

**Beiträge zur Biologie, Chorologie, Ökologie
und Taxonomie der neophytischen Melde
Atriplex micrantha und verwandter Arten**

Von der Fakultät Geo- und Biowissenschaften der Universität Stuttgart zur
Erlangung der Würde eines Doktors der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat.)
genehmigte Abhandlung

Vorgelegt von
Dipl. Biol. t.o. Oliver Christoph Schwarz
aus Stuttgart

Hauptberichter: Prof. Dr. Ulrich Kull
Mitberichter: Prof. Dr. Siegmund Seybold
Tag der mündlichen Prüfung: 9. Januar 2004

Universität Stuttgart, Biologisches Institut,
Abteilung Botanik

2004

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	I
Abkürzungsverzeichnis.....	VII
Zusammenfassung.....	IX
Summary.....	XIII
Einleitung	1
1 Nomenklatur der untersuchten <i>Atriplex</i>-Arten.....	3
1.1 Gartenmelde.....	3
1.2 Verschiedensamige Melde.....	3
1.3 Glanzmelde.....	5
1.4 Langblättrige Melde.....	7
1.5 Aucher-Melde.....	8
2 Morphologie.....	17
2.1 Untersuchung morphologischer Unterschiede	
2.1.1 Blütenmorphologische Unterscheidung der <i>Atriplex</i> -Arten.....	17
2.1.2 Beobachtungen der Blütenverteilung bei <i>Atriplex</i>	19
2.1.3 Pollenmorphologische Untersuchung von <i>Atriplex hortensis</i> , <i>sagittata</i> und <i>micrantha</i> anhand von REM-Aufnahmen.....	25
2.1.4 Vergleich der Morphologie der Blasenhaare.....	26
2.1.5 Vergleich der Morphologie der Samen und Früchte.....	27
2.1.6 Vergleich der Morphologie der Fruchtknoten.....	27
2.1.7 Vergleich der Vorblätter.....	28
2.1.8 Längen-Breitenverhältnis der Blattspreiten verschiedener <i>Atriplex</i> -Arten.	29
2.1.9 Periodizität des Internodien-Längenwachstums.....	32
2.1.10 Das Wurzelsystem von <i>Atriplex micrantha</i>	36
2.2 Vergleich der Zeichnungen verschiedener <i>Atriplex</i> -Arten in der Literatur	
2.2.1 Vergleich der Zeichnungen von <i>Atriplex aucheri</i> in der Literatur.....	38
2.2.2 Vergleich der Zeichnungen von <i>Atriplex hortensis</i> in der Literatur.....	40
2.2.3 Vergleich der Zeichnungen von <i>Atriplex micrantha</i> in der Literatur.....	43
2.2.4 Vergleich der Zeichnungen von <i>Atriplex oblongifolia</i> in der Literatur....	46
2.2.5 Vergleich der Zeichnungen von <i>Atriplex sagittata</i> in der Literatur.....	48
2.3 Bestimmungsschlüssel	
I. nach vegetativen Merkmalen.....	51
II. nach Blütenmerkmalen.....	52
III. nach Vorblattmerkmalen.....	52
IV. Bestimmung anhand von Samen.....	58
2.4 DNA-Mengenbestimmung	
2.4.1 Material und Methoden.....	59
2.4.2 Ergebnis Chromosomenzählung.....	60
2.4.3 Diskussion Chromosomenzählung.....	60
2.4.4 Ergebnis und Diskussion DNA-Mengen-Bestimmung.....	61
2.5 Vergleich der DNA-Sequenzen verschiedener <i>Atriplex</i> -Arten	
2.5.1 Material und Methoden.....	64
2.5.1.1 DNA-Isolierung.....	64
2.5.1.2 Polymerase-Kettenreaktion.....	64
2.5.1.3 Reinigung der PCR-Amplifikate.....	64
2.5.1.4 Sequenzierung.....	66

2.5.1.5	Phylogenetische Analysen.....	67
2.5.2	Ergebnis und Diskussion.....	68
2.5.3	Eignung der ITS-Region zur Bestimmung der Verwandtschafts- verhältnisse bei der Gattung <i>Atriplex</i>	78
2.6	Das Quartär und der Einfluß der pleistozänen Klimaschwankungen auf die Artenbildung bei <i>Atriplex</i>	79
2.7	Sensorische Unterscheidung von <i>Atriplex</i> -Arten.....	81
2.7.1	Versuchsdurchführung.....	81
2.7.2	Ergebnis.....	81
2.7.3	Diskussion.....	82
2.8	Neubeschreibung einer Unterart von <i>Atriplex micrantha</i> C.A.Mey in Ledeb.....	84
2.8.1	Überprüfen des Jerevan-Typs auf frühere Beschreibungen.....	85
3	Verbreitung und Vergesellschaftung	89
3.1	Geographische Verbreitung der <i>Atriplex micrantha</i> und <i>Atriplex aucheri</i> außerhalb von Deutschland.....	89
3.1.1	Verbreitung der <i>Atriplex micrantha</i>	
3.1.1.1	Amerika.....	89
3.1.1.2	in Osteuropa und Mittelasien.....	89
3.1.2	Verbreitung der <i>Atriplex aucheri</i>	92
3.1.3	Klimaverhältnisse im mittelasiatischen Verbreitungsgebiet.....	93
3.1.4	Zusammenfassung.....	96
3.2	Geographische Verbreitung von <i>Atriplex</i> -Arten in Deutschland und Baden-Württemberg.....	98
3.2.1	Die Verbreitung der <i>A. micrantha</i> in Baden-Württemberg.....	98
3.2.2	Die Verbreitung der <i>A. micrantha</i> in Deutschland.....	100
3.2.3	Die Verbreitung der <i>A. sagittata</i> in Deutschland.....	101
3.2.4	Verbreitung der <i>A. oblongifolia</i> in Deutschland.....	101
3.2.5	Verbreitung der <i>A. hortensis</i> in Deutschland.....	101
3.3	Historische Umstände der Fundsituation von <i>A. micrantha</i>	103
3.3.1	Rekonstruktion des ursprünglichen Biotops von <i>Atriplex</i> <i>micrantha</i> anhand der Aufzeichnungen von C.A. Meyer.....	105
3.4	Vegetationsaufnahmen von straßennahen Biotopen.....	107
3.5	Verbreitung der <i>Atriplex micrantha</i> an Kalihalden.....	111
3.6	Früheste Belege für das Auftreten von <i>Atriplex micrantha</i>	113
3.6.1	Erster urkundlicher <i>Atriplex micrantha</i> -Nachweis in Europa.....	113
3.6.1.1	Mögliche Herkunft der <i>Atriplex heterosperma</i> in Lackalänga.....	113
3.6.2	Ältester <i>Atriplex micrantha</i> -Beleg in Europa.....	114
3.6.3	Bisher ältester Nachweis im südwestdeutschen Raum.....	116
3.7	Mögliche Einschleppungswege von <i>Atriplex micrantha</i> -Samen in das Elsass um die Jahrhundertwende 19./20. Jh.....	116
3.7.1	Über die Baumwolle.....	116
3.7.2	Über Felle und Wolle.....	117
3.7.3	Über Getreidelieferungen.....	117
3.7.4	Durch die Kali-Industrie.....	118
3.7.5	Zoochorische Verbreitung durch Vögel.....	118
3.7.6	Untersuchung der Herkünfte von eingeschleppten Pflanzen und ihre Fundstellen um die Jahrhundertwende 19./20. Jh.....	120
3.7.7	Herkünfte von eingeschleppten Pflanzen zwischen 1913 und 1927.....	123
3.7.8	Herkünfte von durch die Wollindustrie ins Elsass eingeschleppten Pflanzen zwischen 1929 und 1934.....	124

3.7.9	Zusammenfassung.....	126
3.8	Adventivfloristische Einordnung von <i>Atriplex micrantha</i>	127
4	Standortökologie – Besonderheiten des Biotops „Straßenrand“ an Autobahnen und Bundesstraßen.....	129
4.1	Straßenprofile von Fernstraßen.....	131
4.2	Pflegemaßnahmen der Straßenbegleitflächen.....	132
4.2.1	Spezielle Bankettpflege.....	132
4.3	Schadstoffeintrag in Straßenbegleitflächen.....	132
4.3.1	Salz-Immissionen in Straßenbegleitflächen.....	132
4.3.2	Auswirkung des Salzeintrages auf den Boden.....	134
4.3.3	Schädigung der Pflanzen durch Salz.....	135
4.3.4	Andere Immissionen.....	135
4.4	Bedingungen für die Vegetation am Mittel- und Seitenstreifen.....	136
4.5	Verbreitung der Samen am Mittel- und Seitenstreifen.....	137
4.5.1	Theoretische Überlegungen zu der Verdriftung von Diasporen durch die von Fahrzeugen erzeugten Geschwindigkeitsfelder.....	138
4.6	Besondere Eignung von <i>Atriplex micrantha</i> für den Randstreifen-Standort.....	141
5	Versuchsergebnisse zur Physiologie und Ökologie von <i>Atriplex micrantha</i> u.a. <i>Atriplex</i>-Arten.....	142
5.1	Biologische Funktion der Vorblätter	
5.1.1	Material und Methoden.....	142
5.1.2	Feuchte-Speicherung in den Vorblättern.....	143
5.1.3	Keimhemmung durch Vorblätter.....	144
5.1.4	Kreuzhemmung der Vorblätter verschiedener <i>Atriplex</i> -Arten.....	144
5.1.5	Hemmwirkung der Vorblätter auf die Keimung von <i>Raphanus</i> -Samen....	144
5.1.6	Einfluss der Früchte und Vorblätter auf den pH-Wert des Gießwassers...	148
5.1.7	Einfluß der Vorblätter auf die Betalainbildung.....	149
5.1.8	Diskussion des möglichen Hemmstoffes in Vorblättern.....	151
5.2	Abhängigkeit der Keimraten verschiedener <i>Atriplex</i> -Arten von den NaCl- Konzentrationen des Gießwassers	
5.2.1	Material und Methoden.....	152
5.2.2	<i>Atriplex sagittata</i> mit braunen Samen ohne Vorblätter.....	153
5.2.3	<i>Atriplex sagittata</i> mit braunen Samen in Vorblättern.....	153
5.2.4	<i>Atriplex sagittata</i> mit schwarzen Samen.....	154
5.2.5	<i>Atriplex hortensis</i> mit braunen Samen ohne Vorblätter von Pflanzen aus dem Garten.....	154
5.2.6	<i>Atriplex hortensis</i> mit braunen Samen in Vorblättern.....	159
5.2.7	<i>Atriplex hortensis</i> mit schwarzen Samen ohne Vorblätter.....	159
5.2.8	<i>Atriplex micrantha</i> mit braunen Samen ohne Vorblätter.....	165
5.2.9	mit braunen Samen in Vorblättern.....	166
5.2.10	<i>Atriplex micrantha</i> mit schwarzen Samen ohne Vorblätter.....	166
5.2.11	Zusammenfassung und Diskussion des Keimverhaltens	
5.2.11.1	Salzbedingte Keimverzögerung.....	170
5.2.11.2	Salzbedingte Keimruhe.....	171
5.2.11.3	Salzbedingte Schädigung.....	171
5.2.11.4	Additiver inhibitorischer Effekt der Vorblätter.....	172

5.3	Andere Einflüsse auf den Keimvorgang	
5.3.1	Temperaturabhängigkeit der Keimung.....	173
5.3.2	Keimung älterer Samen.....	174
5.4	Wachstumsversuche unter Verwendung von salzhaltigem Bodensubstrat	
5.4.1	Material und Methoden.....	175
5.4.2	Ergebnisse.....	176
5.4.3	Diskussion.....	177
5.5	Photosynthese und Chlorophyll	
5.5.1	Material und Methoden.....	178
5.5.1.1	Messung der Nettophotosyntheseraten.....	178
5.5.1.2	Messung der Fluoreszenz.....	178
5.5.1.3	Chlorophyllbestimmung.....	179
5.5.2	Ergebnisse und Diskussion	
5.5.2.1	Bestimmung der Lichtkurven.....	179
5.5.2.2	Die Quantenausbeute in Abhängigkeit der Salzkonzentration...	180
5.5.2.3	Chlorophyllgehalte.....	182
5.6.	Wasserhaushalt	
5.6.1	Bestimmung des Wassergehaltes von Laubblättern.....	184
5.6.1.1	Material.....	184
5.6.1.2	Methodik der Wassergehaltbestimmung von Laubblättern.....	184
5.6.1.3	Ergebnisse und Diskussion.....	186
5.6.1.4	Zusammenfassung.....	189
5.6.2	Bestimmung des Querschnitts der Wasserleitungsbahnen.....	189
5.7	Einfluss der „Ernährung“ auf die Ausbildung von schwarzen und braunen Samen	
5.7.1	Material und Methode.....	191
5.7.2	Ergebnisse und Diskussion.....	191
5.7.2.1	<i>Atriplex hortensis</i>	191
5.7.2.2	<i>Atriplex sagittata</i>	192
5.7.2.3	<i>Atriplex micrantha</i>	192
5.7.2.4	<i>Atriplex aucheri</i>	192
5.7.3	Zusammenfassung.....	193
5.8	Auftreten vertikaler und horizontaler Samen.....	193
5.8.1	Methoden.....	194
5.8.2	Ergebnisse.....	194
5.8.3	Zusammenfassung.....	194
5.9	Asche-, Kalium- und Natriumgehalt in Pflanzenmaterial von <i>Atriplex micrantha</i> in Abhängigkeit vom Salzgehalt des Bodensubstrates	
5.9.1	Material und Methoden.....	198
5.9.2	Ergebnisse.....	198
5.9.3	Diskussion und Vergleich mit Literaturwerten.....	201
5.10	Eignung von <i>Atriplex</i> -Arten als Futtermittel	
5.10.1	Material und Methoden.....	202
5.10.1.1	Die Untersuchungsmethoden der Landesanstalt für Landwirtschaftliche Chemie.....	202
5.10.1.2	Eigene Messungen.....	203
5.10.2	Ergebnis und Diskussion.....	204
5.10.3	Vergleich der aschefreien Energiewerte mit Literaturwerten.....	207
5.11	Construction cost	
5.11.1	Methode.....	208
5.11.2	Ergebnisse und Diskussion.....	208

5.12	Beobachtungen von Schädlingen und Nützlingen an <i>Atriplex</i>	
5.12.1	Potentielle Bestäuber.....	211
5.12.2	Insekten als Schädlinge.....	212
5.12.3	Andere Schädlinge.....	212
5.12.4	Fraßversuch mit Schnecken.....	212
6.	Geschichte – <i>Atriplex</i> von der Antike bis in heutige Zeit.....	214
6.1	Vergleich der botanischen, medizinischen und ackerbaulichen Angaben von antiken Texten bis in die Neuzeit.....	214
6.1.1	THEOPHRAST.....	215
6.1.2	HIPPOKRATES.....	216
6.1.3	PLINIUS DER ÄLTERE.....	217
6.1.4	DIOSKORIDES.....	218
6.1.5	COLUMELLA.....	219
6.1.6	PALLADIUS.....	219
6.1.7	ANTHIMOS.....	219
6.1.8	ISIDORUS HISPANICUS.....	220
6.1.9	CAPITULARE KARLS DES GROSSEN.....	220
6.1.10	HILDEGARD VON BINGEN.....	220
6.1.11	ODO MAGDUNENSIS.....	221
6.1.12	ALBERTUS MAGNUS.....	221
6.1.13	HIERONYMUS BOCK.....	221
6.1.14	LEONHART FUCHS.....	222
6.1.15	TABERNAEMONTANUS.....	223
6.1.16	Abbildungen der wilden Melde.....	223
6.2	Verwechslungsmöglichkeit mit anderen Gemüsearten.....	225
6.3	Archäologische Nachweise der Gartenmelde in Mitteleuropa.....	225
6.4	Übersicht über die Verwendungsmöglichkeiten von <i>Atriplex</i> und anderen Chenopodiaceen.....	226
6.5	Zusammenfassung.....	228
Anhang:		
A1	Erstbeschreibungen von <i>Atriplex micrantha</i> , <i>A. heterosperma</i> , <i>A. hortensis</i> , <i>A. aucheri</i> , <i>A. acuminata</i> , <i>A. sagittata</i> , <i>A. nitens</i> und <i>A. oblongifolia</i>	229
A2	DNA-Sequenzen und Sequenzunterschiede	243
A3	DNA-Mengen-Histogramme.....	249
A4	Quellennachweis weltweiter <i>Atriplex micrantha</i> -Fundangaben	253
A5	Verzeichnis der Fundpunkte in Baden-Württemberg.....	256
A6	Verzeichnis der angeschriebenen Herbarien	260
A7	Verzeichnis der revidierten <i>Atriplex</i> -Belege.....	262
A8	Nachweis der Gartenmelde in historischen Texten.....	266
A9	Verzeichnis antiker Gemüsepflanzen, die mit der Gartenmelde verwechselt werden konnten.....	279
A10	Einzelerggebnisse der sensorischen Untersuchungen.....	283
A11	Rasterelektronische Aufnahmen von <i>A. aucheri</i> , <i>A. hortensis</i> , <i>A. micrantha</i> und <i>A. sagittata</i>	288
A12	Aufnahmen von Vorblättern und Früchten <i>A. aucheri</i> , <i>A. hortensis</i> , <i>A. micrantha</i> , <i>A. oblongifolia</i> und <i>A. sagittata</i>	293

Literaturverzeichnis	296
Tabellenverzeichnis	312
Abbildungsverzeichnis	314
Lebenslauf	319
Danksagung	321

Abkürzungsverzeichnis

<i>A.</i>	<i>Atriplex</i>
ABA	Autobahnamt
Abb.	Abbildung
Abk.	Abkürzung
ägypt.	ägyptologisch
arab.	arabisch
b	braune Samen
b/s	Verhältnis brauner zu schwarzer Samen
BG	Botanischer Garten
BW	Baden-Württemberg
Cap.	capitulum
<i>Chen.</i>	<i>Chenopodium</i>
DAPI	4',6-Diamidin-2-phenyl-indol
det.	es hat determiniert (bestimmt)
durchschn.	durchschnittlich
E.	In the east of = östlich von
Ex.	Exemplar
F.	Fructifer (=Fruchtträger)
Fa.	Firma
FG.	Feuchtgewicht
G	Abk. für das Herbarium des Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève
ges.	gesamt
gr.	griechisch
h	horizontale Samen
hebr.	hebräisch
Hrsg.	Herausgeber
indiv.	individuell
ital.	italienisch
KR	Abk. für das Herbarium des Staatl. Museum für Naturkunde Karlsruhe
kosmop.	Kosmopolitisch
LD	Abk. für das Botanical Museum in Lund (Schweden)
LE	Abk. für das Herbarium Sankt Petersburg
leg.	legit = es hat gefunden
LM	Lichtmikroskop
LSU	large subunit
m	Steigung einer Geraden
M	Abk. für das Herbarium der Staatssammlung München
M.	Melde
max.	maximal
Max. WG	Maximaler Wassergehalt
Min. WG	Minimaler Wassergehalt
Mitt.	Mitteilung
Mittelmeerl.	Mittelmeerländer
msc.	manu-scriptum (= von Hand geschrieben)
n.	nach
n.	neue Art
n.D.	nicht in Deutschland vorkommend

n.n.	nomen nescio = den Namen weiß ich nicht
NP	Nettophotosyntheserate
org.	organisch
OS.	Oberseite
pag.	Pagina,-ae(=Seite)
par.	Paragraph
pelasg.	pelasgisch
pers.	Persisch
pers. Mitt.	persönliche Mitteilung
Pfl.	Pflanze
pg	Pikogramm
plur.	Plural
REM	Rasterelektronenmikroskop
rH	relative Höhe
S.	Samen
s	schwarze Samen
s.n.	sine nomine = ohne Namensangabe
s.n.e.l.	sine nomine et loco = ohne Namens- und Ortsangabe
schriftl.	schriftlich
schriftl. Mitt.	schriftliche Mitteilung
Sekt.	Sektion
SO	südöstlich
SSU	small subunit
staatl.	Staatliches
STR	Abk. für das Herbarium der Universität Blaise Pasteur in Straßburg
STU	Abk. für das Herbarium des Staatl. Museum für Natur- kunde Stuttgart
subsp.	Subspezies
südl.	südlich
SW	südwestlich
Tab.	Tabelle
teil.	teilig
Temp.	Temperatur
TG	Trockengewicht
Tm	Temperatur, bei der sich DNA-Stränge trennen („Schmelzwertwert“)
trop.	tropisch
Übers.	Übersetzung
Univ.	Universität
US.	Unterseite
v	vertikale Samen
v/h	Verhältnis vertikale zu horizontalen Samen
var.	variatio
Var.	Varietät
Vbl.	Vorblatt/-blätter
Veg.	Vegetation
vol.	volumen,- inis, Volumen
weibl.	weiblich
westl.	westlich

Zusammenfassung

Die gültige Nomenklatur wird für *A. micrantha* C.A.Mey. in Ledeb., *A. aucheri* Moq., *A. hortensis* L., *A. sagittata* Borkh. und *A. oblongifolia* Waldst. & Kit. ermittelt. Alle, auch die schwer zugänglichen Typusbelege sind abgebildet.

Zur Erfassung der morphologischen Variabilität wurden *A. micrantha*, *A. sagittata*, *A. hortensis* und *A. aucheri* an verschiedenen Standorten kultiviert und makroskopisch erkennbare Merkmale sowie deren Variabilität genau protokolliert. Mit Rasterelektronenmikroskopie wurden Blasenhaare, Pollen-, Frucht-, und Samenstruktur untersucht, um bestimmungsrelevante Merkmale zu finden. Nur bei Früchten wurden solche gefunden.

Bestimmungsschlüssel für die genannten Arten werden aufgestellt, welche eine Bestimmung fast aller Vegetationsstadien ermöglichen. Die in Florenwerken veröffentlichten Abbildungen werden verglichen und ihre jeweilige Genauigkeit diskutiert.

Von 14 Arten der Gattung *Atriplex* wird die ITS 1 und ITS 2 -Region (internal transcribed spacer) der 18S – 28S Kern rDNA sequenziert und eine phylogenetische Analyse mit Software-Programm PHYLIP[®] durchgeführt.

Es wird festgestellt, dass *A. micrantha* C.A.Mey in Ledeb., *A. littoralis* L., *A. prostrata* Boucher ex DC und *A. patula* L. in Übereinstimmung mit der morphologischen Einteilung zur Sektion *Teutliopsis* Dumort. gehören. *A. oblongifolia* Waldst. & Kit. muss jedoch entgegen ihrer bisherigen Zuordnung zur Sektion *Teutliopsis* eindeutig der Sektion *Dichospermum* Dumort. gestellt werden. Sie hat gegenüber *A. hortensis* L. nur *eine* abweichend Base.

Überraschenderweise scheint der australische Endemit *A. spongiosa* F. Müll., welcher eine kugelig-schwammige Fruchthülle ausbildet, recht nahe mit der zur Sektion *Sclerocalymma* Dumort. verwandt zu sein, deren Mitglieder hart (Name!) werdende Vorblätter aufweisen.

Die Befunde der Sequenzanalyse brachten keine Klärung der lange diskutierten Frage, welche der beiden Arten *A. sagittata* und *A. aucheri* die Wildform der *A. hortensis* ist.

Geschmackstests mit mehreren Probanden/innen führten übereinstimmend zur Angabe schlechten und brennenden Geschmacks bei *A. sagittata* und neutralen Geschmacks bei *A. aucheri*. *A. sagittata* neigt im Gegensatz zu *A. aucheri* auch nicht zur Ausbildung wasserreicher Blätter. Daher wird *A. aucheri* als Wildform von *A. hortensis* angesehen.

Bei *A. micrantha* unterscheiden sich Pflanzen, welche aus Samen von Jerevan (Armenien) und solche, die von Baden-Württemberg herangezogen worden waren, deutlich. Die Abweichungen der kultivierten Jerevan-Pflanzen vom baden-württembergischen Material, welches den „normalen“ Habitus der meisten Herbarbelege repräsentiert, konnten an Herbarmaterial aus Armenien ebenfalls belegt werden. Zudem liegt eine geringfügige Basen-Abweichung in der sequenzierten ITS-Region vor. Daher erfolgte die Neubeschreibung einer Subspezies für *A. micrantha*, *A. micrantha* subsp. *conglomerata* Oliver Schwarz.

Die Melde *Atriplex micrantha* C.A.Mey. in Ledeb. ist ein Neophyt, welcher sich in Deutschland in den letzten Jahren auffällig stark an Autobahnen und Bundesstraßen – vorwiegend an den Mittelstreifen – ausgebreitet hat.

Durch Kartierung, Literatur-Recherche, Auswertung von Herbarbelegen und Befragungen werden aktuelle Verbreitungskarten von *A. micrantha* erstellt.

Es wird nachgewiesen, dass *A. micrantha* in Mitteleuropa seit fast hundert Jahren vorkommt. Die möglichen Einschleppungswege in das früheste Fundgebiet in Mitteleuropa, das Elsaß, werden unter Berücksichtigung der damaligen Verhältnisse untersucht. Als wahrscheinlichster Weg werden Getreidelieferungen aus dem russischen Schwarzerde-Gebiete angenommen.

Die nomenklatorische Verwirrung bei *A. micrantha* geht auf die Sammelexkursion von 1826 zurück. Die Reiserouten von VON BUNGE, VON MEYER und VON LEDEBOUR und die Lage des *Locus classicus* wird anhand der Reisebeschreibungen rekonstruiert.

Die Klimaverhältnisse und die ökologischen Gegebenheiten im Heimatgebiet von *A. micrantha* werden dargestellt und in Verbindung mit dem Vorkommen der Art in Mitteleuropa gebracht. Im natürlichen Areal kommt die Art vor allem an schwach versalzenen und zeitweilig feuchten Standorten im ariden Klimabereich vor. In Mitteleuropa sind es bevorzugt Straßentränker wechselfeuchter Standorte mit zeitweiliger Salzbelastung.

Zur näheren Charakterisierung dieser mitteleuropäischen Standorte werden Untersuchungen zu Keimverhalten, Salztoleranz der Samen und der Pflanzen, zum Wassergehalt und zur Überlebensstrategie der Diasporen vorgelegt. Zum Vergleich dienen Untersuchungen an den Arten *A. hortensis*, *A. sagittata* und *A. aucheri*.

Hemmstoffe in den Vorblättern, zwischen denen die Früchte auch nach der Reife eingeschlossen bleiben, bewirken bei den braunen Samen eine Keimverzögerung. Die Hemmstoffe sind wasserlöslich, daher ist die Keimung brauner Samen abhängig von der (Regen-) Wassermenge. Die braunen Samen keimen bereits bei + 2°C.

Atriplex-Arten bilden zweierlei Samen aus; die dickschaligen Samen sind erst ab dem zweiten Jahr keimfähig. Dies wird als Strategie zum Überdauern ungünstiger Bedingungen angesehen. Die dünnchaligen braunen Samen sind hingegen sofort keimfähig.

Samen von *A. micrantha* zeigen bei höheren Salzgehalten des Substrates Keimhemmung; beim Keimungsvorgang jedoch eine erhöhte Salztoleranz (bis 2%iger Salzlösung), welche aber geringer als bei *A. hortensis* und *A. sagittata* ist.

In Abhängigkeit vom Standort können *A. micrantha* und *A. aucheri* Sonnen- oder Schattenpflanzen ausbilden.

Die Photosyntheseleistung (Nettophotosyntheserate) ist bei *A. micrantha* relativ hoch; sie liegt im oberen Bereich der Werte für eine krautige C₃-Pflanze trockener Standorte. Die Wuchsleistung von *A. micrantha* ist auf salzarmen Böden am höchsten; die Art ist also ein fakultativer Halophyt bzw. eine halotolerante Art.

Das kritische Wassersättigungsdefizit liegt bei Sonnenpflanzen von *A. micrantha* bei 28,5%; die Art erträgt also starke Wasserverluste. Nur Sonnenpflanzen von *A. aucheri* besitzen noch niedrigeres kritisches Wassersättigungsdefizit (17,8%), während für *A. hortensis* die Werte jeweils um 44% liegen.

Bei erhöhten Kochsalzgehalten im Boden wird Na^+ in den Vorblättern und Laubblättern angereichert; der K^+ -Gehalt geht zurück. Dies entspricht Befunden bei anderen halotoleranten Arten. Schon geringe Zunahme des Kochsalzgehaltes im Boden führt zu einem deutlichen Anstieg des Aschegehaltes.

Eine Prüfung der hochwüchsigen Arten *A. micrantha* und *A. hortensis* auf ihren Wert als Futterpflanzen erbrachte wegen der hohen Aschegehalte (auch von Pflanzen in Gartenerde) nur geringe Wertigkeit. Auch infolge der hohen Oxalat-Konzentrationen sind die Arten als Viehfutter kaum geeignet.

Die Gattung *Atriplex* gilt als sekundär zur Windbestäubung zurückgekehrte Gruppe. Dennoch konnte dokumentiert werden, dass das noch vorhandene Nektar- und Pollenangebot von Wildbienen, Ameisen, Schwebfliegen und Fransenflügler genutzt wird.

Die Benennung der Gattung *Atriplex* durch CARL V. LINNÉ wird nachgegangen. Sie erfolgte über die Benennung der Gartenmelde nach antiken lateinischen Namen. Es wurde geprüft, ob die antike *Atriplex* identisch mit der Linné'schen Art ist, oder ob eine andere Art mit dem Namen versehen wurde. Daher wird der größte Teil der Nennungen von *Atriplex* bzw. *Atraphaxis* in der römischen und griechischen Literatur bis zur Neuzeit – dem Erscheinen von Kräuterbüchern mit Abbildungen im 16. Jh. – ausgewertet. Die häufig fehlenden Übersetzungen wurden vorgenommen und alle Textpassagen und Abbildungen sind im Anhang nachgewiesen. Bis auf wenige Fälle wurde unter *Atriplex* die heutige Art verstanden. Nicht definitiv zugeordnet werden konnte die Identität der „wilden“ Melde“.

Summary

The correct nomenclature for *A. micrantha* C.A.Mey. in Ledeb., *A. aucheri* Moq., *A. hortensis* L., *A. sagittata* Borkh. and *A. oblongifolia* Waldst. & Kit. is investigated. Types for all species are illustrated. Most of them were thus far not easily accessible.

To observe the morphological variety in all developmental phases, *A. micrantha*, *A. sagittata*, *A. hortensis* and *A. aucheri* were cultivated at different locations. Employing a rastelectron-microscope, possible differences in structures of pollen, hair, flowers, fruits and seeds of all species were examined. Only in some fruits significant differences were found.

The characteristics plus some new macroscopically visible ones are used for working out a key, which allows to determine nearly all development stages. The quality of drawings in the taxonomic literature are compared and discussed with the aim to enable the reader properly to determine the species.

From fourteen species of *Atriplex* the Internal transcribed spacers ITS 1 and ITS 2 of the 18S – 28S nuclear ribosomal DNA region are sequenced. Pylogenetic analyses were made using the software-package of PHYLIP[®].

It is established that, in accordance with morphological findings, *Atriplex micrantha*, *A. littoralis* L., *A. prostrata* Boucher ex DC and *A. patula* L. belong to the Section *Teutliopsis* Dumort. In contrast, *A. oblongifolia* must be classed with Section *Dichospermum* Dumort. The difference consists in only one base!

Surprisingly it seems that the Australian endemic *Atriplex spongiosa*, which produces sponge-like bracts, is closer related to the Section *Sclerocalymma*, which has hard (name!) bracts.

The results of sequence-analysis can not solve the problem which one of both species – *A. sagittata* or *A. aucheri* – are the progenitors of the Garden orache.

But sensoric tests reveal corresponding rejection of *A. sagittata* because of its burning and disgusting taste and preferring of *A. aucheri*'s neutral flavour. Additional findings of water

household and observations that *A. sagittata* has no tendency to salad-like hydrous leaves, suggest *A. aucheri* to represent more likely the wild type of *A. hortensis*.

Seeds of different origin were sowed. *A. micrantha* plants from seeds with origin Erevan (Armenia) differ morphologically under identical conditions from the Baden-Württemberg-typ, which is representing the more usual type in most herbarium sheets. But some sheets of the aserbaidjanian north-iranian region also show these differences.

Additional difference could be found in the sequenced ITS-gene region: one significant varying base. On the basis of these facts the description of a new subspecies of *A. micrantha* should be justified. Its name is *A. micrantha* subsp. *conglomerata* Oliver Schwarz.

Atriplex micrantha C.A.Mey. in Ledeb. is a neophyte which was in last two decads observed to spread along motor-highways, inhabiting especially the middle strip.

Via own mappings, literature studies, inspections of herbarium specimens and information obtained from botanists worldwide, it is possible to present up-to-date distribution maps of *A. micrantha*.

Its existence in Middle of Europe could be documented for nearly one century. The possible invasion routes into the “Elsass” (France), apparently the dissipation-center in southern Germany, is studied based on historical-commercial conditions at the beginning of the 20th century. Most probably, it came with corn importet from the Russian black-earth-region.

The confusion of the nomenclature of *A. micrantha* dates back to an expedition in 1826, during which *A. micrantha* was discovered. Details are explained on the basis of travel routes, reconstructed from the expedition report.

Climate and ecology of *A. micrantha*, the indigene habitats and the locus classicus are examined and the results used to evaluate ecological consequences in the climate of Middle Europe. The species grows in arid zones often in subsaline and (at times) humid biotops.

The borders of motorhighways in Middle-Europe represent seasonal salty and alternating humid locations, too.

Ecophysiological experiments are made with regard to biotic and abiotic conditions at roadsides, examining seed germination, salt-tolerance of seeds and plants, influence of higher Na^+ and Cl^- concentrations in the soil on photosynthesis, water household of plants and the survival strategies of diaspores. For comparison *Atriplex hortensis*, *A. sagittata* and *A. aucheri* are investigated.

Bracts, which enclose each seed beyond ripening contain germination-retarding substances. Brown seeds – the other seed type – do not germinate, until the concentrations of such substances have been reduced by leaching with water (rainfall). Brown seeds are able to germinate quickly at $+2^\circ\text{C}$.

Production of two seed-types allows the more robust black ones to lose dormancy after the second year. This allows survival under unfavourable environmental conditions. The other one is able to germinate at once.

Under salty conditions seeds of *A. micrantha* show dormancy. Seedlings tolerate salt exposure up to 2% which is not as high as salt tolerance of *A. hortensis* or *A. sagittata*.

In regard to habitat adaptation, sun- and shadow- types of *A. micrantha* and *A. aucheri* can be distinguished, involving morphology and water household.

In adaptation to sunny habitats the C3-plant *A. micrantha* has rates of netto-photosynthesis over average. Maximum growth rates occur on low-salt (salt-free) soils. This shows the species to be a facultative halophyte or halotolerant plant.

The critical water-saturation-deficit of *A. micrantha* is about 28,5%. This documents its ability to survive stronger water deficits. The sun-type of *A. aucheri* has lower values (17,8%). *A. hortensis* has water deficits around 44%.

A. micrantha responds to higher NaCl -concentrations in the soil by accumulating Na^+ in the bracts and leaves. This is accompanied by a reduction in K^+ -concentration. Already at low increase in NaCl -concentration, a significant increase of ash can be measured.

The fast growing and productive *A. micrantha* and *A. hortensis* are tested for their suitability as animal food. Only average energy values can be measured because of high ash-concentrations. Additional high Oxalat-concentrations render them unsuitable as animal food.

The genus *Atriplex* is assumed to have secondarily returned to wind-pollination. It is documented, however that wildbees, ants and other insects collect nectar and pollen on *Atriplex*-flowers.

The nomenclature of the genus *Atriplex* was named by CARL V. LINNÉ after an antik latin plant name. It is considered, whether the antik *Atriplex* is identical with Linné's *Atriplex* or whether the name was given to an other species.

For this, most of the greek and roman literature till modern times (the edition of botany-books in 16th century) is interpreted. Where translations were not available, they were made and are listed with figures in the appendix. The majority of text-passages can be interpreted as pointing to today's *Atriplex*. But the "wild *Atriplex*" can not be definitely identified.

Einleitung

Die Verschiedensamige Melde (*Atriplex micrantha* C.A.Mey. in Ledeb.) ist ein vergleichsweise unscheinbarer Neophyt, welcher seit ca. 1980 im Einflussbereich von baden-württembergischen Autobahnen und Bundesstraßen beobachtet wird (SEYBOLD in SEBALD et al., 1993). Obwohl jeder mit dem Auto daran vorbeifährt, bleibt das Ausmaß der Ausbreitung von neophytischen Pflanzen oft lange Zeit übersehen, zumal wenn diese nicht durch auffällige Blüten (wie z.B. bei *Dittrichia graveolens* oder *Tripleurospermum perforatum*) ins Auge fallen.

Wie bei den meisten Chenopodiaceen sind die Blüten klein und farblos und die Früchte unterscheiden sich in der Färbung kaum von den vegetativen Organen. Im Vorbeifahren sind die jungen Pflänzchen an den silbrig-graugrün schimmernden Blättern zu erkennen (s. Abb. E-1), in fortgeschrittenerem Zustand sind allenfalls die in Gruppen stehenden über zwei Meter hoch werdenden Exemplare beim Vorüberfahren auffällig. Erst nach Absterben der Therophyten im September und Oktober heben sich deren orangegelbe trockene Stängel und Früchte deutlich von den übrigen, meist noch grünen Sträuchern und anderen abgestorbenen, aber weißlich aussehenden Stauden und annuellen Arten ab. Für Kartierfahrten ist dies die beste Zeit. Problematisch ist dann nur, dass viele Autobahnmeistereien am Ende des Sommers auch am Mittelstreifen „für Ordnung“ sorgen und allen Wildwuchs entfernen.



Abb. E-1: *Atriplex micrantha*-Pflanzen: a) u. b): Autobahnmittelstreifen mit Jungwuchs (Pfeile!); c): Neue Weinsteige in Stuttgart, am Fuße der Mauer; d): Habitus der abgestorbenen orangegelben Stängel im Herbst zwischen den Leitplanken des Mittelstreifens

Neben der Schwierigkeit, dieser „Autobahn-pflanze“ habhaft zu werden, tritt die Problematik auf, sie von anderen Meldenarten und, wenn es sich um ein noch nicht blühendes oder fruchtendes Exemplar handelt, von einigen Gänsefußarten sicher zu unterscheiden: zu ähnlich sind Blattformen, zu wenig markant Vorblatt- oder Fruchtmerkmale, zu variabel die Ökotypen (z.B. Sonnen- und Schattenpflanzen), und zu spärlich sind vernünftige Abbildungen in der Bestimmungsliteratur, um sie zu determinieren.

Wenn man eine Pflanze dieser Art unter Zuhilfenahme von mehr als einem Florenwerk bestimmt zu haben glaubt, stellt sich dem Benutzer weiterhin die Frage nach dem tatsächlich legitimen Spezies-Namen oder dem Namen des Erstbeschreibers, weil in der Fachwelt aufgrund einer etwas verwickelten Fundgeschichte mehrere Synonyme kursieren.

Will man mehr Details über die Art in Erfahrung bringen – Woher stammt sie? Wie und zu welcher Zeit wurde sie eingeschleppt? Warum findet man sie bevorzugt auf dem Sonderstandort „Straßenrand“ vor? Wie ist ihre weltweite Verbreitung? ... – so stößt man auf weitere Fragen, welche die Besonderheiten der Gattung betreffen, wie beispielsweise der Eigentümlichkeit, verschiedenerelei Samenformen auszubilden.

Ziel war es, mehr über die Verschiedensamige Melde und im Vergleich dazu über verwandte Arten in Erfahrung zu bringen, so dass in Zukunft wenigstens auf einige der gestellten Fragen befriedigende Antworten gegeben werden können, welche auch einen Beitrag zur Diskussion über die Auswirkung der Ausbreitung dieser neophytischen Art liefern können.