Auf den Beginn dieser Degradation weisen bereits BOLÒS & MOLINIER (1958) hin.

Auffällig ist ebenfalls die hohe Stetigkeit von *Aetheorhiza bulbosa*, einer Asteracee, die durchaus ein Begleiter der offenen Sandgesellschaften sein kann. Das zum Teil starke Auftreten dieser Art, auch in anderen *Ammophiletea*-Gesellschaften, kann möglicherweise als eine

Tab. 2: Eryngio maritimi-Elymetum farcti

		1								2			
Lfd.-Nr.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Aufnahme-Nr.		41	44	45	120	123	125	84	189	216	60	141	217
Aufnahmenfläche in qm		10	20	10	5	4	8	10	8	5	4	8	10
Deckung in %:	Krautschicht	20	45	35	30	30	40	12	25	20	35	60	40
Artenzahl		10	9	9	6	8	11	8	6	11	6	15	15
A	<i>Elymus farctus</i>	2	2	2	3	1	3	2	2	2	2	1	2
V	<i>Sporobolus pungens</i>	1	2	2	.	.	2	1	+	1	.	2	1
O,K	<i>Eryngium maritimum</i>	1	1	1	1	2	1	+	1	1	.	r	1
	<i>Matthiola sinuata</i>	+	1	1	+	.	1	.	.	r	1	.	r
	<i>Pancratium maritimum</i>	1	1	.	.	1	2	+	.	.	.	+	r
	<i>Euphorbia paralias</i>	1	1	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.
	<i>Crucianella maritima</i>	.	1	1	.	.	1	.	1	.	+	.	.
	<i>Calystegia soldanella</i>	1	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Cutandia maritima</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
	<i>Vulpia membranacea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
	ssp. <i>fasciculata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Polygonum maritimum</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
DA	<i>Sonchus tenerrimus</i>	.	.	+	.	.	1	.	.	1	.	.	1
	<i>Reichardia tingitana</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	1	+	1	.
	<i>Anagallis arvensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1
	<i>Sonchus oleraceus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1
	<i>Echium plantagineum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1
	<i>Bromus diandrus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+
B	<i>Lotus creticus</i> ssp. <i>cytisoides</i>	2	2	2	+	2	2	1	1	1	2	2	2
	<i>Aetheorhiza bulbosa</i>	1	2	1	+	1	2	1	.	1	.	.	1
	<i>Cakile maritima</i>	.	.	.	.	+	+	1	.	1	.	1	1
	<i>Lagurus ovatus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	2
	<i>Plantago crassifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1

außerdem: in 1: *Juniperus oxycedrus* ssp. *macrocarpa* +
 3: *Helichrysum stoechas*
 11: *Plantago coronopus* 1, *Limonium spec. r.*, *Anthemis maritima* 1

Aufnahmeorte: 1, 2, 3, 4, 6, 10 und 12 Platja de Muro; 7 und 9 Platja de Can Cullerassa;
 5 S'Arenal de Na Borges; 8 Platja de Son Bauló; 11 Platja de Palma

1 Typische Ausbildung

2 Nitrophile Ausbildung

Degradationserscheinung gewertet werden, da *Aetheorhiza bulbosa* wohl eine gewisse Trittsistenz besitzt und sich als anpassungsfähige psammophile Art daher vor allem in stärker betretenen Beständen konzentriert.

1.3 *Pancratium maritimum*-*Eryngium maritimum*-Gesellschaft

An Strandabschnitten mit einer stellenweise starken Anschwemmung von organischem Material (Reste von *Posidonia oceanica*) findet man oberhalb der mittleren Hochwasserlinie, vom vegetationslosen Sandstrand durch eine niedrige Geländestufe abgesetzt, eine Gesellschaft vor, die durch die beiden *Ammophiletea*-Arten *Pancratium maritimum* und *Eryngium maritimum* charakterisiert wird. Sie steht synsystematisch dem *Eryngio maritimi-Elymetum farcti*

Tab. 3: Pancratium maritimum-Eryngium maritimum-Gesellschaft

		1	2	3	4	5	6	7
Aufnahme-Nr.		13	20	24	113	183	212	213
Aufnahmenfläche in qm		40	20	25	50	30	30	25
Deckung in %:	Krautschicht	35	30	25	40	40	35	40
Artenzahl		9	11	7	9	7	8	9
Ch	<i>Pancratium maritimum</i>	2	1	1	3	2	2	2
	<i>Eryngium maritimum</i>	2	3	2	3	2	2	3
O,K	<i>Sporobolus pungens</i>	1	1	1	1	.	1	1
	<i>Calystegia soldanella</i>	2	.	1	+	.	1	1
	<i>Medicago marina</i>	1	r	1	.	2	1	.
	<i>Polygonum maritimum</i>	.	x	.	1	+	r	.
	<i>Euphorbia paralias</i>	1	.	.	2	.	+	1
	<i>Cutandia maritima</i>	.	.	.	1	.	.	1
B	<i>Helichrysum stoechas</i>	+	x	.	1	.	+	+
	<i>Anagallis arvensis</i>	+	1	.	1	.	.	+
	<i>Cakile maritima</i>	1	.	+	.	r	.	.
	<i>Aetheorhiza bulbosa</i>	.	2	.	.	.	.	+
	<i>Limonium spec.</i>	.	1	1	.	.	.	.
	<i>Euphorbia terracina</i>	.	1	.	.	.	.	.
	<i>Lotus creticus ssp. cytisoides</i>	.	.	.	.	1	.	.
	<i>Echium plantagineum</i>	.	+	.	.	.	.	.
	<i>Ononis natrix agg.</i>	.	.	.	.	+	.	.

Aufnahmeorte: 1 und 7 S'Arenal de Na Borges; 2 Platja de Son Bauló; 3, 4 und 6 S'Arenal d'en Casat; 5 Platja d'es Caragol

nahe, differenziert sich gegenüber diesem aber durch das Fehlen von *Elymus farctus*. Diese Stellung wird durch das stete Vorkommen von *Sporobolus pungens* bekräftigt und läßt eine syntaxonomische Einordnung zum *Sporobolo-Elymenion farcti* zu. Als ein Abbaustadium des *Eryngio maritimi-Elymetum farcti* ist diese Gesellschaft auf keinen Fall zu verstehen, da gewisse ökologische Standortunterschiede bestehen. So dürfte insbesondere die Sandnachlieferung durch dichtere, sedimentfestigende *Posidonia oceanica*-Bestände im littoralen Bereich gehemmt sein. Dies wird einerseits im Fehlen von Embryonaldünen deutlich, d.h. die *Pancratium maritimum-Eryngium maritimum*-Gesellschaft tritt nicht in Form eines schmalen, sich klar abzeichnenden Dünengürtels sondern flächig auf. Andererseits geht die Gesellschaft durch das Fehlen von *Ammophila*-Dünen direkt in *Teucrium dunense-Helichysum stoechas*-Bestände (vgl. Abb. 6) über.

1.4 *Medicago marinae*-*Ammophiletum arundinaceae* Costa et Mansanet 1981

Diese Assoziation ist auf Mallorca kennzeichnend für den meerwärtig ersten morphologisch deutlich sichtbaren Dünenwall (2 bis 3 m), der aus sehr durchlässigen, locker gelagerten, humusarmen, weißen Sanden aufgebaut wird. In typischer Ausbildung ist sie jedoch nur an sehr wenigen Stellen der Insel verbreitet (Platja d'es Trenc, Cala Mesquida, S'Arenal de Na Borges). Dies hat seine Ursache in anthropogenen Eingriffen, aber auch in von Natur aus ungenünstigen Voraussetzungen (z.B. ungenügende Materialnachlieferung). Diese Sande besitzen infolge ihrer lockeren Lagerung und Trockenheit eine noch sehr hohe Mobilität. *Ammophila arenaria ssp. arundinacea*, die Charakterart dieser Standorte, ist an die ständige Sandumlagerung und Übersandung sehr gut angepaßt und besitzt ausgesprochen gute Pioniereigenschaften zu deren Befestigung (vgl. CARTER 1988).

Tab. 4: *Medicago marinae*-*Ammophiletum arundinaceae*

		1										2		
Lfd.-Nr.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Aufnahme-Nr.		62	64	70	77	79	87	92	232	154	231	109	225	233
Aufnahmenfläche in qm		10	20	50	20	20	20	15	20	40	25	30	25	20
Deckung in %:	Krautschicht	40	55	35	55	50	35	55	50	60	55	70	50	55
Artenzahl		10	14	9	8	8	7	13	11	8	8	18	14	16
A	<i>Ammophila arenaria</i> ssp. <i>arundinacea</i> <i>Medicago marina</i>	1	2	3	3	3	3	2	3	3	3	2	2	2
O,K	<i>Eryngium maritimum</i> <i>Pancratium maritimum</i> <i>Cutandia maritima</i> <i>Calystegia soldanella</i> <i>Elymus farctus</i> <i>Sporobolus pungens</i> <i>Matthiola sinuata</i> <i>Crucianella maritima</i> <i>Silene sericea</i> <i>Euphorbia paralias</i> <i>Vulpia membranacea</i> ssp. <i>fasciculata</i>	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	+	1	1
		2	2	.	.	1	1	1	1	2	1	.	2	.
		1	1	1	1	1	.	.	.	.	.	1	.	1
		.	1	2	2	2	.	.	.	1	1	.	.	.
		2	1	.	.	1	.	1	.	.	.	.	1	.
		1	.	.	.	.	.	1	1	.	.	1	1	1
		.	2	+	.	.	.	.	+	.	.	r	+	+
		.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	2	.	1
		.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.
		.	.	.	.	.	.	.	+	+	1	1	.	.
		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	1
DA	<i>Sonchus oleraceus</i> <i>Raphanus raphanistrum</i> <i>Glaucium flavum</i> <i>Bromus diandrus</i> <i>Beta vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	1
		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	+
		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.
		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1
		+	.	.
B	<i>Lotus creticus</i> ssp. <i>cytisoides</i> <i>Aetheorhiza bulbosa</i> <i>Cakile maritima</i> <i>Euphorbia terracina</i> <i>Hyoseris radiata</i> <i>Lagurus ovatus</i> <i>Reichardia tingitana</i> <i>Silene cerastioides</i> <i>Helichrysum stoechas</i>	1	2	1	1	1	2	2	2	.	.	3	1	2
		.	1	2	.	.	1	2	1	1	1	2	.	2
		.	1	.	+	+	.	1	.	1	+	.	1	r
		1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+
		+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
		.	1	.	.	.	.	1	.	.	.	2	1	2
		.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	2	.	1
		+	.	.
		+

Aufnahmeorte: 1, 2 und 12 Cala Agulla; 3 und 4 Cala Mesquida; 5 Cala Mitjana; 6, 7 und 8 Platja d'es Trenc; 9 und 10 S'Arenal de Na Borges; 11 und 13 Platja de Muro

1 Typische Ausbildung

2 Nitrophile Ausbildung

Im Gegensatz zum *Eryngio maritimi-Elymetum farcti* weist die Vegetation entsprechend des etwas weiter fortgeschrittenen Entwicklungsstadiums einen höheren Deckungsgrad auf, wobei *Ammophila* bestandsprägend ist. Zwischen den *Ammophila*-Horsten bieten sich dann günstige Wachstumsbedingungen für andere Arten, von denen neben weiteren *Ammophiletea*-Arten vor allem *Lotus creticus* ssp. *cytisoides* ein steter Begleiter ist. *Medicago marina* als zweite namensgebende Art ist auch in anderen *Ammophiletea*-Assoziationen Mallorcas verbreitet (z.B. *Loto cretici-Crucianelletum maritimae*), besitzt aber ihren eindeutigen Schwerpunkt innerhalb des *Medicago marinae-Ammophiletum arundinaceae*. Biogeographisch gesehen bildet dieses innerhalb der verschiedenen mediterranen *Ammophiletum*-Assoziationen den regiona-

len Typus (= Geosynvikariante) der Küsten E-Spaniens (Almeriense-Valenciano-Catalano) und der Balearen (vgl. ASENSI & DIEZ 1993; GÉHU et al. 1987a).

Wie auch bei einigen anderen psammophilen Phytozönosen Mallorcas unterliegen die *Ammophila*-Dünen als beliebter Ort zum Sonnenbaden ebenfalls einem starken touristischen Druck. Dies begründet das verstärkte Einwandern ruderaler Arten (*Bromus diandrus*, *Sonchus oleraceus*, *Raphanus raphanistrum* u.a.), die die Ausgliederung einer nitrophilen Ausbildung rechtfertigen.

2. Semi-fixierte und fixierte Dünen

2.1 *Loto cretici-Crucianelletum maritimae* Alcaraz et al. 1989

Landeinwärts an die *Ammophila*-Dünen schließt sich bei einer gewissen Festigung des Sandes in klassischer Weise, wie man es auch im übrigen westlichen Mittelmeer vorfindet (vgl. DOING 1985; ASENSI & DIEZ 1993), an flachen Dünenhängen, in kleinen Vertiefungen und auf ebenen Sandflächen eine Zone mit ersten kleinwüchsigen Chamaephyten an. Auf Mallorca ist der an der Basis verholzende Zwergstrauch *Crucianella maritima* für diesen Bereich kennzeichnend und syntaxonomisch namensgebend. *Lotus creticus* ssp. *cytisoides* besitzt dagegen eine weitere Verbreitungsamplitude und tritt auch verstärkt in den Gesellschaften mobiler Dünen auf.

Die zunehmende Stabilisation des Standortes und eine gewisse Anreicherung von organischem Material bewirkt eine höhere floristische Diversität und dichtere Vegetationsbedeckung als in anderen *Ammophiletea*-Gesellschaften. Es sind nicht mehr Gräser, sondern vor allem Chamaephyten (*Crucianella maritima*, *Helichrysum stoechas* und *Teucrium polium* ssp. *dunense*) bestandsprägend. Der hohe Anteil an *Ammophiletea*-Arten belegt jedoch die syntaxonomische Stellung der Assoziation (vgl. COSTA & MANSANET 1981; RIVAS-MARTÍNEZ et al. 1992), deren nitrophile Ausbildung sich sehr gut differenziert (vgl. Tab. 5).

2.2 *Teucrium dunense-Helichrysum stoechas*-Gesellschaft und *Teucrio dunense-Helianthemetum caput-felicis* Rivas-Martínez et al. 1992

An einigen Dünen bzw. Sandstränden Mallorcas geht das *Loto cretici-Crucianelletum maritimae* allmählich bzw. die *Pancratium maritimum-Eryngium maritimum*-Gesellschaft direkt in Bestände über, die durch die Chamaephyten *Teucrium polium* ssp. *dunense* und *Helichrysum stoechas* dominiert werden. Bei vergleichbarer Vegetationsstruktur ergibt sich eine Differenzierung gegen das *Loto cretici-Crucianelletum maritimae* durch das weitgehende Fehlen von *Crucianella maritima*. Der psammophile Charakter der Gesellschaft wird in den meisten Beständen neben *Teucrium polium* ssp. *dunense* durch das Vorkommen zahlreicher *Ammophiletea*-Arten bekräftigt.

Synökologisch und synsystematisch handelt es sich hierbei um eine Übergangsgesellschaft zwischen den psammophilen *Ammophiletea*-Gesellschaften und Strauchgesellschaften der Verbände *Juniperion lycia* oder *Rosmarino-Ericion*. Erste Nanophanerophyten treten auch schon vereinzelt in der ausgliederten *Teucrium dunense-Helichrysum stoechas*-Gesellschaft auf. Dies macht eine syntaxonomische Einordnung schwierig trotzdem erscheint aufgrund des steten Vorkommens von *Ammophiletea*-Arten eine Zuordnung als Basalgesellschaft zum *Crucianellion maritimae* noch gerechtfertigt. Anders verhält es sich mit Beständen am Platja d'es Trenc (vgl. Tab. 6) ohne *Ammophiletea*-Arten, die ausschließlich aus Chamaephyten und Nanophanerophyten des *Rosmarino-Ericion* aufgebaut werden. Sie sind nach RIVAS-MARTÍNEZ et al. (1992) als Ersatzgesellschaft des *Clematidi-Juniperetum lyciae* zu werten und lassen anhand der eindeutigen Charakterart *Helianthemum caput-felis* die Fassung einer eigenständige Assoziation (*Teucrio dunense-Helianthemetum caput-felicis*) zu.

Tab. 5: Loto cretici-Crucianelletum maritimae

Lfd.-Nr.	1								2				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Aufnahme-Nr.	93	94	124	155	156	222	118	46	107	83	85	54	
Aufnahmenfläche in qm	25	10	8	20	15	10	10	20	15	20	25	10	
Deckung in %: Krautschicht	55	50	60	55	50	60	65	55	65	70	60	70	
Artenzahl	12	12	9	12	11	14	13	11	14	17	20	14	
A	Crucianella maritima	3	2	3	3	2	3	3	2	2	3	2	1
	Lotus creticus ssp. cytisoides	1	2	2	2	1	2	1	2	3	3	1	2
O,K	Eryngium maritimum	+	+	1	1	+	1	1	.	1	.	.	.
	Pancratium maritimum	+	r	1	2	1	1	.	.	+	.	.	.
	Cutandia maritima	.	.	2	1	1	1	.	2	.	.	.	2
	Elymus farctus	.	.	1	.	.	.	.	1	+	.	+	1
	Vulpia membranacea ssp. fasciculata	1	+	.	.	+	.	1	.	1	.	.	.
	Matthiola sinuata	.	.	+	r	.	+	.	1	.	.	.	.
	Sporobolus pungens	.	.	1	.	.	.	.	.	1	1	2	.
	Medicago marina	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.
	Silene sericea	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Calystegia soldanella	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.	.
	Polygonum maritimum	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
	Euphorbia paralias	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.
	Scrophularia canina ssp. ramosissima	.	.	.	.	1	r	.	.	.	.	.	.
DA	Bromus diandrus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	1
	Rumex bucephalophorus	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2	2	.
	Lobularia maritima	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+
	Plantago lagopus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	3	.
	Echium plantagineum	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	1	.
B	Helichrysum stoechas	3	3	.	1	2	2	2	.	2	1	.	.
	Teucrium polium ssp. dunense	1	3	.	2	2	1	+	.	.	.	+	.
	Aetheorhiza bulbosa	1	.	3	.	.	.	1	1	1	.	.	3
	Silene cerastioides	.	.	.	.	.	.	.	1	.	+	+	+
	Reichardia tingitana	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	+	1
	Desmazeria marina	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+
	Lagurus ovatus	1	1	.	.	.	.	1	.	.	2	2	1
	Scabiosa atropurpurea	.	.	.	.	.	.	+	.	.	1	1	.
	Euphorbia terracina	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.
	Hyoseris radiata	.	.	.	.	.	.	r	.	.	1	+	.
	Medicago littoralis	.	1	.	.	.	.	.	.	.	+	1	1
	Juniperus phoenicea ssp. lycia	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Anagallis arvensis	.	.	.	.	1	+	.	.	1	.	.	1
	Limonium spec.	.	.	.	.	.	.	r	.	+	.	.	.

außerdem: in 1: Valantia muralis +
 2: Orobanche ramosa +
 4: Cakile maritima +
 7: Plantago crassifolia 1
 8: Rubia peregrina ssp. longifolia 1, Hypochoeris achyrophorus 1, Valerianella spec. +
 10: Urospermum dalechampii 1, Allium roseum 1
 11: Trifolium spec. 1, Raphanus raphanistrum +, Plantago coronopus 1
 12: Reseda lutea 1

Aufnahmeorte: 1 und 2 Platja d'es Trenc; 3, 7, 8 und 12 Platja de Muro; 4, 5 und 6 S'Arenal de Na Borges; 9 Platja de Son Bauló; 10 und 11 Platja de Can Cullerassa

1 Typische Ausbildung

2 Nitrophile Ausbildung

2.3 *Teucrio dunense-Thymelaeetum velutinae* Rivas-Martínez u.a. 1992

Vor allem in der Bucht von Alcúdia, aber auch vereinzelt am Platja S'Arenal, ist auf stabilisierten Standorten eine weitere aus Chamaephyten und Nanophanerophyten aufgebaute Gesellschaft ausgebildet, die sich durch das Vorkommen der endemischen Art *Thymelaea velutina* auszeichnet. Bereits BOLÒS & MOLINIER (1958) beschreiben diese Gesellschaft und stellen sie aufgrund ihrer relativen Ähnlichkeit als Subassoziation zum *Crucianelletum maritimae*. Gleichzeitig wird aber auf die Möglichkeit einer eigenständigen Assoziation, aufgrund taxonomischer Unterschiede, hingewiesen. Dies greifen RIVAS-MARTÍNEZ et al. (1992) auf und schlagen für psammophile Phytozöosen mit *Thymelaea velutina* den Namen *Teucrio dunense-Thymelaeetum velutinae* vor.

Obwohl *Crucianella maritima* und auch andere *Ammophiletea*-Arten in den meisten Beständen vertreten sind (vgl. Tab. 7), erscheint infolge des steten Vorkommens verschiedener Chamaephyten und Nanophanerophyten sowie des diagnostischen Wertes von *Thymelaea velutina* die Auffassung von RIVAS-MARTÍNEZ et al. (1992) gut begründet. Auch besteht eine starke räumliche Trennung zum *Loto cretici-Crucianelletum maritimae*. Die niedrigwüchsige Gesellschaft (0,5 bis 0,8 m) besiedelt vergleichbare Standorte wie die *Teucrium dunense-Helichrysum stoechas*-Gesellschaft, landeinwärts an das *Loto cretici-Crucianelletum* anschließend, und steht auch durch die Arten *Teucrium polium* ssp. *dunense* und *Helichrysum stoechas* dieser nahe. Bezeichnend für die Bestände am Platja de Muro in der Bucht von Alcúdia ist *Halimium halimifolium*, dessen Vorkommen RIVAS-MARTÍNEZ et al. (1992) dazu veranlassen, eine Subassoziation „*halimietosum halimifoliae*“ auszugliedern. Inwieweit alle *Halimium halimifolium*-reichen Bestände hier einzuordnen sind, bleibt ebenso zu diskutieren wie die syntaxonomische Stellung der Assoziation insgesamt zwischen *Crucianellion maritimae* und *Rosmarino-Ericion*.

2.4 *Thymelaea velutina-Halimium halimifolium*-Gesellschaft

Halimium halimifolium ist in seiner Verbreitung auf Mallorca auf fixierte Dünen zwischen Alcúdia und C'an Picafort beschränkt. Es bildet hier zusammen mit anderen *Rosmarinetea*-Arten und *Thymelaea velutina* sehr dichte, bis zu 1,5 m hohe Gebüsche aus, die durch das fast völlige Fehlen litoraler *Ammophiletea*-Arten, insbesondere auch von *Crucianella maritima*, gekennzeichnet sind. Dabei müssen sie durchwegs als Ersatzgesellschaften von *Juniperion lyciae*- oder *Oleo sylvestris-Ceratonion siliquae*-Gesellschaften angesehen werden. Vor allem im Zuge von Brandeinwirkung wurden das *Rubio longifoliae-Juniperetum macrocarpae* und zum Teil auch Kiefernwälder (*Clematis flammula-Pinus halepensis*-Gesellschaft) verdrängt (vgl. MARTÍNEZ 1983). Der psammophile Charakter kommt im Prinzip nur im steten Vorkommen von *Teucrium polium* ssp. *dunense* und *Lotus creticus* ssp. *cytisoides* zum Ausdruck. Dies ist neben der Dominanz von Phanerophyten (*Rosmarinus officinalis*, *Erica multiflora*, *Pistacia lentiscus*, *Pinus halepensis* u.a.) ein wesentlicher Aspekt, der die einzelnen Bestände deutlich vom lückigen *Teucrio dunense-Thymelaeetum velutinae* differenziert und eventuell eine stärkere syntaxonomische Trennung als die Ausgliederung einer Subassoziation *halimietosum halimifoli* (RIVAS-MARTÍNEZ et al. 1992) erfordert. Bis auf *Thymelaea velutina* entsprechen die Bestände in Struktur und Zusammensetzung dem *Teucrio belionis-Halimietum halimifolii*, das von den Küsten der Region Valenciano-Tarraconense des spanischen Festlandes bekannt ist (COSTA & MANSANET 1981). Eine vergleichbare Gesellschaft wird auch von TAFFE-TANI & BIONDI (1989) unter dem Namen *Erico multiflorae-Halimietum halimifolii* von der Adriaküste Mittelitaliens beschrieben. Aufgrund der floristischen und strukturellen Unterschiede werden die Bestände hier vom *Teucrio dunense-Thymelaeetum velutinae* abgetrennt und als *Thymelaea velutina-Halimium halimifolium*-Gesellschaft zusammengefaßt, wobei drei Ausbildungen unterschieden werden können. Eine typische Ausbildung auf stabilen, trockenen Sanden, eine feuchte Ausbildung in Senken mit Grundwasseranschluß und eine nitrophile Ausbildung an Wegrändern und in Siedlungsnähe. Insgesamt bleibt nach Meinung des Autors die genaue syntaxonomische Benennung noch offen, zumal fließende Übergänge und eine starke anthropogene Überprägung dies erschweren. Eine syntaxonomische Einordnung zum *Rosmarino-Ericion* bleibt jedoch unzweifelhaft.

**Tab. 6: Teucrium polium ssp. dunense-Helichrysum stoechas-Gesellschaft
und Teucrio dunense-Helianthemum caput-felicis**

Lfd.-Nr.	1						2		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aufnahme-Nr.	157	158	88	16	223	252	96	250	251
Aufnahmenfläche in qm	20	15	10	15	25	15	20	50	50
Deckung in %: Krautschicht	30	65	30	40	35	35	20	50	60
Artenzahl	10	11	10	13	9	10	12	7	7
Ch ₁									
Helichrysum stoechas	3	3	2	3	2	2	2	1	3
Teucrium polium ssp. dunense	2	2	2	2	2	2	2	2	1
A ₂									
Helianthemum caput-felis	.	.	.	.	.	.	1	2	2
O,K ₁									
Eryngium maritimum	+	.	1	+	1	1	.	.	.
Pancreatium maritimum	r	1	.	+	+	1	.	.	.
Medicago marina	.	1	1	.	2	1	.	.	.
Crucianella maritima	1	r	.	.	.	+	.	.	.
Ammophila arenaria	.	.	+	.	+	+	.	.	.
ssp. arundinacea	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Vulpia membranacea	1	.	.	.	.	.	+	.	.
ssp. fasciculata	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Scrophularia canina	+	1	.	.	.	.	.	.	.
ssp. ramosissima	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Silene sericea	.	.	2	.	.	1	.	.	.
O,K ₂									
Cistus salviifolius	.	.	.	1	.	.	.	1	+
Cistus clusii	.	.	.	.	.	.	.	2	2
Rosmarinus officinalis	.	.	.	.	.	.	.	1	2
Erica multiflora	.	.	.	.	.	.	.	.	+
B									
Lotus creticus ssp. cytisoides	1	1	1	1	2	2	.	.	.
Juniperus phoenicea ssp. lycia	.	.	+	.	.	+	+	1	.
Ononis natrix agg.	.	+	.	1	.	.	1	.	.
Anagallis arvensis	.	1	+	1	.	.	.	.	.
Orobanche ramosa	1	.	.	1	.	.	1	.	.
Aetheorhiza bulbosa	.	.	1	.	.	.	+	.	.
Ephedra fragilis	.	.	.	.	.	.	+	.	.
Pinus halepensis	.	+	.	+	.	.	.	.	.
Limonium spec.	+	.	.	1	.	.	.	.	.
Ononis reclinata	.	.	.	1	.	.	.	.	+
Medicago littoralis	.	.	.	.	+	.	1	.	.
Lagurus ovatus	.	.	.	.	+	.	1	.	.
Hypochaeris achyrophorus	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Schoenus nigricans	.	.	.	.	.	.	+	.	.
Erodium cicutarium	.	.	.	+	.	.	.	.	.

Aufnahmeorte: 1 und 2 S'Arenal de Na Borges; 3, 7, 8 und 9 Platja d'es Trenc
4 und 5 S'Arenal d'en Casat; 6 Platja d'es Dols

1 **Teucrium polium ssp. dunense-Helichrysum stoechas-Gesellschaft**

2 **Teucrio dunense-Helianthemum caput-felicis**

Tab. 7: Teucro dunense-Thymelaeetum velutinae

Lfd.-Nr.	1	2	3	4	5	6
Aufnahme-Nr.	40	114	226	224	47	227
Aufnahmenfläche in qm	30	45	45	40	50	50
Deckung in %:						
Strauchschicht	20	20	25	35	40	30
Krautschicht	25	40	30	30	20	30
Artenzahl	15	13	11	15	15	16
A						
<i>Thymelaea velutina</i>	2	2	2	3	2	2
<i>Teucrium polium</i> ssp. <i>dunense</i>	.	2	2	2	1	2
O,K						
<i>Erica multiflora</i>	.	.	+	+	1	1
<i>Rosmarinus officinalis</i>	1	.	.	.	1	+
<i>Halimium halimifolium</i>	.	.	.	1	2	1
<i>Dorycnium hirsutum</i>	.	.	.	+	1	.
<i>Cistus salvifolius</i>	.	.	.	1	.	1
Ammophiletea-Arten						
<i>Cutandia maritima</i>	.	2	+	+	1	+
<i>Crucianella maritima</i>	2	.	.	1	2	1
<i>Eryngium maritimum</i>	1	1	1	.	+	.
<i>Medicago marina</i>	2	1	1	.	.	.
<i>Euphorbia paralias</i>	.	1	1	.	.	+
<i>Sporobolus pungens</i>	1	.	.	.	.	.
<i>Scrophularia canina</i>	1	.	.	.	.	.
ssp. <i>ramosissima</i>	.	.	.	.	.	.
<i>Pancratium maritimum</i>	.	1	.	.	.	.
Nanophanerophyten						
<i>Juniperus phoenicea</i> ssp. <i>lycia</i>	1	r	+	.	.	.
<i>Ononis natrix</i>	1	.	.	+	.	+
<i>Pinus halepensis</i>	.	.	.	.	+	+
<i>Myrtus communis</i>	.	.	.	.	+	.
B						
<i>Helichrysum stoechas</i>	2	3	2	2	.	2
<i>Aetheorhiza bulbosa</i>	2	1	.	+	.	1
<i>Anagallis arvensis</i>	1	1	+	.	.	.
<i>Rubia peregrina</i> ssp. <i>longifolia</i>	.	.	.	+	1	1
<i>Smilax aspera</i>	.	.	.	1	+	1
<i>Lotus creticus</i> ssp. <i>cytisoides</i>	.	.	.	2	2	2
<i>Rumex bucephalophorus</i>	1	.	.	.	.	.
<i>Echium spec.</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Launaea cervicornis</i>	r	.	.	.	.	.
<i>Reichardia tingitana</i>	.	.	.	.	1	.
<i>Lagurus ovatus</i>	.	+	.	.	.	.
<i>Limonium spec.</i>	.	1	+	.	.	.
<i>Scabiosa atropurpurea</i>	.	.	.	1	.	.
<i>Schoenus nigricans</i>	.	.	.	+	.	.

Aufnahmeorte: 1 S'Arenal de Soa Real; 2 und 3 S'Arenal d'en Casat; 4, 5 und 6 Platja de Muro

Tab. 8: Thymelaea velutina-Halimium halimifolium-Gesellschaft

		1						2		3			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Aufnahme-Nr.		8	160	49	128	50	53	127	48	210	57	32	211
Aufnahmenfläche in qm		150	100	50	70	50	50	200	80	60	40	200	100
Deckung in %:	Strauchschicht	65	65	65	70	50	65	50	70	55	40	50	45
	Krautschicht	15	25	8	10	8	10	3	10	15	35	20	20
Artenzahl		28	31	22	22	21	17	14	19	19	26	34	28
Ch	Halimium halimifolium	3	1	3	2	2	1	3	2	+	2	.	1
	Thymelaea velutina	2	.	2	1	1	2	2	+	1	.	+	+
O,K	Erica multiflora	2	2	1	4	3	3	2	2	2	.	2	1
	Rosmarinu officinalis	2	1	2	2	2	2	2	1	2	1	.	1
	Cistus salviifolius	3	2	2	2	1	.	1	1	1	2	2	2
	Dorycnium pentaphyllum	2	1	1	1	1	1	.	.	1	1	.	+
	Dorycnium hirsutum	1	1	1	+	1	.	1	2	1	2	2	2
	Fumana thymifolia	.	.	.	2	.	1	.	.	.	.	1	.
	Cistus albidus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
D ₂	Imperata cylindrica	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.
	Schoenus nigricans	.	.	.	.	.	+	1	1	1	.	1	.
	Saccharum ravennae	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.
D ₃	Inula viscosa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	2
	Oryzopsis miliacea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	1	2
	Sonchus olearaceus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	1
	Sonchus asper	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
	Reichardia tingitana	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	1	+
	Reseda lutea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	+
	Ruta angustifolia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+
	Nanophanerophyten												
Pinus halepensis	2	2	3	2	1	1	1	3	3	.	+	+	
Pistacia lentiscus	3	3	3	1	1	.	.	1	2	1	2	2	
Daphne gnidium	1	.	+	+	.	.	1	.	.	1	1	.	
Myrtus communis	+	1	.	.	.	.	.	.	.	2	.	1	
Osyris alba	.	.	+	.	1	1	.	.	.	.	.	.
Phillyrea angustifolia	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	2	.	
Juniperus oxycedrus ssp. macrocarpa	.	.	.	.	+	2	.	.	.	.	.	.
Chamaerops humilis	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Kletterpflanzen													
Smilax aspera	2	2	1	2	1	+	2	2	1	+	1	+	
Rubia peregrina ssp. longifolia	2	1	2	2	1	.	.	1	2	.	.	.	
Lonicera implexa	1	1	.	+	+	+	.	.	.	1	1	1	
B	Teucrium polium ssp. dunense	2	2	1	.	2	2	+	2	1	2	2	1
	Lotus creticus ssp. cytisoides	.	.	1	.	1	+	1	2	2	1	1	1
	Asparagus acutifolius	1	1	+	1	.	.	.	.	.	+	1	+
	Carex flacca	1	1	+	1	.	.	.	.	+	1	.	+
	Polygala rupestris	1	+	+	1	.	.	.	.	.	.	1	.
	Valantia muralis	2	1	1	1	+	.	.	.	.	.	1	+
	Blackstonia perfoliata	1	1	.	1	+	+	.	.	+	.	.	.
	Anagallis arvensis	1	1	1	.	.	.	.	.	.	1	.	1
	Convolvulus altheoides	.	+	1	.	.	.	.	.	.	1	1	1
	Ononis reclinata	1	1	.	+	1	.	.	.	.	.	1	.
	Brachypodium retusum	1	2	.	.	1	.	.	.	.	.	1	.
	Ophrys speculum	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	+	.
	Helichrysum stoechas	.	.	.	1	.	+	1	.	.	1	.	+

<i>Centaurium erythraea</i>	1	+	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Viola arborescens</i>	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Medicago littoralis</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.
<i>Scabiosa atropurpurea</i>	1	1.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1
<i>Euphorbia terracina</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	.
<i>Asphodelus aestivus</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+
<i>Cutandia maritima</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.
<i>Elymus farctus</i>	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.

- außerdem: in
- 1: *Phagnalon rupestre* 1
 - 2: *Asparagus albus* +, *Festuca arundinacea* 1, *Orchis coriophora* +, *Gladiolus illyricus* 1
 - 5: *Ophrys tenthredinifera* r
 - 7: *Crucianella maritima* +
 - 10: *Clematis flammula* 1
 - 11: *Euphorbia exigua* +, *Plantago afra* 1, *Daucus carota* +

Aufnahmeorte: 1 bis 12 Platja de Muro

1 Typische Ausbildung

2 Ausbildung mit *Imperata cylindrica*

3 Ausbildung mit *Inula viscosa*

2.5 Clematidi-Juniperetum lyciae Rivas-Martínez 1975

Aus *Juniperus phoenicea* ssp. *lycia* aufgebaute Wacholdergebüsche sind, mit Ausnahme des Platja de Muro in der Bucht von Alcúdia, die charakteristische Phytozönose der fixierten Dünen Mallorcas und relativ weit auf der Insel verbreitet. Sie bilden den Übergang zwischen den litoralen *Ammophiletea*-Gesellschaften und landeinwärts anschließenden *Oleo-Ceratonion*-, *Rosmarino-Ericion*-Gesellschaften und Kiefernwäldern. Sie stellen gewissermaßen für diese eine Schutzbarriere gegen den salzhaltigen Meerwind dar, was sich im deformierten Wuchs der Sträucher der vordersten Linie zeigt. Der Aufbau der Bestände gestaltet sich recht einheitlich, indem vornehmlich die drei Taxa *Juniperus phoenicea* ssp. *lycia*, *Pistacia lentiscus* und *Pinus halepensis* dominant hervortreten. Diese Arten bilden einen sehr dichten Bestand, so daß die Deckungsgrade der Krautschicht, wohl auch durch die zum Teil dicke Nadelstreuaufgabe, nur sehr gering ist. Sie bewirken zudem eine sehr gute Festlegung des Sandes in Verbindung mit einer Anreicherung organischen Materials, was sich im Bodenprofil in der Ausbildung eines humosen Horizontes widerspiegelt. In der Krautschicht treten neben *Teucrium polium* ssp. *dunense*, vereinzelt auch noch andere psammophile Arten auf, die aber grundsätzlich alle nur eine geringe Vitalität besitzen. Anthropogene Störungen haben eine Auflichtung der Bestände zur Folge, die sich in der Krautschicht in der Zunahme des Deckungsgrades und der Artenzahl sowie im Einwandern standortfremder, ruderaler Arten bemerkbar macht und sich außerdem in einer Remobilisierung der Sande niederschlägt (vgl. nitrophile Ausbildung in Tab. 9).

Juniperus phoenicea ssp. *lycia* ist auch in anderen Phytozönosen (z.B. *Cneoro tricocci-Ceratonietum siliquae*), insbesondere stark windbeeinflusster Felsküsten, verbreitet, besitzt jedoch seinen Schwerpunkt im Dünenbereich. Unter vergleichbaren ökologischen Bedingungen findet man aus *Juniperus phoenicea* ssp. *lycia* aufgebaute Gebüsche an zahlreichen Küsten des westlichen Mittelmeeres (vgl. ASENSI & DIEZ 1993; PARADIS & PIAZZA 1989; RIVAS-MARTÍNEZ et al. 1980). Die auf Mallorca schon von BOLÒS & MOLINIER (1958) als *Juniperus lycia*-Gruppe bezeichneten Beständen sind synökologisch und syntaxonomisch gut mit dem von Menorca bekannten *Clematidi-Juniperetum lyciae* (BOLÒS et al. 1970) vergleichbar. Obwohl das namensgebende Taxon *Clematis cirrhosa* var. *balearica* den mallorquinischen Beständen fehlt, ist eine entsprechende Einordnung sinnvoll (vgl. RIVAS-MARTÍNEZ et al. 1992).

Tab. 9: Clematidi-Juniperetum lyciae

Lfd.-Nr.	1										2				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
Aufnahme-Nr.	25	26	112	35	97	31	66	86	89	90	63	65	230		
Aufnahmenfläche in qm	100	100	150	80	80	60	100	80	80	50	80	100	80		
Deckung in %:	Strauchschicht		75	65	85	85	85	80	70	90	85	80	60	65	75
	Krautschicht				2	3	5	15	5	10	8	1	15	10	8
Artenzahl	6	6	13	11	11	17	12	11	9	6	15	13	13		
A	<i>Juniperus phoenicea</i> ssp. <i>lycia</i>														
O,K	<i>Pistacia lentiscus</i>														
	<i>Rubia peregrina</i> ssp. <i>longifolia</i>														
	<i>Smilax aspera</i>														
	<i>Arbutus unedo</i>														
	<i>Lonicera implexa</i>														
	<i>Phillyrea angustifolia</i>														
	<i>Ephedra fragilis</i>														
DA	<i>Oryzopsis miliacea</i>														
	<i>Amaranthus deflexus</i>														
	<i>Solanum nigrum</i>														
	<i>Sonchus oleraceus</i>														
	<i>Sonchus tenerrimus</i>														
	Rosmarinetea-Arten														
	<i>Erica multiflora</i>														
	<i>Cistus salvifolius</i>														
	<i>Cistus monspeliensis</i>														
	<i>Cistus albidus</i>														
	<i>Rosmarinus officinalis</i>														
	<i>Fumana thymifolia</i>														
	Ammophiletea-Arten														
	<i>Pancratium maritimum</i>														
	<i>Eryngium maritimum</i>														
	<i>Ammophila arenaria</i>														
	ssp. <i>arundinacea</i>														
	<i>Matthiola sinuata</i>														
	<i>Polygonum maritimum</i>														
	<i>Medicago marina</i>														
B	<i>Pinus halepensis</i>														
	<i>Teucrium polium</i> ssp. <i>dunense</i>														
	<i>Helichrysum stoechas</i>														
	<i>Lagurus ovatus</i>														
	<i>Lotus creticus</i> ssp. <i>cytisoides</i>														
	<i>Thymelaea velutina</i>														
	<i>Ononis reclinata</i>														
	<i>Cakile maritima</i>														
	<i>Aetheorhiza bulbosa</i>														
	<i>Euphorbia terracina</i>														
	<i>Hyoseris radiata</i>														
	<i>Limonium</i> spec.														

außerdem: in 3: *Rosmarinus officinalis* +, *Blackstonia perfoliata* +
 5: *Helianthemum caput-felis* 1, *Valantia muralis* 1
 6: *Lobularia maritima* 1, *Medicago littoralis* 1, *Senecio leucanthemifolius* 1,
Schoenus nigricans +
 7: *Asparagus acutifolius* +
 9: *Cerastium* spec. 1
 12: *Polycarpon tetraphyllum* 1

Aufnahmeorte: 1, 2 und 3 S'Arenal d'en Casat; 4 S'Arenal de Son Real; 5, 11 und 12 Cala Agulla;
 6, 7, 8 und 9 Platja d'es Trenc; 10 Cala Nao; 13 Platja de Son Bauló

1 Typische Ausbildung

285

2 Nitrophile Ausbildung

Tab. 10: Rubio longifoliae-Juniperetum macrocarpa

Lfd.-Nr.	1						2	
	1	2	3	4	5	6	7	8
Aufnahme-Nr.	42	43	51	52	121	126	108	220
Aufnahmenfläche in qm	100	100	80	150	80	100	80	120
Deckung in %:	Strauchschicht						75	60
	Krautschicht						8	10
Artenzahl	12	16	13	12	12	11	16	14
A	<i>Juniperus oxycedrus</i> ssp. <i>macrocarpa</i>							
O,K	<i>Pistacia lentiscus</i>							
	<i>Smilax aspera</i>							
	<i>Rubia peregrina</i> ssp. <i>longifolia</i>							
	<i>Lonicera implexa</i>							
	<i>Myrtus communis</i>							
	<i>Clematis cirrhosa</i>							
	<i>Asparagus acutifolius</i>							
DA	<i>Solanum nigrum</i>							
	<i>Echium plantagineum</i>							
	<i>Sonchus tenerrimus</i>							
	<i>Inula viscosa</i>							
Rosmarinetea-Arten								
<i>Erica multiflora</i>								
<i>Rosmarinus officinalis</i>								
<i>Halimium halimifolium</i>								
<i>Dorycnium hirsutum</i>								
<i>Cistus salviifolius</i>								
<i>Cistus monspeliensis</i>								
Ammophiletea-Arten								
<i>Elymus farctus</i>								
<i>Matthiola sinuata</i>								
<i>Crucianella maritima</i>								
<i>Cutandia maritima</i>								
<i>Vulpia membranacea</i> ssp. <i>fasciculata</i>								
<i>Sporobolus pungens</i>								
<i>Pancratium maritimum</i>								
B	<i>Pinus halepensis</i>							
	<i>Lotus creticus</i> ssp. <i>cytisoides</i>							
	<i>Thymelaea velutina</i>							
	<i>Teucrium polium</i> ssp. <i>dunense</i>							
	<i>Helichrysum stoechas</i>							
	<i>Lagurus ovatus</i>							
	<i>Cakile maritima</i>							
	<i>Aetheorhiza bulbosa</i>							
	<i>Silene cerastioides</i>							
	<i>Cerastium spec.</i>							
	<i>Polygala rupestris</i>							

Aufnahmeorte: 1 bis 8 Platja de Muro

1 Typische Ausbildung

2 Nitrophile Ausbildung

2.6 *Rubio longifoliae-Juniperetum macrocarpae* Rivas-Martínez, Costa et Loidi 1992

Von *Juniperus oxycedrus* ssp. *macrocarpa* aufgebaute Wacholdergebüsche auf fixierten Dünen besitzen im gesamten Mittelmeergebiet eine geringere Verbreitung als solche aus *Juniperus phoenicea* ssp. *lycia*. So auch auf Mallorca, wo sie auf einen Küstenabschnitt zwischen Alcúdia und C'an Picafort (Platja de Muro) im Nordosten der Insel beschränkt sind. Sie nehmen hier die ökologische Stellung des *Clematidi-Juniperetum lyciae* ein, d.h. sie besiedeln als natürliche Strauchgrenze die rückwärtigen, fixierten Dünen. Heute bilden sie jedoch großteils, mit einem Steilabfall zum vegetationslosen Sandstrand ohne vorgeschaltete *Ammophiletea*-Gesellschaften, die vorderste Linie der Vegetationsbesiedlung, ganz im Gegensatz zur Darstellung bei BOLÒS & MOLINIER (1958), was seine Ursache in verstärkter mariner Abrasion hat.

Neben *Juniperus oxycedrus* ssp. *macrocarpa* sind es wiederum *Pinus halepensis* und *Pistacia lentiscus*, aber auch *Erica multiflora* und vor allem die beiden Kletterpflanzen *Rubia peregrina* ssp. *longifolia* und *Smilax aspera* var. *balearica*, die bestandsprägend hervortreten. Der psammophile Charakter kommt stellenweise durch den höheren Anteil an *Ammophiletea*-Arten gegenüber dem *Clematidi-Juniperetum lyciae* etwas stärker zum Ausdruck. Entsprechend der jüngsten syntaxonomischen Gliederung der mediterranen *Junipereta macrocarpae*-Assoziationen von GÉHU et al. (1990) ist die Gesellschaft auf Mallorca der typischen Rasse des *Asparago-Juniperetum macrocarpae* zuzuordnen, die ein adriatisch-tyrrhenisches Verbreitungsgebiet besitzt. Dabei charakterisieren *Rubia peregrina* ssp. *longifolia* und *Smilax aspera* var. *balearica* als lokale Kennarten die Gesellschaft auf Mallorca besser, als der fehlende *Asparago acutifolius*. Daher erscheint die Bezeichnung von RIVAS-MARTÍNEZ et al. (1992) als *Rubio longifolia-Juniperetum macrocarpae* treffender. Im Zuge anthropogener Störungen kommt es zu Auflichtungen mit ökologischen Folgen, die denen beim *Clematidi-Juniperetum lyciae* entsprechen und die Ausgliederung einer nitrophilen Ausbildung anhand einer Gruppe differenzierender Arten bedingen.

2.7 *Clematis flammula-Pinus halepensis*-Gesellschaft

Gewissermaßen als aktuelles Endstadium der Vegetationsentwicklung findet man an den Sandküsten Mallorcas lockere Kiefernwälder mit meist üppigem Strauchunterwuchs vor. Bei diesen handelt es sich um Sekundärgesellschaften, die bevorzugt auf fossilen Dünen an die Stelle von *Oleo-Ceratonion*-Gesellschaften getreten sind. Daher sind neben *Erica multiflora* vor allem *Oleo-Ceratonion*-Arten (z.B. *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea angustifolia*, *Chamaerops humilis*) für die Zusammensetzung der Strauchschicht bezeichnend. Charakteristisch sind ebenso die in allen Beständen anzutreffenden und die Sträucher überwuchernden Kletterpflanzen *Clematis flammula*, *Lonicera implexa*, *Smilax aspera* und *Rubia peregrina* ssp. *longifolia*. Obwohl Charakterarten des *Quercetion ilicis*, können sie aber auch für diese Kiefernbestände als Kennartengruppe herangezogen werden, da sie anderen sekundären Kiefernwäldern der Insel auf Festgestein in dieser Häufung fehlen. In der für Sekundärgesellschaften typischerweise heterogenen Krautschicht, die von *Quercetalia*- bis zu *Brachypodietalia*-Arten reicht, tritt die hochstete Graminee *Brachypodium retusum* in den Vordergrund.

Standorte, die von diesen Kiefernwäldern eingenommen werden, besitzen aufgrund der schon fortgeschritteneren Bodenentwicklung die geringsten Kalkgehalte (65–69%), aber die höchsten Humusgehalte (5,5–6%) der untersuchten Bodenproben. Auch die Kiefernwälder unterliegen vor allem in Siedlungsnähe starken Beeinträchtigungen, die sich sehr deutlich im Arteninventar und der Bestandsstruktur widerspiegeln. So läßt sich mit einer ruderalen Artengruppe um *Oryzopsis miliacea* eine nitrophile Ausbildung differenzieren, die deutlich höhere Deckungsgrade und Artenzahlen in der Krautschicht aufweist.

Tab. 11: Clematis flammula-Pinus halepensis-Gesellschaft

		1						2			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Aufnahme-Nr.		9	67	68	115	76	172	122	61	221	
Aufnahmenfläche in qm		300	100	250	200	150	400	300	200	150	
Deckung in %:	Baumschicht	30	15	60	40	50	45	60	20	35	
	Strauchschicht	60	50	40	65	60	65	40	15	35	
	Krautschicht	25	8	2	10	20	35	75	60	55	
Artenzahl		18	20	13	24	17	16	25	26	25	
Ch	<i>Pinus halepensis</i>	3	2	4	3	3	3	4	2	3	
	<i>Clematis flammula</i>	.	2	1	1	.	2	1	1	+	
	<i>Smilax aspera</i>	3	1	+	1	1	3	2	1	2	
	<i>Lonicera implexa</i>	2	1	1	+	.	2	.	1	1	
	<i>Rubia peregrina</i> ssp. <i>longifolia</i>	3	.	.	.	+	2	2	1	1	
D	<i>Oryzopsis miliacea</i>	.	.	.	.	.	.	2	3	2
	<i>Geranium robertianum</i>	.	.	.	.	.	.	3	.	1
	<i>Bromus diandrus</i>	.	.	.	.	.	.	2	+	.
	<i>Torilis nodosa</i>	.	.	.	.	.	.	2	.	1
	<i>Urtica spec.</i>	.	.	.	.	.	.	2	.	+
	<i>Sonchus oleraceus</i>	.	.	.	.	.	.	1	1	.
	<i>Sinapsis alba</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	+
	<i>Sonchus asper</i>	.	.	.	.	.	.	.	2	1
	<i>Inula viscosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	2
	<i>Echium plantagineum</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	+
	Pistacio-Rhamnetalia-Arten										
		<i>Pistacia lentiscus</i>	3	2	2	2	2	3	3	1	3
		<i>Phillyrea angustifolia</i>	1	1	+	2	.	1	.	.	.
	<i>Chamaerops humilis</i>	.	+	+	.	2	1	.	.	.	
	<i>Juniperus phoenicea</i> ssp. <i>lycia</i>	.	2	3	1	.	.	.	.	.
	<i>Juniperus oxycedrus</i> ssp. <i>macrocarpa</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.
	<i>Osyris alba</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.
Rosmarinetea-Arten											
	<i>Erica multiflora</i>	2	1	2	3	3	2	.	+	1	
	<i>Cistus salviifolius</i>	.	+	+	+	1	.	.	2	.	
	<i>Rosmarinus officinalis</i>	1	.	.	1	.	.	.	.	.
	<i>Cistus albidus</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	+
	<i>Dorycnium pentaphyllum</i>	.	+	.	1	.	.	.	.	.
	<i>Cistus monspeliensis</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.
	<i>Dorycnium hirsutum</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.
B	<i>Brachypodium retusum</i>	2	2	1	2	1	3	1	.	1	
	<i>Teucrium polium</i> agg.	1	.	.	1	.	2	.	2	+	
	<i>Asparagus acutifolius</i>	1	.	+	.	.	.	1	1	+	
	<i>Asphodelus aestivus</i>	1	.	.	.	.	1	1	1	1
	<i>Scabiosa atropurpurea</i>	+	.	.	+	.	.	1	1	.	
	<i>Arisarum vulgare</i>	.	.	.	.	1	.	1	.	1
	<i>Ruscus aculeatus</i>	.	.	.	.	+	.	1	.	.
	<i>Valantia muralis</i>	1	1	.	.	.	.	.	.	1
	<i>Convolvulus altheoides</i>	1	.	.	.	.	.	2	.	1
	<i>Ononis reclinata</i>	.	1	1	1	.	.	.	.	.
	<i>Ophrys speculum</i>	.	+	.	.	1	.	.	.	.
	<i>Ophrys tenthredinifera</i>	.	r	.	.	r	.	.	.	.
	<i>Helichrysum stoechas</i>	.	1	.	1	.	.	.	.	+
	<i>Bellis annua</i>	.	.	.	1	+	.	2	.	.	
	<i>Lagurus ovatus</i>	.	.	.	.	.	.	3	1	1
	<i>Polygala rupestris</i>	.	.	.	1	.	1	.	1	.	
	<i>Blackstonia perfoliata</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	+

- außerdem: in 1: *Brachypodium phoenicoides* 1, *Carex distans* +, *Leontodon spec.* +
 2: *Scrophularia peregrina* r, *Lopochloa cristata* +
 4: *Fumana thymifolia* 2, *Orchis coriophora* +, *Ophrys fusca* +, *Arbutus unedo* 1
 5: *Vincetoxicum nigrum* 1, *Ampelodesmos mauretanica* 2, *Anagallis arvensis* 1
 6: *Tamus communis* 1, *Asparagus albus* 1
 7: *Centranthus calcitrapae* 2, *Arum italicum* 1, *Euphorbia segetalis* 1
 8: *Lotus ornithopodioides* 1, *Phagnalon rupestre* 1, *Reseda lutea* +, *Erodium chium* 1

Aufnahmeorte: 1, 6, 7, 8 und 9 Platja de Muro; 2 und 3 Cala Agulla;
 4 S'Arenal d'en Casat; 5 Cala Mesquida

1 Typische Ausbildung

2 Ausbildung mit *Oryzopsis miliacea*

Syntaxonomisches Schema

Cakiletea maritima Tx. et Preis. 1950

+ *Euphorbietalia peplis* Tx. 1950

* *Euphorbion peplis* Tx. 1950

– *Cakile maritima*-Gesellschaft

Ammophiletea arundinaceae Br.-Bl. et Tx. 1943

+ *Ammophiletalia arundinaceae* Br.-Bl. (1931) 1933

* *Ammophilion arundinaceae* Br.-Bl. (1931) 1933

** *Sporobolo-Elymenion farcti* Géhu 1987

– *Eryngio maritimi-Elymetum farcti* Géhu 1986

– *Pancratium maritimum-Eryngium maritimum*-Gesellschaft

** *Ammophilenion arundinaceae* Riv.-Mart. et Géhu 1980

– *Medicago marinae-Ammophiletum arundinaceae* Costa et Mans. 1981

+ *Helichryso-Crucianelletalia maritimi* Géhu, Riv.-Mart., Tx. 1973

* *Crucianellion maritima* Riv.-God. et Riv.-Mart. 1963

– *Loto cretici-Crucianelletum maritima* Alc., Díaz, Riv.-Mart. & Sanch. 1989

– *Teucrium polium* ssp. *dunense*-*Helichrysum stoechas*-Gesellschaft

Ononido-Rosmarinetea Br.-Bl. 1947

+ *Rosmarinetalia* Br.-Bl. (1931) 1952

* *Rosmarino-Ericion* Br.-Bl. 1931

– *Teucrio dunense-Thymelaeetum velutinae* Riv.-Mart. et al. 1992

– *Teucrio dunense-Helianthemetum caput-felicitis* Riv.-Mart. et al. 1992

– *Thymelaea velutina-Halimium halimifolium*-Gesellschaft

Quercetea ilicis Br.-Bl. 1947

+ *Pistacio-Rhamnetalia alaterni* Riv.-Mart. 1975

* *Juniperion lyciae* Riv.-Mart. 1975

– *Clematidi-Juniperetum lyciae* Riv.-Mart. 1975

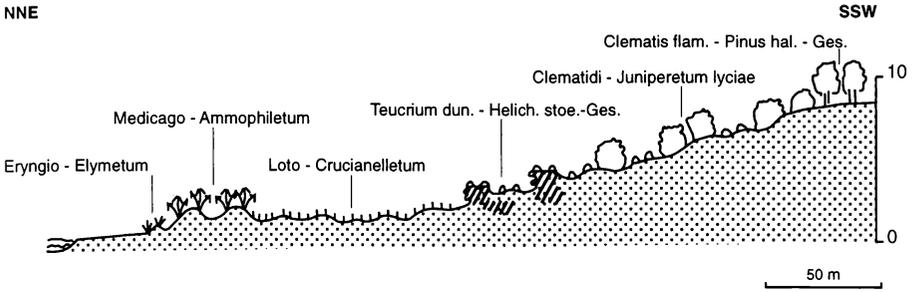
– *Rubio longifoliae-Juniperetum macrocarpa* Riv.-Mart., Costa & Loidi 1992

Vegetationszonierung

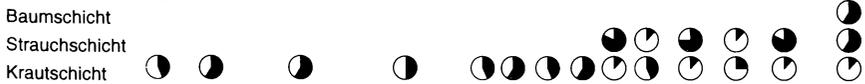
Die phytosoziologischen Untersuchungen ergaben, daß die von BOLÒS & MOLINIER (1958) beschriebene Zonierung der litoralen Sandstrandvegetation Mallorcas (vgl. Abb. 3), wie man sie in vergleichbarer Weise auch aus anderen Teilen des westlichen Mittelmeergebietes kennt (vgl. DOING 1985; RIVAS-MARTÍNEZ 1980; ASENSI & DIEZ 1993), heute nur noch in sehr begrenztem Umfang und an einigen wenigen Standorten vorhanden ist (z.B. Platja d'es Trenc, S'Arenal de Na Borges). Vielfach sind die Standorte völlig zerstört, oder es fehlen

einzelne Glieder der Vegetationsabfolge. Die verbliebenen Fragmente sind stark degradiert und ihr natürliches Artenspektrum ist verschoben. Einen Überblick über noch mehr oder weniger intakte Abfolgen, wie sie am Es Trenc und in der Bucht von Alcúdia anzutreffen sind, geben Abb. 4 und 5. Aus ihnen wird ersichtlich, daß sich die Küstendünen Mallorcas physiognomisch in fünf Abschnitte untergliedern lassen:

- Zone des vegetationsfreien Vorstrand, z.T. mit Spülsaumablagerungen und entsprechend einjährigem Bewuchs,
- Zone der Embryonaldünen mit Initialphasen der Vegetationsentwicklung,
- Zone der aufgewehten, mobilen Hauptdünenketten (Primärdünen) mit Strandhafer,



Gesamtbedeckung in %



Entwurf: T. Schmitt

Abb. 5: Vegetationszonierung am S'Arenal de Na Borges.

Tab. 12: Schematisierte Übersicht der Dünenlandschaft, ihrer Vegetationszonen und wichtigen Ökofaktoren auf Mallorca

Lokalität	vegetationsfreier Vorstrand Spülsaum	Embryonaldünen	Primärdünen	Sekundärdünen ebene Sandflächen	Tertiärdünen fossile Dünen
Pflanzengesellschaften	Cakile maritima-Ges.	Eryngio-Elymetum	Medicago- Ammophiletum	Loto-Crucianelletum Teucrium dun.-Helichrysum stoech.-Gesellschaft Teucricio-Thymelaeetum	Clematidi-Juniperetum lyciae Rubio-Juniperetum macrocarpae Clematis flamm.-Pinus halep.-Ges.
Charakterarten	Cakile maritima	Elymus farctus Eryngium marit.	Ammophila arenaria ssp. arundinaceae Medicago marina	Crucianella maritima Teucrium dunense Helichrysum stoechas Thymelaea velutina	Juniperus phoen. ssp. lycia Juniperus oxyc. ssp. macrocarpa Pinus halepensis Pistacia lentiscus
dominante Lebensform	Therophyten	Hemikryptophyten	Hemikryptophyten	Chamaephyten	Nanophanerophyten
Deckungsgrad	0-15%	20-40%	30-55%	30-65%	70-90%
mittlere Artenzahl	5	8	10	12	13
Stabilitätsgrad	sehr instabil	instabil	instabil	semifixiert	fixiert, stabil
Windeinwirkung	→	→	→	→	→
Salzeinwirkung	→	→	→	→	→
Sandumlagerung	→	→	→	→	→
Kalkgehalt	→	→	→	→	→
anthropogener Einfluß	→	→	→	→	→
Bodenaustrocknung	→	→	→	→	→
Biomassenproduktion	→	→	→	→	→
Humusgehalt	→	→	→	→	→

→ zunehmend

dichter litoraler *Posidonia oceanica*-Bestände fehlen diesen Abfolgen morphodynamisch rezente Dünen, so daß an einem flachen Sandstrand die *Panocratium maritimum*-*Eryngium maritimum*-Gesellschaft direkt in chamaephytenreiche Gesellschaften übergeht. Die verbreiteten chamaephytenreichen Gürtel stellen keine lokale Besonderheit dar, sondern sind im westlichen Mittelmeer sehr oft zwischen litoralen Gesellschaften auf der einen und Macchie oder Wäldern auf der anderen Seite eingeschaltet. Sie besitzen jedoch auf Mallorca eine große Vielfaltigkeit, die sich auch in speziellen Taxa, unter anderem der endemischen *Thymelaea velutina*, zeigt.

Danksagung

Die Geländeuntersuchungen auf Mallorca wurden dankenswerterweise von der Deutschen Forschungsgemeinschaft unterstützt. Herrn Dr. Joan RITA, Dept. de Biologia Ambiental, danke ich für wertvolle Hinweise und die Bestimmungshilfe bei kritischen Taxa.

Literatur

- ASENSI, A. & DIEZ, B. (1993): Dry coastal ecosystems of southeastern and eastern Spain. – In: MAA-REL, E. van der (Edit.): Dry coastal ecosystems. Polar Regions and Europe. Ecosystems of the World 2A: 363–368. Elsevier. Amsterdam-London-New York-Tokyo.
- BARKMAN, J.J., MORAVEC, J., RAUSCHERT, S. (1986): Code of phytosociological nomenclature. – Vegetatio 67: 145–195. Dordrecht.
- BOLÒS, O. de, MOLINIER, R. (1958): Recherches phytosociologiques dans l'île de Majorque. – Collectanea Bot. 5: 699–865. Barcelona.
- ,–, Montserrat, P. (1970): Observations phytosociologiques dans l'île de Minorque. – Acta Geobot. Barcinonensia 5. Barcelona.
- , VIGO, J., MASALLES, R., NINOT, J. (1990): Flora manual dels països catalans. – Editorial Pòrtic. Barcelona.
- BUTZER, K.W. (1962): Coastal geomorphology of Majorca. – Annals of the Association of American Geographers 52 (6): 191–212. Washington.
- CARTER, R.W.G. (1988): Coastal Environments. – Academic Press. London.
- COSTA, M. & MANSANET, J. (1981): Los ecosistemas dunares levantinos: La Dehesa de la Albufera de Valencia. – Anales Inst. Bot. A.J. Cavanilles 37 (2): 277–299. Madrid.
- DOING, H. (1985): Coastal fore-dune zonation and succession in various parts of the world. – Vegetatio 61 (1–3): 65–75. Dordrecht.
- GÉHU, J.M. (1986): Qu'est-ce que l'Agropyretum mediterraneum Braun-Blanquet (1931) 1933? – Laza-roa 9: 343–354. Madrid.
- , APOSTOLIDES, N., GÉHU-FRANCK, J., ARNOLD, K. (1992a): Premières données sur la végétation littorale des îles Rodhos et de Karpathos (Grèce). – Colloques phytosoc. 19: 545–582. Berlin-Stuttgart.
- , BIONDI, E., COSTA, M., GÉHU-FRANCK, J. (1987a): Les systèmes végétaux des contacts sédimentaires terre/mer (dunes et vases salées) de l'Europe méditerranéenne. – Bulletin d'Écologie 18 (2): 189–199. Paris.
- ,–, GÉHU-FRANCK, J., COSTA, M. (1992b): Interprétation phytosociologique actualisée de quelques végétations psammophiles et halophiles de Camargue. – Colloques phytosoc. 19: 103–131. Berlin-Stuttgart.
- , COSTA, M., BIONDI, E. (1990): Les Junipereta macrocarpa sur sable. – Acta Bot. Malacitana 15: 303–309. Malaga.
- ,–,–, FRANCK, J., ARNOLD, N. (1987b): Données sur la végétation littorale de la Crète (Grèce). – Écologia Méditerranæa 13 (1/2): 93–105. Marseille.
- ,–, SCOPPOLA, A., BIONDI, E., MARCHIORI, S., PERIS, J.B., FRANCK, J., CANIGLIA, G., VERI, L. (1984): Essai systématique et synchorologique sur les végétations littorales italiennes dans un but conservatoire. I. Dunes et vases salées. – Documents Phytosoc. 8: 393–474. Vaduz.
- , GÉHU-FRANCK, J. (1986): Données systématiques et synchorologiques sur la végétation du littoral tunisien de Bizerte à Gabès. I. La végétation psammophile. – Documents Phytosoc. 10 (2): 127–155. Vaduz.
- GRIMALT, M. (1992): Geografia del risc a Mallorca. Les inundacions. – Institut d'Estudis Balearics. Palma.

- MARTINEZ, A. (1983): La franja dunar de la Badía d'Alcúdia (Mallorca). I. Estat actual de la maquia de *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *macrocarpa* (Sibth. et Sm.) Ball. – *Bolletín Societat de Historia Natural de les Balears* 27: 7–22. Palma.
- PARADIS, G. & PIAZZA, C. (1992): Description phytosociologiques et cartographique de la végétation littorale de deux sites dégradés du Golfe de Valinco (Corse): Campomoro et Tenutella. – *Colloques phytosoc.* 19: 341–370. Stuttgart-Berlin.
- RITA, J., TEBAR, F.J. (1990): Estructura de la vegetación dunar de Menorca. – *Studia Ecologica* 7: 33–48. Salamanca.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. (1982): Etages bioclimatiques, secteurs chorologiques et séries de végétation de l'Espagne méditerranéenne. – *Écologia Méditerranéa* 8 (1/2): 275–288. Marseille.
- , COSTA, M., CASTROVIEJO, S., VALDÉS, E. (1980): Vegetación de Doñana (Huelva, España). – *Lazaroa* 2: 5–189. Madrid.
- , SORIANO, P., PÉREZ, R., LLORENS, L., ROSELLÓ, J.A. (1992): Datos sobre el paisaje vegetal de Mallorca e Ibiza (Islas Baleares, España). – *Itinera Geobot.* 6: 5–98.
- SCHMITT, T. (1994): Belastung und Veränderung der Sandstrand- und Dünenökosysteme auf Mallorca durch den Tourismus. – *Geoökodynamik* 15 (2): 165–185. Bensheim.
- TAFFETIANI, F., BIONDI, E. (1992): La vegetazione del litorale Molisano e Pugliese tra le foci dei fiumi biferno e fortore (Adriatico Centro-Meridionale). – *Colloques phytosoc.* 18: 323–350. Berlin-Stuttgart.

Dr. Thomas Schmitt
Geographisches Institut
der Justus-Liebig-Universität Gießen
Senckenbergstraße 1
35390 Gießen