

Differenzierung der Carabidenfauna mitteldeutscher Xerothermhabitats mit besonderer Berücksichtigung Sachsen-Anhalts

Martin TROST

Abstract: Differentiation of the Carabid beetle fauna of xerothermic habitats in central Germany with special reference to Sachsen-Anhalt - A data set compiled from year-round trapping at 201 xerothermic sites in Middle Germany (in particular Saxony-Anhalt) has been analyzed in order to look for preferences of the species for habitats and for certain abiotic environmental factors. Initially 119 species with a general preference for xerothermic habitats have been identified. Secondly these xerophilic carabids and their habitats have been further subdivided. The main factors found to influence the occurrence of species and thus the composition of communities are soil texture and the regional combination of several factors; regional climate and alkalinity being of particular importance. The area investigated shows a north to south and an east to west gradient with respect to these environmental conditions. Species with a southern distribution mainly occur on the downs and loess areas in the south of Middle Germany as a result of the dry and warm regional climate and the microclimatic influence of calcareous soils. As a result several habitat-preference types have been identified based on their preferred soil type, and this is presented along with an outline of regional species distribution. By means of characteristic combinations of species 4 carabid communities of natural and semi-natural xerothermic sites can be distinguished. Furthermore, several xerothermophilic species are advantaged at dry-warm arable and ruderal sites. Vegetation structure is of secondary importance with respect to the differentiation of communities. Species composition of the communities and the main ecological traits of their habitats are described and some approaches for causal explanation of habitat preferences are discussed.

1 Einleitung

Der Begriff "xerotherm" wird auf Standorte und Vegetationstypen angewandt, deren Bestandsklima durch zeitweilige z.T. extreme Erwärmung und Austrocknung gekennzeichnet ist. Xerothermrassen und trockene Zwergstrauchheiden sind zumeist von der menschlichen Bewirtschaftung abhängige Vegetationsformationen. In erster Linie auf Grund des Rückgangs extensiver Wirtschaftsweisen nahm ihr Bestand im 20. Jh. stark ab, so dass sie heute in Deutschland nahezu ausnahmslos als gefährdet gelten. Trotz ihres geringen Flächenanteils sind sie jedoch überdurchschnittlich artenreich und beherbergen z.T. weit mehr als ein Drittel der gefährdeten Arten einiger Taxa (BLAB 1993). Daraus ergibt sich eine besonders hohe Bedeutung für den Arten- und Biotopschutz. Für die Wertung von Biotopen und Gebieten, für die Beurteilung von Eingriffen und Sukzessionsvorgängen sowie für die

Ausarbeitung von Konzepten für eine nachhaltige Nutzung und Erhaltung trocken-warmer Magerbiotope ist die Kenntnis der ökologischen Ansprüche von Arten und Artengemeinschaften eine unverzichtbare Grundlage.

Die Familie der Carabiden ist seit LINDROTH (1945, 1949) eine der am häufigsten und intensivsten untersuchten Artengruppen. Die starke Orientierung ökologischer Arbeiten an der für skandinavische Verhältnisse gültigen Arbeit LINDROTHS wurde allerdings kritisiert (NETTMANN 1992). Auch für den mitteldeutschen Raum fehlen bisher Arbeiten, die die Laufkäfergemeinschaften von Xerothermhabitats auf einer breiten, regional repräsentativen Datenbasis darstellen. Die grundlegende Untersuchung von TIETZE (1972) zu den Carabiden des Grünlandes im Süden der ehemaligen DDR betrachtet Xerothermrassengesellschaften nur randlich. Die seitdem aus dem mitteldeutschen Raum publizierten Untersuchungen beziehen sich

	Stetigkeit (%)				mittl. Jahres-Akt.-dichte (Ind./6 Fallen)				Stetigkeit in den Vegetationstypen (%)				mittlere Jahres-Akt.-dichte in den Vegetationstypen (Ind./6 Fallen)																							
	Grünland (mesophil)		Xerothermsrasen, Heiden		Ruderal-, Segelblotopie (mesophil)		Ruderal-, Segelblotopie (Xerotherm)		Wälder (mesophil)		Grünland (mesophil)		Xerothermsrasen, Heiden		Ruderal-, Segelblotopie (mesophil)		Ruderal-, Segelblotopie (Xerotherm)																			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D																
<i>Ophonus rupicola</i>	2,5	2,6	0,1	0,6	98,2	74,1	81,3	43,8	100	64,3	100	100	66,7	70,8	100	100	26,7	8,3	11,3	4,4	8,8	6,9	5,1	6,3	62,1	31,0	0,8	1,5								
<i>Harpalus albaticus</i>	0,6	0,6	0,01	0,2	1,7	130,7	75,0	37,5	60,0	50,0	87,5	37,5	33,3	54,2	100	20,0	16,7	20,0	16,7	20,0	17,1	13,8	1,1	5,8	8,9	62,4	0,4	0,05								
<i>Amara sabulosa</i>	0,6	5,3	0,1	0,2	2,0	190,0	43,8	25,0	40,0	71,4	75,0	31,3	54,6	41,7	66,7	100	26,7	33,3	0,4	0,3	0,4	6,8	5,4	1,2	2,4	2,1	16,8	12,0	0,5	0,75						
<i>Harpalus modestus</i>	3,1	40,5	15,4	97,4	0,02	0,01	11,4	13,0	148,1	81,3	37,5	40,0	62,5	25,0	27,3	54,2	66,7	20,0	16,7	47,7	4,9	1,0	21,7	8,0	0,6	1,1	12,8	81,5	1,2	0,2	2,4					
<i>Dolichus halensis</i>	1,1	50,0	52,8	38,5	86,8	0,01	6,7	7,4	0,3	24,9	81,3	56,3	80,0	30,0	87,5	56,3	60,0	66,7	20,0	16,7	14,6	1,1	44,8	20,8	11,5	3,0	4,2	5,0	0,2	0,2	0,2					
<i>Microlestes fissuratus</i>	36,8	30,8	89,5	5,7	2,5	49,0	50,0	37,5	100	35,7	75,0	50,0	27,3	37,5	33,3	20,0	16,7	20,0	16,7	13,5	15,8	12,4	0,1	7,3	6,5	1,1	12,1	5,1	5,8	9,0	0,3	2,0				
<i>Harpalus pumilus</i>	54,6	36,8	0,01	5,8	5,7	68,8	6,3	80,0	71,4	100	100	54,6	75,0	33,3	33,3	13,3	8,3	6,6	10,3	10,3	6,2	0,2	4,3	5,1	11,9	4,0	6,2	0,8	7,1	0,0	0,0	0,0				
<i>Synonon foveatus</i>	6,3	49,1	7,7	34,2	0,1	5,5	0,1	3,4	87,5	75,0	80,0	64,3	87,5	56,3	30,3	58,3	8,3	6,6	10,3	10,3	6,2	0,2	4,3	5,1	11,9	4,0	6,2	0,8	7,1	0,0	0,0	0,0				
<i>Harpalus affinis</i>	1,1	6,3	42,9	26,3	0,01	0,04	10,3	1,6	56,3	100	80,0	92,9	62,5	25,0	15,2	41,7	33,3	13,3	13,3	29,3	4,0	8,0	2,9	13,2	3,4	5,7	10,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0				
<i>Microlestes minutulus</i>	2,2	6,3	44,8	7,7	60,5	0,02	0,2	2,4	2,0	190,0	43,8	25,0	40,0	71,4	75,0	31,3	54,6	41,7	66,7	7,4	0,3	24,9	81,3	56,3	80,0	30,0	87,5	56,3	60,0	66,7	20,0	16,7	20,0	16,7		
<i>Calathus ambignus</i>	2,2	3,1	40,5	15,4	97,4	0,02	0,01	11,4	13,0	148,1	81,3	37,5	40,0	62,5	25,0	27,3	54,2	66,7	20,0	16,7	14,6	1,1	44,8	20,8	11,5	3,0	4,2	5,0	0,2	0,2	0,2	0,2				
<i>Amara aenea</i>	1,1	50,0	52,8	38,5	86,8	0,01	6,7	7,4	0,3	24,9	81,3	56,3	80,0	30,0	87,5	56,3	60,0	66,7	20,0	16,7	13,5	15,8	12,4	0,1	7,3	6,5	1,1	12,1	5,1	5,8	9,0	0,3	2,0			
<i>Calathus cinctus</i>	3,1	7,4	18,4	0,02	0,5	1,2	11,3	6,3	40,0	18,8	21,4	25,0	6,3	12,1	4,2	66,7	0,2	0,1	0,6	3,1	25,0	18,8	14,3	25,0	6,3	15,2	16,7	66,7	0,2	0,1	0,6	3,1	25,0	18,8		
<i>Harpalus rufipalpis</i>	1,1	21,9	9,8	30,8	73,7	0,01	0,2	0,1	0,3	10,3	18,8	21,4	25,0	6,3	12,1	4,2	66,7	0,2	0,1	0,6	3,1	25,0	18,8	14,3	25,0	6,3	15,2	16,7	66,7	0,2	0,1	0,6	3,1	25,0	18,8	
<i>Amara consularis</i>	18,8	14,1	7,7	68,4	0,2	0,1	0,6	3,1	25,0	18,8	14,3	25,0	6,3	12,1	4,2	66,7	0,2	0,1	0,6	3,1	25,0	18,8	14,3	25,0	6,3	15,2	16,7	66,7	0,2	0,1	0,6	3,1	25,0	18,8		
<i>Masoreus veteridalii</i>	42,9	26,3	0,1	1,9	0,6	62,5	37,5	80,0	37,5	80,0	21,4	37,5	43,8	24,2	8,3	33,3	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
<i>Cymindis angularis</i>	2,2	27,0	18,4	0,1	1,0	0,2	62,5	31,3	40,0	42,9	37,5	43,8	24,2	8,3	33,3	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
<i>Harpalus serripes</i>	8,6	7,9	8,6	7,9	0,2	0,2	37,5	6,3	20,0	12,5	3,0	12,5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
<i>Amara tibialis</i>	3,1	15,3	13,2	0,01	0,6	0,1	0,6	0,1	0,6	0,1	0,6	0,1	0,6	0,1	0,6	0,1	0,6	0,1	0,6	0,1	0,6	0,1	0,6	0,1	0,6	0,1	0,6	0,1	0,6	0,1	0,6	0,1	0,6	0,1	0,6	
<i>Harpalus freoelchii</i>	3,1	13,2	0,1	4,0	12,5	6,3	20,0	35,7	62,5	6,3	3,0	12,5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
<i>Pseudophonus calceatus</i>	1,1	3,1	4,3	7,7	13,2	0,01	0,01	0,1	0,05	0,2	1,1	12,5	12,5	14,3	50,0	18,8	18,2	8,3	8,3	0,16	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	
<i>Harpalus signaticornis</i>	1,1	12,9	7,7	44,7	0,02	0,2	0,02	1,1	12,5	12,5	14,3	50,0	18,8	18,2	8,3	8,3	0,16	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	
<i>Pseudophonus griseus</i>	0,6	0,6	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	
<i>Amara fusca</i>	1,8	1,8	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	
<i>Amara praetermissa</i>	3,1	2,5	0,1	0,02	0,1	0,02	12,5	6,3	6,3	7,1	1,1	6,3	6,3	4,2	4,2	1,00	0,23	0,08	0,21	0,02	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	
<i>Amara cursitans</i>	1,8	5,3	0,1	0,02	0,1	0,02	12,5	6,3	6,3	7,1	1,1	6,3	6,3	4,2	4,2	1,00	0,23	0,08	0,21	0,02	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	
<i>Notophilus aestuans</i>	1,8	5,3	0,1	0,02	0,1	0,02	12,5	6,3	6,3	7,1	1,1	6,3	6,3	4,2	4,2	1,00	0,23	0,08	0,21	0,02	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	
<i>Nebria salina</i>	1,2	1,2	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	
3 Arten der Callane-Heiden																																				
<i>Bembidion nigricorne</i>	9,8	9,8	0,03	0,03	2,4	12,5	81,3	20,0	0,03	0,03	12,5	81,3	20,0	0,03	0,03	12,5	81,3	20,0	0,03	0,03	12,5	81,3	20,0	0,03	0,03	12,5	81,3	20,0	0,03	0,03	12,5	81,3	20,0	0,03	0,03	
<i>Calosoma reticulatum</i>	1,2	1,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
<i>Amara famelica</i>	1,8	1,8	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
<i>Bradyellus caucasicus</i>	3,1	29,4	18,4	0,01	3,1	0,6	31,3	81,3	60,0	85,7	62,5	6,3	15,2	12,5	33,3	0,45	1,4	2,9	1,80	16,2	2,38	0,02	0,16	0,36	0,33	2,94	5,56	8,15	0,33	1,87	0,06	8,59	6,57	0,10	0,04	
<i>Amara rufina</i>	15,3	7,9	1,8	0,04	1,8	0,04	25,0	31,3	64,3	12,5	20,8	3,0	4,2	0,06	8,59	6,57	0,10	0,04	0,06	8,59	6,57	0,10	0,04	0,06	8,59	6,57	0,10	0,04	0,06	8,59	6,57	0,10	0,04	0,06	8,59	
<i>Bradyellus ruficollis</i>	13,5	1,4	1,4	0,01	1,4	0,01	6,3	18,7,5	35,7	3,0	4,2	0,06	8,59	6,57	0,10	0,04	0,06	8,59	6,57	0,10	0,04	0,06	8,59	6,57	0,10	0,04	0,06	8,59	6,57	0,10	0,04	0,06	8,59	6,57	0,10	0,04
weitere Arten (nicht in Fallentängen enthalten): <i>Cicindela sylvatica</i> , <i>Trichocelus cognatus</i> , <i>Cymindis vaporariorum</i>																																				

	Stetigkeit (%)		mittl. Jahres-Akt.-dichte (Ind./6 Fallen)		Steigigkeit in den Vegetationstypen (%)		mittlere Jahres-Akt.-dichte in den Vegetationstypen (Ind./6 Fallen)																												
	Wälder (mesophil)	Grünland (mesophil)	Ruderal-, Segetalbiotope (mesophil)	Grünland (mesophil)	Ruderal-, Segetalbiotope (xerotherm)	A	B	C	D																										
4 bodenart-indifferente Arten (Arten ohne Präferenz der Bodenart)																																			
4.1 bodenart-indifferente Arten der Hügeländer und Böden																																			
<i>Microlestes marinus</i>	1,1	45,4	7,7	35,3	0,02	2,9	0,05	31,2	18,8	20,0	50,0	50,0	56,3	60,6	45,8	33,3	100	100	60,0	75,0	0,13	0,60	7,24	5,75	3,09	2,75	1,77	1,33	1,56	8,97					
<i>Philorhiza notatus</i>	3,3	6,3	33,1	7,7	15,8	0,03	0,05	0,7	0,4	0,3	42,9	25,0	43,8	33,3	33,3	100	100	33,3	38,3	33,3	38,3	0,20	0,06	1,09	0,36	1,00	0,58	0,29	3,07	3,00	0,60	2,38			
<i>Paradromius linearis</i>	3,1	7,4	53,8	18,4		0,02	0,1	0,5	0,4		20,0	12,5	25,0	9,1	4,2			13,3	16,7	13,3	16,7	0,05	0,20	0,08	0,30	0,10	0,03		0,11	0,13	0,05				
<i>Ophonus puncticeps</i>		6,3	12,9	21,1		0,2	0,3	19,9			20,0	7,1	12,5	18,8	21,2	8,3		26,7	41,7	26,7	41,7			1,37	0,69	0,50	0,78	0,73	1,00	0,73	0,94				
<i>Ophonus azureus</i>	1,1	9,4	25,8	61,5	71,1	0,02	0,7	0,6	2,4	5,3	35,7	25,0	31,3	30,3	41,7	33,3		80,0	75,0	80,0	75,0			0,07	0,45	11,9	1,89	5,17	79,96	93,60					
<i>Braconius crepitans</i>	2,2	3,1	22,7	30,8	18,4		0,03	17,1	0,4	120,0	14,3		6,3	3,0	41,7			100	6,7	41,7			0,09	0,02	0,02	1,06		4,00	0,07	4,59					
<i>Cymindis acillaris</i>		3,1	3,1	7,7	2,6		0,1	0,5	0,01				12,1					6,7		6,7				0,09	0,19		0,07	0,22	24,00	0,21	3,97				
<i>Callistus lunatus</i>		8,0		2,6			0,5	0,03				12,5	3,0	4,2				100	20,0	41,7				0,02	0,33	0,34		2,57	2,75		0,34	0,08			
<i>Harpalus honestus</i>		3,1	11,7			0,04	0,6					6,3	9,1	12,5				26,7	66,7	20,0	8,3			0,06	0,24	0,05		0,07	0,03	0,33	0,07	0,08			
<i>Ophonus puncticollis</i>		4,3		15,8			0,1	0,3				6,3	6,1	4,2				6,7	8,3	6,7	8,3			0,06	0,07			0,06	0,07		0,08				
<i>Laemostenus terricola</i>		3,7	7,7	7,9			0,1	0,2	0,1			6,3	6,1	4,2				20,0	16,7	20,0	16,7			0,08	0,24	0,05		0,06	0,07		0,80	0,75			
<i>Ophonus schaubergerianus</i>		4,3		2,6			0,3	0,2				6,3	6,1	4,2				20,0	33,3	20,0	33,3			0,08	0,66			0,15	0,08	0,16	2,00	0,61			
<i>Leius spinibarbis</i>		5,5					0,2	0,2				6,3	4,2					20,0	33,3	20,0	33,3			0,15	0,08	0,04		0,02	0,28	0,05	0,08				
<i>Ophonus sabulicola</i>		0,6		5,3			0,01	0,2				6,3	9,1	4,2				6,7	25,0	6,7	25,0			0,02	0,28	0,05		0,02	0,28	0,05	0,48	0,16			
<i>Dyschirius bonellii</i>		3,7					0,07					6,3	9,1	4,2				33,3	41,7	33,3	41,7			0,02	0,28	0,05		0,02	0,28	0,05	0,47	0,33			
<i>Ophonus strictus</i>		2,5					0,1					6,3	9,1	4,2				33,3	41,7	33,3	41,7			0,02	0,28	0,05		0,02	0,28	0,05	0,47	0,33			
<i>Harpalus aratus</i>	2,2	6,1				0,04	0,1					6,3	9,1	4,2				20,0	16,7	20,0	16,7			0,06	0,07			0,51		1,59	0,77				
<i>Leius cassideus</i>		3,1					0,1					6,3	9,1	4,2				20,0	16,7	20,0	16,7			0,06	0,07			0,51		1,59	0,77				
<i>Harpalus dimidiatus</i>		3,7					0,2					6,3	9,1	4,2				20,0	16,7	20,0	16,7			0,06	0,07			0,51		1,59	0,77				
<i>Harpalus politus</i>		0,6					0,03					6,3	9,1	4,2				20,0	16,7	20,0	16,7			0,06	0,07			0,51		1,59	0,77				
weitere Arten (nicht in Fallenfängen enthalten): <i>Amara crenata</i> , <i>Cylindera germanica</i> , <i>Dryota deniata</i> , <i>Harpalus cephalotes</i> , <i>Harpalus silphuripes</i> , <i>Harpalus tenebrosus centralis</i> , <i>Lebia craximior</i> , <i>Licinus punctulatus</i> , <i>Olisthopus sturmii</i> , <i>Ophonus parallelus</i> , <i>Ophonus androsticus</i>																																			
4.2 bodenart-indifferente Arten ohne regionalen Schwerpunkt																																			
<i>Harpalus rubripes</i>		25,0	49,1	23,1	34,2		2,2	2,9	0,2	4,1	43,8	43,8	80,0	28,6	50,0	43,8	69,7	45,8	33,3	33,3			46,7	41,7	2,38	0,75	17,20	0,79	2,93	0,76	7,40	1,08	0,33	0,93	0,38
<i>Harpalus distinguendus</i>	1,1	6,3	35,6	69,2	92,1	0,02	0,08	1,1	10,0	35,1	56,3	25,0	60,0	42,9	62,5	25,0	33,3	33,3	66,7	66,7			26,7	50,0	1,75	0,34	0,60	1,67	0,47	0,16	0,60	1,41	15,7	0,33	0,17
<i>Amara equestris</i>	1,1	31,3	42,3		39,5	0,01	0,4	2,2		0,8	43,8	37,5	20,0	78,6	50,0	12,5	42,4	37,5	66,7	46,7	50,0			2,66	0,89	0,20	3,72	4,93	1,28	2,57	2,46	4,83	1,50	1,34	
<i>Notophilus geminyl</i>	1,1	21,9	20,2	61,5	52,6	0,01	0,2	0,7	31,3	68,0	37,5	40,0	35,7	25,0	25,0	18,2	8,3	33,3	33,3	33,3			0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	
<i>Amara eurynota</i>	7,8	15,6	32,5	84,6	21,1	0,1	0,7	0,9	8,4	0,8	25,0	40,0	28,6	50,0	31,3	60,6	16,7	66,7	46,7	8,3			0,28	2,00	0,31	1,92	0,38	2,32	0,20	0,67	1,68	0,42			
<i>Cymindis humeralis</i>		9,4	21,5		13,2		0,0	1,2		0,3	12,5	21,4	37,5	6,3	39,4	25,0		20,0	33,3	12,5			0,12	0,12	0,41	0,54	0,08	1,77	1,05	6,39	0,48				
<i>Licinus depressus</i>	4,4	13,5		2,6	0,1		0,3		0,4	0,03	6,3	18,8		28,6	12,5		21,2	8,3	20,0	8,3			0,06	0,75		0,39	0,08		0,30	0,08	1,08	0,08			
<i>Panagaeus bipustulatus</i>	4,4	13,5		2,6	0,1		0,4	0,03	0,3	0,03	31,3	25,0		14,3		6,1		100	13,3	50,0			0,58	0,46		0,36	0,08		0,13	2,00	0,13	2,33			
<i>Cicindela campestris</i>	2,2	8,0			0,03		0,1		0,1	6,3	40,0	14,3	25,0	18,8				100	6,7	16,7			0,06	0,40	0,33	0,34	0,23		2,00	0,07	0,17				

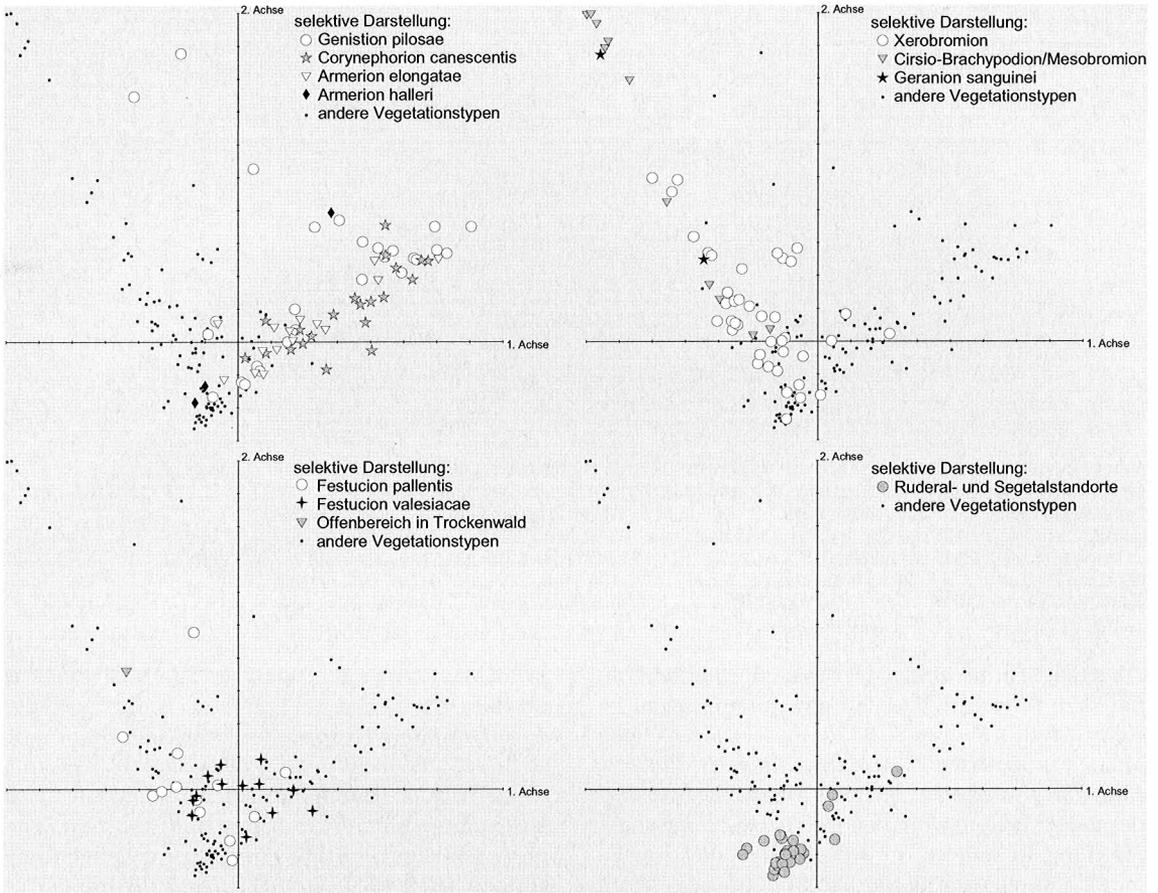


Abb. 3: Korrespondenzanalyse (CA) der Xerothermbiotope – selektive Darstellung der Vegetationstypen auf den site-scores.

geschlossene und sehr offene Vegetationstypen sowohl auf sandigen als auch bindigen Böden und in verschiedenen Naturräumen vorkommen.

Für eine zöologische Gliederung sind folgende Differenzierungen als Anhaltspunkte verwendbar:

- Eine Differenzierung nach der Bodenart (Korngrößenverhältnis),
- eine regionale/naturräumliche Differenzierung, die mit mehreren Faktoren erklärt werden kann, zwischen dem Pleistozän (Diluvialgebiet) mit den naturräumlichen Haupteinheiten D09, D10, D11, D29, gekennzeichnet durch kalk- und nährstoffarme Böden auf tiefgründigen Lockersanden, kaum Hangneigungen, geringe Höhe sowie Lössbörden und Hügelland (Mittelgebirgsvorland) mit den Haupteinheiten D17, D18, D20, D33, D37, evtl. D19, gekennzeichnet durch einen hohen Anteil kalkreicher Böden

auf flachgründigen Felsverwitterungsstandorten oder Löss, vielfach erhebliche Hangneigungen, Geländehöhen bis in montane Lagen, besondere Wärmebegünstigung und Kontinentalität im Mitteldeutschen Trockengebiet.

4.3 Präferenzen der Xerothermarten in den Faktorengradienten

Die Arten wurden daraufhin untersucht, ob sie Schwerpunkte bezüglich der Substrate, der Deckungswerte sowie hinsichtlich der naturräumlichen Zuordnung aufweisen und ob entsprechende Anspruchstypen zu bilden sind. Als Schätzung des Vorzugsbereiches einer Art wurde der gewichtete Mittelwert bzw. der Schwankungsbereich eines Umweltparameters herangezogen. Aus Platzgründen werden die Präferenzbereiche der einzelnen Arten hier nicht dargestellt.

Deck. K.	Deck. off.	Bind.	Sand	Schluff	Ton	Feinboden	Höhe üNN	Inklination	#T	T (MTB)	#K	K (MTB)	#F	#R	
		-0,783	0,706	-0,328	-0,794	0,504	-0,572	-0,561	-0,181	-0,216	-0,369	-0,310	0,246	-0,820	1. CA-Achse
							0,319	-0,173	-0,619	-0,714	-0,506	-0,719	0,266	-0,205	2. CA-Achse
	-0,803	0,277			0,252	0,183			-0,196				0,412		Deckung K.
						-0,281			0,340					-0,509	Deckung off.
			-0,662		0,974	-0,338	0,379	0,364		0,248	0,286	0,328		0,692	Bind.
				-0,757	-0,713	0,482	-0,600	-0,480				-0,286		-0,596	Sand
					0,169	-0,411	0,523	0,422				0,190		0,272	Schluff
						-0,365	0,438	0,388		0,255	0,254	0,290		0,683	Ton
							-0,532	-0,455		-0,231		-0,350	0,285	-0,407	Feinboden
								0,311		-0,195				0,287	Höhe üNN
									0,360	0,366	0,349	0,448	-0,300	0,471	Inklination
										0,559	0,636	0,550	-0,627	0,344	#T
											0,497	0,880	-0,342	0,416	T (MTB)
												0,505	-0,438	0,622	#K
													-0,376	0,556	K (MTB)
														-0,294	#F

Abb. 4: Spearman-Rank-Korrelation der ersten und zweiten CA-Achse mit Umweltparametern sowie Korrelation der Umweltparameter untereinander - es sind nur signifikante Werte ($p < 0,05$) aufgeführt

Deck. K – Deckung der vvkrautschicht; **Deck. off.** – Deckung des offenen Bodens; **Bind.** – Bindigkeit (6 Klassen) des Bodens; Sand, Schluff, Ton – Korngrößenfraktionen im Feinboden; Feinboden – Mächtigkeit des verwitterten Feinbodens über Fels; **Inklination** – Hangneigung des Standortes; **#T** – mittlere Temperaturzahl der Vegetation am Standort; **#K** – mittlere Kontinentalitätszahl der Vegetation am Standort; **T (MTB)** mittlere Temperaturzahl der Flora im Messtischblatt; **K (MTB)** mittlere Kontinentalitätszahl der Flora im Messtischblatt; **#R** – mittlere Reaktionszahl der Vegetation am Standort; **#F** – mittlere Feuchtezahl der Vegetation am Standort.

Bezüglich der Bodenart besitzen zahlreiche Arten klare Schwerpunkte. Für nicht bindige, sehr lockere Sande (Flugsand, Sandpionierassen) zeigen einige wenige Arten (z.B. *Amara quenseli silvicola*, *Harpalus flavescens*, *H. servus*, *Cicindela hybrida*) deutliche Präferenzen bei gleichzeitiger geringer Streuung in andere Substrattypen – diese Arten meiden bereits gering bindige Böden. Dies stimmt mit Literaturangaben gut überein (z. B. LINDROTH 1945; SCHJØTZ-CHRISTENSEN 1965; DESENDER

1986; BARNDT et al. 1991; TIETZE 1972; BEIER & GRUBE 1998).

Eine weitere Gruppe von Arten präferiert sandige Böden, die nicht nur aus diluvialem Lockersand, sondern auch durch Verwitterung aus diversen Ausgangsgesteinen wie Sand- und Tonstein, Porphy, Schiefer, Gips und Löss hervorgegangen sein können (*Harpalus pumilus*, *Cymindis angularis*, *Masoreus wetterballii*, *Amara fusca*, *A. municipalis*, *Harpalus froelichii*, *Dolichbus balensis* u.a.). Die Bodenbindigkeit scheint nicht in jedem Fall der ausschlaggebende Faktor für die Substratbindung dieser Arten zu sein, denn stärker bindige, aus Sandsteinverwitterung hervorgegangene Böden oder Löss sind besiedelt, reine Kalksteinverwitterungsböden gleicher Bindigkeitsklasse werden von ihnen aber konsequent gemieden. Offenbar spielt hier der Silikatsandgehalt eine Rolle. Bei der Suche nach Kausalitäten sollte also nicht allein die Bindigkeit, sondern vor allem auch der Anteil der Kornfraktionen und das Ausgangsgestein betrachtet werden. Eine Präferenz von bindigen Böden bzw. sogar Kalksteinverwitterungsböden geht zwar für einige Xerothermarten aus dem Datensatz hervor, kann aber nicht vorbehaltlos verallgemeinert werden. Die meisten Arten mit Präferenz für bindige Substrate streuen bis in nichtbindige Böden. Die Präferenz für die Korngrößenverhältnisse muss außerdem im Kontext mit der ebenfalls zu ver-

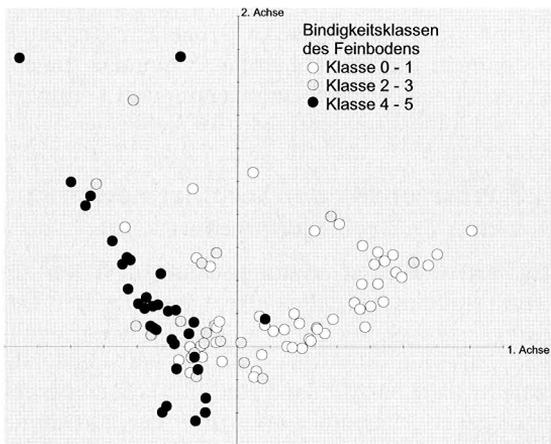


Abb.5: Korrespondenzanalyse (CA) der Xerothermbiotope - Darstellung der Bodenbindigkeit (Klassen) auf den site-scores (Bindigkeitsklassen 0-1: nicht bis sehr gering, Klassen 2-3: gering bis mittel, Klassen 4-5: stark bis sehr stark).

zeichnenden Regionalität (s.u.) und Kalkbindung interpretiert werden. Es ist durchaus möglich, dass Arten, die wegen spezieller thermischer Ansprüche an Kalkstandorte und Wärmegebiete gebunden sind, eine scheinbare Präferenz für bindige Böden zeigen, weil viele Kalkböden im Süden des Untersuchungsgebietes zugleich bindige Böden sind.

Nach Literaturangaben und sonstigen Nachweisen zu urteilen besiedeln etliche Arten, die nach den Fallenfängen bindige kalkhaltige Böden präferieren, auch geringer bindige Substrate, teilweise sogar Sanddünen. Einige Beispiele hierfür sind: *Licinus cassideus* (RAPP 1933-35), *Ophonus cordatus* auf armen Sanden in den Niederlanden (TURIN et al. 1991), *Callistus lunatus* auf Sanddünen bei Speyer (BETTAG 1989), *Leistus spinibarbis* auf sauren Silikatböden und Braunerden (HERRMANN 1971, FALKE et al. 2000). Etliche weitere Beispiele liefern LINDROTH (1945, 1949) und ZUMPT (1931) für "Kalkarten" auf lockeren, kalkhaltigen Sandböden.

Der Kalkgehalt als weiterer edaphischer Faktor neben dem Korngrößenverhältnis wird häufig zur Begründung der Habitatbindung von Arten herangezogen. LINDROTH (1949) kam zu dem Schluss, dass der Kalkgehalt in erster Linie vermittelt über mikroklimatische (thermische und hygrische) Eigenschaften des Bodens wirkt und auf diese Weise die Existenz von südlich verbreiteten Arten ermöglicht oder zumindest begünstigt. Die Interpretation faunistischer Daten wird dadurch erschwert, dass der Kalkgehalt nur einer von vielen Faktoren ist, die die konkreten thermischen Verhältnisse am Standort beeinflussen und die im Zusammenhang betrachtet werden müssen. Wenn die Kalkbindung einer Art mehr oder weniger mikroklimatisch bedingt ist, dann ist damit zu rechnen, dass sie in allgemein wärmeren Gebieten oder Klimazonen gelockert bis aufgehoben wird und in kühleren Klimazonen besonders deutlich auftritt. Dafür sprechen z.B. die Angaben von LINDROTH (1945, 1949) und ZUMPT (1931), aber auch faunistische Werke anderer Länder (z.B. DESENDER 1986). In Schweden sind offenbar Arten mit südlichen Arealen, die in Mitteldeutschland saure Sandböden besiedeln (z.B. *Harpalus picipennis*, *H. servus*, *H. rufipalpis*) an kalkhaltige Böden gebunden. Andererseits sind einige als kalkpräferent geltende Arten in Mitteldeutschland, wo das Vorkommen von Kalkböden mit der regionalklimatischen Wärmebegünstigung dieser Naturräume zusammenfällt, keineswegs an

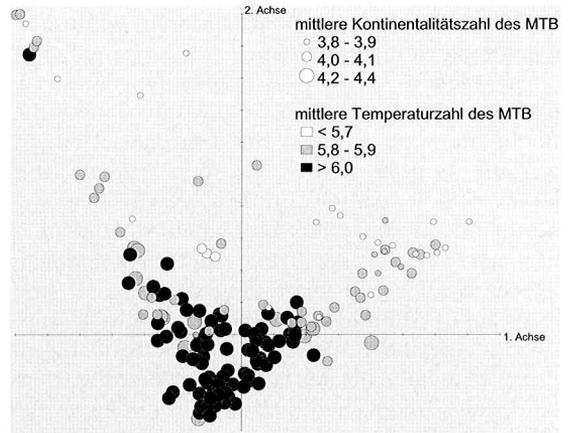


Abb. 6: Korrespondenzanalyse (CA) der Xerothermbiotope – Darstellung regionalklimatischer Eigenschaften auf den site-scores; die Kontinentalität ist als Kreisdurchmesser, die Temperatur als Farbton dargestellt.

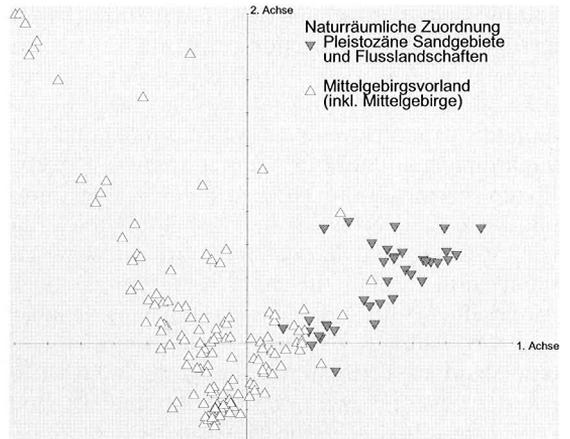


Abb. 7: Korrespondenzanalyse (CA) der Xerothermbiotope – Darstellung der Naturräumlichen Haupteinheiten (vereinfacht) auf den site-scores.

kalkhaltige Böden gebunden (*Harpalus honestus*, *Cymindis axillaris*). Die Präferenz von Kalkstandorten, die auch in Mitteldeutschland nachweisbar ist, wird mit großer Wahrscheinlichkeit durch regionalklimatische Bedingungen relativiert. Die Absicherung dieser bereits von LINDROTH (1949) aufgestellten These erfordert vergleichende Untersuchungen über größere Teile der Areale der Arten.

Eine deutliche Bindung an eine typische *Calluna*-Rohhumusaufgabe liegt für einige wenige Arten vor. Sie weisen wegen der Gebundenheit von *Calluna* an saure, nährstoffarme Böden zugleich

einen Schwerpunkt an Sandstandorten auf, treten z.T. aber auch in Mooren auf.

Abgesehen von thermischen Bodeneigenschaften kann die Spezialisierung auf unterschiedliche Bodenarten mit weiteren Ansätzen kausal erklärt werden. Bindige Böden nehmen wegen ihres höheren Kolloidanteils in Feuchteperioden wesentlich mehr Wasser auf und geben es langsamer wieder ab. Durchlässige Sande mit ihrer geringen Wasserkapazität trocknen hingegen schnell und stark aus. Die Empfindlichkeit von Entwicklungsstadien gegenüber Austrocknung bzw. Feuchtigkeit dürfte eine Rolle bei der Substratpräferenz spielen, eine andere mögliche Erklärung besteht in der besonderen Eignung lockerer Sandböden für grabende Arten (KROGERUS 1932, LINDROTH 1949). Für die Imagines der meisten sandpräferenten Arten ist eine grabende Lebensweise belegt. Als These kann formuliert werden, dass die sandpräferenten Arten an eine grabende Lebensweise in einem lockeren Korngefüge angepasst sind und auch bewegte Sande tolerieren. Die ebenfalls individuenstarke Besiedlung von Gips bzw. Gipsmehl durch psammophile Arten ist zweifellos mit der sandähnlichen, feinkrümeligen Struktur zu begründen. Bindige Böden verhärten in Trockenzeiten z.T. extrem, bilden aber andererseits Spalten. Eine Anpassung von Arten an durch den Tongehalt mechanisch stabilisierte Böden, die auch Gangsysteme oder dauerhafte Spalten erlauben, ist durchaus denkbar und wird dadurch, dass viele dieser Arten Sandpionierstandorte offenbar meiden, gestützt. Als Ursache der Präferenz von *Calluna*-Rohhumus ist eine ernährungsphysiologische Präferenz von *Calluna*-Samen möglich (LINDROTH 1949, MELBER 1983).

Aus der zusammenhängenden Betrachtung der Bodenarten und des Ausgangsgesteins ergeben sich folgende Anspruchstypen: Arten nicht bindiger, silikatischer Lockersande, Arten sandiger Böden auf überwiegend silikatischer Grundlage, Löss sowie Gipsmehl mit weiter Streuung von nicht-bindigen bis bindigen Substraten (bei Meidung von Kalksteinverwitterungsböden), Spezialisten für *Calluna*-Rohhumus sowie zuletzt Arten ohne deutliche Substratpräferenz.

Der Kalkgehalt wirkt indirekt über das Standortklima, ist eine regionale Erscheinung und soll daher bei den regionalen Schwerpunkten im Zusammenhang mit dem Regionalklima betrachtet werden.

Die Vegetationsstrukturen werden von ver-

schiedenen Arten sicher auf sehr unterschiedliche Weise als räumliche Ressource genutzt (MEIßNER 1998), was durch die angewandte Fallenmethode und die Deckungswerte nicht ausreichend erfasst werden kann. Auch kleinflächig ausgeprägte Strukturen in den vielfach räumlich und zeitlich heterogen strukturierten Xerothermrasen (SUNDERMEIER 1999) können selektiv gezielt aufgesucht werden (HOFFMANN 2000). Wahrscheinlich haben selbst mittlere Deckungen der Krautschicht (um 50 %) keine mikroklimatisch gravierende Wirkung. Von geschlossener Vegetation kann erst dann gesprochen werden, wenn der Anteil offenen Bodens 10 % nicht übersteigt – also i.d.R. ab ca. 70-80 % Deckung der Krautschicht bei nennenswerter Vegetationshöhe. Etwa dort vollzieht sich auch der Übergang von Pionierformationen und Trockenrasen zu Halbtrockenrasen.

Eine Reihe von Arten bevorzugt bodenoffene Standorte mit geringer Vegetationsdeckung (bis ca. 60 % Deckung) und meidet dabei dichte Vegetation (ab ca. 80 % Deckung) deutlich. Ihre Nachweise stammen vor allem aus den Verbänden *Corynephorion*, *Armerion elongatae*, *Festucion pallentis* und *Genistion*. Einige dieser Arten (z.B. *Cicindela hybrida*, *Harpalus flavescens*, *H. servus*) präferieren offenbar ausgesprochen lückige Vegetation (Deckungen unter 50 %), in erster Linie Sandpionierflächen auf Flugsand. Die Arten, die in offenen Felsfluren und Kalktrockenrasen auftreten (*Cymindis axillaris*, *Harpalus honestus*, *Ophonus puncticollis* u.a.), sind scheinbar weniger eng an extrem geringe Vegetationsdeckungen gebunden und streuen z.T. bis in relativ dichte Halbtrockenrasen. Der überwiegende Teil der Arten präferiert mittlere Vegetationsdeckungen, d.h. nicht ganz geschlossene Vegetation. Es gibt unter den Arten der Xerothermhäbitate offenbar kaum Vertreter, die wirklich dichte Vegetation (Deckung > 80 %) bevorzugen.

Entsprechend weist bei einer summarische Betrachtung aller Arten (Tab. 2) der Bereich mittlerer Vegetationsdeckungen die höchsten Artenzahlen und Dichten bei Xerothermartens auf – bei sehr lückiger aber auch sehr dichter Vegetation gehen sowohl die Artenzahlen als auch die Aktivitätsdichten zurück. Bezeichnenderweise trifft dies nicht für die eurytopen und die Offenlandarten ohne deutlichen Habitatschwerpunkt zu. Diese erreichen erwartungsgemäß in den dichteren Xerothermrasen höhere Aktivitätsdichten.

Deckung der Krautschicht (%)	Artenzahl					Summe der mittleren Aktivitätsdichten (Ind./6 Falle + Jahr)				
	0-20	21-40	41-60	61-80	81-100	0-20	21-40	41-60	61-80	81-100
Arten der Xerothermhabitats	57	57	80	76	64	104	163	357	88	89
eurytopy Arten - ohne Schwerpunkt in Wäldern u. Offenlandhabitats	8	8	10	10	10	14	13	27	52	47
Offenlandarten ohne deutlichen Schwerpunkt	11	15	16	17	15	34	114	207	117	281
Arten der mesophilen (frischen) Offenlandbiotope	14	17	19	19	21	4	14	31	22	47

Tab. 2: Artenzahlen und Aktivitätsdichten bei verschiedenen Deckungen der Krautschicht für ausgewählte Artengruppen (andere Artengruppen sind nicht repräsentativ); Schwerpunkte sind fett gedruckt.

Die regionalen Verbreitungsunterschiede der Arten können Arealrestriktionen widerspiegeln, oder aber sie können innerhalb der Areale durch naturraumspezifisch unterschiedlich verteilte Habitatrequisiten verursacht sein. Daher wurde ein Vergleich mit Angaben zum Areal der Arten anhand von Literaturangaben angestellt. Als Grundlage dienten Einschätzungen von MÜLLER-MOTZFELD (1995, 2003.), J. SCHMIDT (briefl.) sowie die Angaben von HORION (1938, 1939, 1941), MARGGI (1992), TURIN et al. (1977), LINDROTH (1945, 1949), DESENDER (1986), KRYZANOWSKIJ et al. (1995) und CASALE & VIGNA TAGLIANTI (1999).

Insgesamt fällt im Untersuchungsgebiet auf, dass sich viele Xerothermartens in Arealrandlagen befinden. Besonders zahlreich sind Arten in Nähe ihres nördlichen Arealrandes bzw. ihrer nördlichen Arealgrenze; von weniger Arten werden südliche, östliche und westliche Arealgrenzen erreicht. Von Süden (Südosten bis Südwesten) vordringende Arten, einen zonalen Nord-Süd-Gradienten bildend, spielen somit eine dominierende Rolle. Der Ost-West-Gradient (Kontinentalität) ist weit weniger deutlich ausgeprägt.

Auf Basis der mitteldeutschen Funde lassen sich die Arten drei regionalen Verbreitungstypen zuordnen: Arten mit Schwerpunkt im Pleistozängebiet, mit Schwerpunkt in den Lössböden und im Hügelland sowie Arten ohne regionale Verbreitungsschwerpunkte.

Xerothermhabitats sind grundsätzlich besonders geeignet für südlich verbreitete Arten mit allgemein höheren Temperaturansprüchen, da sie sich besonders schnell und intensiv erwärmen. Dieser mikroklimatische Effekt nimmt großklimatisch bedingt nach Norden hin ab, kann aber durch regionale Klimateffekte, Hanglagen und edaphische Eigenschaften (Kalkgehalt) regional stärker in Erscheinung treten. Im Untersuchungsgebiet ist dementsprechend in Richtung Norden schrittweise ein

Ausfall der südlich verbreiteten Arten zu verzeichnen. Einige Arten sind auf das Umfeld des Thüringer Beckens beschränkt (z.B. *Cymindis axillaris*), viele erreichen am Übergang der Lössböden zum Pleistozän eine regionale Grenze. Sie sind an das Mitteldeutsche Trockengebiet mit seinen durch den Kalkgehalt wärmebegünstigten Böden gebunden, einige von ihnen treten noch weiter nördlich an kalkbeeinflussten Standorten auf.

Diese regionale Grenze ist aber durch die Bodenart-Präferenzen mitbestimmt. Mehrere Arten in nördlicher Arealrandlage, die aber zugleich streng psammophil sind, fehlen im an Lockersandstandorten armen Hügelland und treten erst im Pleistozän auf (*Harpalus autumnalis*, *H. birtipes*, *H. picipennis* u.a.). Ihr regionaler Nord-Süd-Gradient läuft ihrem eigentlichen Arealgefälle entgegen, was ohne Berücksichtigung ihrer Bodenartpräferenzen als Widerspruch erscheinen könnte. Einige der Arten von Sandstandorten beginnen noch weiter nördlich, wo sie an ihre nördliche Arealgrenze stoßen, eine deutliche Kalkbindung zu zeigen (z.B. *Harpalus picipennis*, *H. servus* und *H. rufipalpis* in Südschweden nach LINDROTH 1949).

Arten in südlichen Arealrandlagen beschränken sich weitgehend auf das Pleistozängebiet. Sie reichen aus der borealen bis in die temperate Zone, wo sie im Norddeutschen Tiefland ihre südliche Arealgrenze erreichen (*Bembidion nigricorne*) oder weiter südlich nur noch montan oder alpin (z.B. *Miscodera arctica*, *Cymindis vaporariorum*) auftreten. Alle diese Arten sind in Mitteleuropa an nährstoffarme sandige oder moorige Standorte, nicht immer nur Xerothermstandorte, gebunden. HORION & HOCH (1954) sind bezüglich der nördlich und nördlich-kontinental verbreiteten Arten der Auffassung, dass es sich um "kälteliebende" Vertreter handelt, die sich ausgehend von Nordeuropa und Nordasien nach Mitteleuropa ausgebreitet haben und im Flachland auf "Kälte-Biotope" in

Form von Mooren und Heiden angewiesen sein sollen. Sie dringen in Sandgebieten unterschiedlich weit nach Süden und Südwesten vor. Neuere Funde von *Amara quenseli* (gemeinsam mit anderen psammophilen Arten) in Tagebaulandschaften mit ihren großflächigen Sandstandorten zeigen, dass, geeignete Habitate vorausgesetzt, diese Art trotz des trocken-warmen Regional Klimas durchaus bis in das Mitteldeutsche Trockengebiet vordringen kann. Die regionale Verbreitung wird klar durch die Substratverteilung mitbestimmt.

Weiterhin treten Arten in östlicher (*Nebria salina*, *Leistus spinibarbis*, *Poecilus kugelanni*, *Bradycellus ruficollis*) und westlicher (*Cymindis angularis*) Arealrandlage auf. Auch etliche Arten am nördlichen Arealrand weisen subkontinentale bis kontinentale Arealschwerpunkte auf. Jedoch ist der Kontinentalitätsgradient so gering ausgeprägt und zugleich durch den Nord-Süd-Gradienten und Substrateinflüsse überlagert, dass er für eine zöologische Gliederung nachrangig ist. Montane Untersuchungsflächen im Harz geben Hinweise auf eine Verarmung der Xerothermfauna in höher montanen Lagen analog zur Vegetation.

Auf Grundlage der faunistischen Befunde muss die Aussage betont werden, zu der bereits KROGERS (1932) bei der Analyse finnischer Sandgebiete kam: die regionalen Verbreitungsgrenzen müssen je nach Art sowohl mit klimatischen als auch edaphischen Bedingungen oder einer Kombination der Faktoren erklärt werden. Die kausale Trennung der Einflüsse von Habitatstrukturen (hier Substrat) und Klima ist ausgesprochen schwierig und bedarf detaillierter ökologischer Untersuchungen.

Interessant ist, dass die naturräumliche Zerteilung auf Grundlage der Carabidenfauna nicht mit der gebräuchlichen Einteilung nach MEYNEN & SCHMITHÜSEN (1953-62) bzw. SSYMANK et al. (1998) deckungsgleich ist. Aus Sicht der Carabidenfauna der Xerothermhabitate wäre es sinnvoller, das Östliche Harzvorland (D20) und das Nördliche Harzvorland (D33) nicht zum Norddeutschen Tiefland zu zählen, sondern gemeinsam mit den kollinen und submontanen Naturräumen im Umfeld des Thüringer Beckens zusammenzufassen.

4.4 Regionale Habitatpräferenztypen

In den nachfolgend beschriebenen regionalen Habitatpräferenztypen sind Arten mit ähnlichen Ansprüchen zusammengefasst. Hierfür bieten

sich vor allem die dominierenden Faktoren Substratpräferenz und die regionalen Schwerpunkte an. Die jeweiligen Arten sind in Tab. 3 vollständig aufgelistet.

- Habitatpräferenztyp 1: Arten der Sandpionierstandorte: Arten, die Sandpionierstandorte (Corynephorum bzw. Initialstadien) auf lockeren, beweglichen Sanden schwerpunktmäßig, z.T. exklusiv, besiedeln. *Brosicus cephalotes* weist eine vergleichsweise starke Streuung auf. Regional sind sie im Untersuchungsgebiet edaphisch und/oder klimatisch bedingt auf die pleistozänen Sandlandschaften konzentriert. Historische Angaben (z.B. RAPP 1933-35) belegen auch ehemalige Vorkommen auf Sandstandorten im Süden des Untersuchungsgebietes, vielfach Tagebaugebieten, wo die Artengruppe auch rezent, jedoch unvollständig, auftritt.
- Habitatpräferenztyp 2: Arten der Sand- und Lössstandorte: Arten, die mehrere Vegetationstypen mit unterschiedlicher Deckung auf verschiedenen stark sandigen Böden besiedeln. Bei stärker bindigen Substraten ist ein gewisser silikatischer Sandanteil (auf Silikatfels) oder hoher Lössanteil Voraussetzung. Auch Gipsmehl ist ein typisches Substrat. Der Kalkgehalt kann hoch sein - stark tonige Kalkstein-Verwitterungsböden werden jedoch nicht oder nur von wenigen Arten in geringfügigen Dichten besiedelt. Auf sauren Böden haben sich mitunter *Calluna*-Heiden etabliert und Rohhumus angesammelt. Der Habitatpräferenztyp muss regional/naturräumlich untergliedert werden.
 - Habitatpräferenztyp 2.1: Arten der Sandstandorte des Pleistozängebietes: Diese Arten sind auf die pleistozänen Landschaften im Norden und Nordosten des Untersuchungsgebietes konzentriert, wo sie offene und geschlossener Sandtrockenrasen (Corynephorion, *Armerion elongatae*), Sand-Heiden (Genistion) und Ruderal- und Segetalbiotope entsprechender Standorte besiedeln.
 - Habitatpräferenztyp 2.2: Arten der Sand- und Lössstandorte der Hügelländer und Börden: Hier sind Arten einzuordnen, die sandigen oder Lössboden bevorzugen und stark bindige Kalkstandorte meiden. Ihre höchste Nachweisdichte und vor allem hohe Aktivitätsdichten erreichen sie zur Zeit in den Bördelandschaften, d.h. schwerpunktmäßig auf Schwarzerdeböden im Mitteldeutschen Trockengebiet. Es gibt

allerdings auch Nachweise aus dem Pleistozängebiet, so dass der regionale Schwerpunkt mitunter nur schwach ausgeprägt ist.

Habitatpräferenztyp 2.3: Arten der Sand- und Lössstandorte ohne regionalen Schwerpunkt: Diese Gruppe besiedelt unterschiedliche sandbeeinflusste Standorte bzw. Vegetationstypen ohne regionale Verbreitungsschwerpunkte.

- Habitatpräferenztyp 3: Arten der Heiden: Die wenigen Arten dieses Habitatpräferenztyps treten schwerpunktmäßig bis exklusiv auf *Calluna*-Rohrhums in Heiden großenteils aber auch in Mooren auf, sind also nicht eigentlich auf Xerothermhabitats beschränkt. Eine regionale Untergliederung in Arten des Pleistozängebietes bzw. ohne regionalen Schwerpunkt ist möglich. *Calosoma reticulatum* erreicht als kontinental verbreitete Art im Untersuchungsgebiet ihren westlichen und nördlichen Arealrand. In Ostdeutschland tritt sie derzeit ausschließlich in Heiden auf und wird deshalb aus regionaler Sicht zu diesem Habitatpräferenztyp gestellt, obwohl historische Angaben (s. HORIZON 1941) möglicherweise auf eine allgemeine Bindung an arme Sandstandorte schließen lassen. Auch *Amara famelica* besitzt einen mehr östlichen Arealschwerpunkt.
- Habitatpräferenztyp 4: Arten ohne Präferenz der Bodenart (bodenart-indifferente Arten): Die Arten dieses Habitatpräferenztyps weisen keine konsequente Präferenz der Bodenarten (Korngrößenverhältnis) auf. Arten, die im Untersuchungsgebiet stark bindige Kalkböden offenbar bevorzugen, werden ebenfalls hier eingeordnet, da ihre eigentliche Bindung an die Bodenarten aus den Gründen wahrscheinlich weniger streng ist. Alle seltenen Arten, bei denen wegen Datenmangel keine eindeutige Zuordnung zu einem der anderen Habitatpräferenztypen möglich schien, wurden ebenfalls hier eingeordnet. Die Artengruppe muss regional/naturräumlich untergliedert werden. Habitatpräferenztyp 4.1: bodenart-indifferente Arten der Hügelländer und Börden: Arten ohne deutliche Präferenz der Bodenarten (z.T. unsicherer Datenlage) aber mit regionalem Schwerpunkt im Süden des Untersuchungsgebietes wurden hier eingeordnet. Die meisten präferieren kalkhaltige Böden und befinden sich in der Nähe ihres nördlichen Arealrandes – es sind Arten von Wärmegebieten. Die Vegeta-

tion gehört zu verschiedensten Verbänden (Genestion, Corynephorion auf Felsgrus, Armerion elongatae, Festucion pallentis, Festucion valesiacae, Cirsio-Brachypodium/Mesobromion, Xerobromion, Geranion sanguinei, Armerion halleri, Quercion robori-petraeae).

Habitatpräferenztyp 4.2: bodenart-indifferente Arten ohne regionalen Schwerpunkt: Diese Arten weisen keine deutlichen regionalen Schwerpunkte auf und sind auch nicht deutlich substratpräferent.

In xerotherm geprägten Ruderal- und besonders Segetalgesellschaften wie Äckern, Ackerbrachen, Weinbergen, Weinbergsbrachen etc. kommen fast alle Arten der Xerothermhabitats vor oder werden zumindest gelegentlich dort nachgewiesen. Dies ist zweifellos darin begründet, dass ihre Standortverhältnisse den naturnahen Xerothermrassen in einigen Aspekten sehr ähneln (z.B. Mikroklima, offener Boden). Neben vielen Arten mit "Nebenvorkommen" besitzen einige agrarisch geförderte bzw. kulturbegünstigte Arten hier einen Schwerpunkt. Oft sind sie dort zwar nicht stetiger, erreichen aber wesentlich höhere Aktivitätsdichten. Ein eigener Habitatpräferenztyp wurde nicht gebildet – dazu wäre eine umfassendere Bearbeitung unter Einbeziehung von Weinbergsbiotopen notwendig. Die Arten sind in den anderen Habitatpräferenztypen mit enthalten (Tab. 3). Die Artengruppe ist in indikatorischer Hinsicht bedeutsam: hohe Aktivitätsdichten dieser Arten in naturnahen Habitats zeigen oftmals eine Beeinflussung durch angrenzende Ackerflächen oder Brachen an oder weisen auf die Gestörtheit naturnaher Habitats hin. Folgende Arten sind agrarisch gefördert, treten aber auch stetig und z.T. individuenstark in naturnahen Xerothermhabitats auf: *Amara apricaria*, *A. bifrons*, *A. consularis*, *A. eurynota*, *Anchomenus dorsalis*, *Calathus ambiguus*, *Harpalus affinis*, *H. distinguendus*, *H. froelichii*, *H. signaticornis*, *H. tardus*, *Microlestes minutulus*, *Ophonus azureus*. Folgende Arten treten schwerpunktmäßig in trockenen Ruderal- und Segetalbiotopen auf oder wurden (fast) nur dort gefangen: *Acupalpus interstitialis*, *Amara littorea*, *A. sabulosa*, *Brachinus explodens*, *Calathus cinctus*, *Calosoma auropunctatum*, *Dolichus balensis*, *Harpalus modestus*, *H. zabroides*, *Ophonus puncticeps*, *O. sabulicola*, *Poecilus punctulatus* und *Zabrus tenebrioides*.

Mit Vorbehalt sind auch folgende Arten als agra-

Gemeinschaften		Gemeinschaft der Sandpionierstandorte	Gemeinschaft der festgelegten Sandböden des Pleistozängebietes	Gemeinschaft der Sand- und Lössböden der Hügelländer und Börden	Gemeinschaft der Kalksteinverwitterungsböden	
			Heide-Variante	Heide-Variante		
regionaler Habitatpräferenztyp	1	Arten der Sandpionierstandorte				
	2	Arten der Sand- und Lössstandorte				
	2.1	Arten der Sandstandorte des Pleistozängebietes				
	2.2			Arten der Sand- und Lössstandorte des Hügellandes und der Börden		
	2.3	Arten der Sand- und Lössstandorte ohne regionalen Schwerpunkt				
	3		Arten der Heiden	Arten der Heiden		
	4	bodenart-indifferente Arten (Arten ohne Präferenz der Bodenart)				
	4.1			bodenart-indifferente Arten des Hügellandes und der Börden		
	4.2	bodenart-indifferente Arten ohne regionalen Schwerpunkt				
Lage im Untersuchungsgebiet		Pleistozän (Sandlandschaften)	Pleistozän (Sandlandschaften)	Lössböden, Hügelland, Mittelgebirgsrand	Lössböden, Hügelland, Mittelgebirgsrand	
Bodensubstrat		tiefgründiger, beweglicher Silikatsand, nicht bindig, meist kalkfrei bis kalkarm	tiefgründiger, ± festgelegter Silikatsand, nicht bis gering bindig, meist kalkfrei bis kalkarm	flach- bis mitteltiefgründige Felsverwitterungsböden (Porphyrt, Sandstein, Schiefer, Gips u.a.) oder Löss, gering bis stark bindig, meist kalkreich	flach- bis mitteltiefgründige Kalkfelsverwitterungsböden, stark bindig	
			Calluna-Rohhumus	Calluna-Rohhumus		

Abb. 8: Übersicht über die Gliederung der Carabidengemeinschaften xerothermer Standorte in Mitteldeutschland.

risch gefördert bzw. kulturbegünstigt einzustufen: *Ophonus rupicola*, *Microlestes fissuralis*, *Amara aenea*, *Pseudoophonus calceatus* und *Brachinus crepitans*. Beispielsweise erreichen *Ophonus rupicola* und *Brachinus crepitans* auf bestimmten Ackerstandorten und Brachen vergleichsweise hohe Aktivitäten, jedoch kann dies auf Grundlage der vorhandenen Daten nicht vorbehaltlos verallgemeinert werden. Unter den Arten der Nicht-Xerothermhäbitate gibt es ebenfalls eine Reihe von agrarisch geförderten und kulturbegünstigten Arten.

4.5 Gemeinschaften und Leitarten der Xerothermhäbitate

Die Existenz von mehreren charakteristischen Artenkombinationen innerhalb der Xerothermfauna wird in der Übersicht (Abb. 8 sowie Tab. 3) deutlich. Die Verwendung von charakteristischen Artenkombinationen ließe sich theoretisch sehr weit bis zu feinen Gliederungen fortführen, wobei die Unterschiede zwischen den Gemeinschaften letztlich minimal werden können. Von einer feineren Gliederung über die Aussagen der Habitatpräferenztypen hinaus wurde im Rahmen dieser Arbeit abgesehen, da derartige Gemeinschaften wegen

der geringen Unterschiede nicht als hinreichend plausibel angesehen werden könnten und letztlich eher aufgrund ihrer Vegetation als anhand ihrer Fauna unterscheidbar wären.

Der Vorschlag für eine Feingliederung sieht daher vier Gemeinschaften vor, innerhalb derer Heide-Varianten unterschieden werden können. Weitere Spezifizierungen können mittels Indikatorarten für bestimmte Habitatqualitäten, die in verschiedenen Vegetationstypen auftreten (z.B. lückige Vegetation), vorgenommen werden. Die Nomenklatur soll bewusst nicht mit dem pflanzensoziologischen System gleichgesetzt werden – ob es eine zu verallgemeinernde syntaxonomische Hierarchie gibt, sei dahingestellt.

Die charakteristischen Artenkombinationen setzen sich aus den Arten der jeweils beteiligten Habitatpräferenztypen zusammen. Alle Arten der jeweiligen charakteristischen Artenkombination sind als Leitarten der Gemeinschaft anzusehen. Arten, die keinen Schwerpunkt in Xerothermhäbitaten besitzen, wurden nicht in die charakteristischen Artenkombinationen aufgenommen. Sie können trotzdem bestimmte indikatorische Funktionen haben (z.B. Indikatoren für Verbuschung, montane Lage, Randeinflüsse angrenzender Habitate).

Gemeinschaft der Sandpionierstandorte: Die Gemeinschaft besiedelt ausschließlich lückige Sandpionierrasen bzw. Initialstadien auf trockenen, beweglichen, nicht bindigen, tiefgründigen Sandböden. Der Habitatpräferenztyp der Sandpionierstandorten ist charakteristisch und setzt sie gegen alle anderen Gemeinschaften ab. Die Bodeneigenschaften sind im Untersuchungsgebiet ausschlaggebend für die Existenz der charakteristischen Artenkombination. Die Gemeinschaft ist derzeit fast ausschließlich im Pleistozängebiet vorhanden. Die Arten der Sandpionierstandorte sowie die anderen Arten mit Verbreitungsschwerpunkt im Pleistozängebiet besitzen vorwiegend nordeuropäisch-östliche Areale, erreichen aber meist im Untersuchungsgebiet nicht ihre südlichen Arealgrenzen. Aus dem Mittelgebirgsvorland existieren historische Angaben, weiterhin liegen aus Tagebauandschaften aktuelle Daten vor, die auf eine unvollständige Etablierung der Artengruppe der Sandpionierrasen hinweisen. Faunistische Differenzierungen innerhalb des Spergulo-Corynephorum, wie sie z.B. von FALKE & ASSMANN (2001) vorgenommen wurden, erscheinen anhand des eigenen Datensatzes als nicht genügend gesichert.

Gemeinschaft der festgelegten Sandböden des Pleistozängebietes: Die Gemeinschaft besiedelt Standorte gering bindiger Böden, die aber stets durch die Vegetation festgelegt sind. Hierzu zählen Xerothermrasen des Armerion und Mesobromion auf tiefgründigen Sandböden, *Calluna*-Heiden sowie Ruderal- und Segetalbiotope. Gegenüber den Sandpionierstandorten ist die Gemeinschaft durch das Fehlen des entsprechenden Habitatpräferenztyps negativ gekennzeichnet (außer an Störstellen). Einige Arten besitzen in Europa nördliche Arealsschwerpunkte, Arten mit südlichem Arealsschwerpunkt fehlen. Die Bodeneigenschaften und wahrscheinlich in wenigen Fällen klimatische Bedingungen sind die ausschlaggebenden Umweltbedingungen. Die Variante der *Calluna*-Heiden zeichnet sich durch das Vorkommen von stenotopen Heide-Arten aus, die z.T. auch feuchte Heiden besiedeln; ansonsten entspricht ihr Arteninventar weitgehend den sonstigen Sandstandorten. Es gibt zahlreiche vegetationskundliche Übergänge und räumliche Vernetzungen zwischen Heiden und Sandrasen. Für die Existenz der Heide-Arten ist das Vorhandensein der Rohhumus-Auflage entscheidend – weniger die aktuelle Vegetation. Die Ähnlichkeiten und Verflechtungen waren ein weiteres

Argument, die Carabidenvergesellschaftungen der Heiden nicht als eigene Gemeinschaft zu führen.

Gemeinschaft der Sand- und Lössböden der Hügelländer und Börden: Die Gemeinschaft besiedelt Böden unterschiedlicher Bindigkeit. Das Vorhandensein einer deutlichen Sandfraktion ist die Regel. Die Bindigkeit kann auch hoch sein, wenn die Silikatsandfraktion ebenfalls deutlich vertreten ist (z.B. stark sandiger Ton). Lössdominierte Böden mit hohem Schluffanteil sowie Gipsgrus und -mehl zählen überwiegend zu dieser Gemeinschaft. Die Böden sind vielfach kalkbeeinflusst, oft aufgrund des Ausgangsgesteins, teilweise lediglich durch einen gewissen Lösseintrag aus der Umgebung. Die Vegetation ist vielfältig: Armerion elongate, Genistion, Festucion pallentis, Festucion valesiaca, Cirsio-Brachypodion/Mesobromion, Armerion halleri, Quercion robori-petraeae auf Schiefer sowie *Calluna*-Heiden. Corynephoreten auf Silikat-Felsgrus wurden wegen ihrer standörtlichen und faunistischen Ähnlichkeit mit den Felsfluren (Festucion pallentis) zusammengefasst. Ferner gehören hierher Ruderal- und Segetalbiotope. Neben den bodenart-indifferenten Arten ohne regionalen Schwerpunkt sind Arten mit regionalem Schwerpunkt im Mittelgebirgsvorland und südlichen Arealen von hohem diagnostischem Wert. Ihr regionaler Verbreitungsschwerpunkt ist direkt durch das warme Regionalklima bzw. indirekt durch die klimatische Wirkung von Kalkböden und Hanglagen bedingt. *Calluna*-Heiden sind wiederum durch das Vorkommen von stenotopen Heide-Arten gekennzeichnet – ihr Arteninventar entspricht ansonsten weitgehend den anderen Standorten der Gemeinschaft. Einige der Heide-Arten des Pleistozängebietes fehlen bzw. sind regional verschollen (*Bembidion nigricorne*, *Amara famelica*, *Calosoma reticulatum*). Abgesehen von den Heide-Arten haben die Vegetationstypen auf die Artenzusammensetzung keinen gravierenden Einfluss. Unterschiede sind zwischen den kalkarmen Vegetationstypen (Heiden, Armerion-Gesellschaften einerseits und den kalkreichen Vegetationstypen (Steppenrasen des Festucion valesiaca, Halbtrockenrasen des Cirsio-Brachypodion) andererseits zu erkennen. In den deutlich kalkbeeinflussten Formationen treten mehr Arten mit südlichen und östlichen Arealsschwerpunkten auf. Die drei untersuchten Schwermetallrasen des Armerion halleri (SCHNITTER 1998) befanden sich alle auf kleinflächigen Kupferschieferstandorten,

zwei davon eindeutig anthropogenen Ursprungs. Bedingt durch angrenzende Ackerflächen wird ihr Arteninventar durch agrarisch geförderte Arten dominiert. Dies darf nicht als Charakteristikum von Schwermetallrasen fehlgedeutet werden. Eine Besonderheit der Kupferschieferschotter stellt eher *Lionychus quadrillum* dar (SCHNITTER 1998), der vermutlich das Lückensystem im Schotter nutzt, jedoch keinen Schwerpunkt in Xerothermhabitaten besitzt. Der einzelne untersuchte Offenbereich in einem extremen Trockenwald (TROST 2001) ist allein nicht repräsentativ. Die Xerothermartens treten hier zusammen mit Waldarten in einer seltenen Kombination auf, die einen Übergang von Wald- und Xerothermhabitaten darstellt. Sehr bodenoffene Standorte mit lückiger Vegetation sind z.B. durch *Cymindis axillaris* unabhängig vom Bodentyp gekennzeichnet. Die Art, die in anthropogen überformten oder stark beeinflussten Flächen konsequent fehlt, kann als Indikatorart angesehen werden. Daneben treten weitere Arten vorzugsweise in lückiger Vegetation auf (z.B. *Harpalus honestus*, *Ophonus puncticollis*).

Montane Einflüsse deuten sich bereits in submontanen und Gebirgsrandlagen an. Beispiele sind *Leistus spinibarbis*, der sich in seinem östlichen Teilareal offenbar auf submontane/montane Lagen konzentriert, und *Harpalus atratus*.

Gemeinschaft der Kalksteinverwitterungsböden:

Die Gemeinschaft besiedelt Trocken- und Halbtrockenrasen auf Kalksteinverwitterungsböden, die einen hohen Ton- und minimalen Silikatsandgehalt aufweisen. Die Vegetation auf tiefgründigen Standorten mit relativ ausgeglichenem Wasserhaushalt ist als Halbtrockenrasen (Mesobromion/Cirsio-Brachypodion) ausgeprägt, sehr flachgründige, sonnenexponierte Böden tragen lückige Trockenrasen (Xerobromion). Südlich verbreitete Arten stellen eine Gemeinsamkeit mit der vorigen Gemeinschaft dar; ansonsten ist sie negativ gekennzeichnet, da die Habitatpräferenztypen sandiger Standorte weitestgehend ausfallen. Es verbleiben die Arten ohne deutliche Präferenzen gegenüber der Bodenart und dem Ausgangsgestein, die sandige, schluffige und sandarme Böden nahezu gleichermaßen besiedeln. Die Vorkommen der Arten mit südlichem Arealschwerpunkt sind direkt klimatisch bzw. indirekt vermittelt durch die klimatische Wirkung des Kalkes und der Hanglagen bedingt. Aufgrund der Verbreitung der Kalkstein-Sedimente konzentriert sich die Gemeinschaft auf das wärmebegünstigte

Thüringer Becken und das Saaletal. Die wenigen in höheren Harzlagen bei Rübeland untersuchten Flächen weisen ein wohl aus klimatischen Gründen reduziertes Arteninventar auf und sollen hier der Einfachheit halber ausgeschlossen werden. Grundlegende Unterschiede zwischen den Halbtrockenrasen des Mesobromion/Cirsio-Brachypodion und den eigentlichen Kalk-Trockenrasen des Xerobromion bestehen im Arteninventar kaum. *Cymindis axillaris* als Indikatorart lückiger Standorte besitzt einen überaus deutlichen Schwerpunkt in den Trockenrasen, auch *Leistus spinibarbis*, *Licinus cassideus*, *Ophonus stictus*, *Harpalus honestus* und andere Arten scheinen offenere Standorte zu bevorzugen. Es ist denkbar, dass diese Arten nicht nur Trockenrasen, sondern auch aufgrund von Beweidung kurzrasige Halbtrockenrasen mit Lücken besiedeln – nur waren derartige Flächen wegen der allgemeinen Nutzungsauffassung so selten, dass sie nicht untersucht werden konnten.

5 Zusammenfassung

Ein regionaler Datensatz von Jahresfängen an 201 Xerothermstandorten in Mitteldeutschland mit besonderer Berücksichtigung Sachsen-Anhalts wurde hinsichtlich der Präferenzen der Arten gegenüber Habitaten und abiotischen Faktorengradienten analysiert. Zunächst wurden 119 Arten mit Schwerpunkt in Xerothermhabitaten ermittelt und anschließend diese xerophile Fauna weiter untergliedert. Hauptsächlich differenzierende Faktoren innerhalb der Xerothermfauna sind die edaphischen Eigenschaften (Bodenart) sowie regionaltypische Faktorenkombinationen, wobei das Regionalklima und der Kalkgehalt der Böden eine besondere Rolle spielen. Das Untersuchungsgebiet befindet sich in einem Nord-Süd- und Ost-West-Gradienten dieser Faktoren, die sich in ihrer Wirkung überlagern. Der Nord-Süd-Gradient äußert sich im Untersuchungsgebiet sehr deutlich in Form von regionalen Verbreitungsgrenzen etlicher Arten. Südlich verbreitete Arten kommen aufgrund des trocken-warmen Regionalklimas sowie der standortklimatischen Wirkung kalkhaltiger Böden schwerpunktmäßig in den Löss-Börden und im Hügelland im Süden Mitteldeutschlands vor. Im Resultat wurden mehrere Habitatpräferenztypen auf Basis der Präferenzen gegenüber der Bodenart sowie der regionalen Verbreitungsschwerpunkte bzw. Areale gebildet. Auf Grundlage von cha-

rakteristischen Artenkombinationen lassen sich 4 Gemeinschaften natürlicher und naturnaher Xerothermhabitate unterscheiden. Des Weiteren ist eine Reihe von Xerothermart an trockenwarmen Acker- und Ruderalstandorten begünstigt. Die Vegetationsstruktur bezüglich der Abgrenzung der Gemeinschaften ist von untergeordneter Bedeutung. Artzusammensetzung und wesentliche Habitatanforderungen der Gemeinschaften werden beschrieben und Ansätze für eine kausale Erklärung der Habitatbindung kommentiert.

Dank

Mein Dank gilt allen, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben. Vor allem möchte ich den Herren Dr. P. H. Schnitter (Halle), Dr. E. Grill (Gröna), Dr. J. Perner (Jena), J. Weipert (Plaue) und T. Pietsch (Halle), danken, die unveröffentlichte Daten zur Verfügung gestellt haben. Ganz herzlich danken möchte ich auch den Kollegen, die mit hohem persönlichen Einsatz Fallenstandorte ganzjährig und zuverlässig betreut haben (in alphabetischer Reihenfolge): H. Bock (Wippra), T. Friedrichs (Stendal), B. Heinze (Havelberg), M. Jung (Athenstedt), Dr. P. Sacher (Abbenrode), T. Schikora (Wurzbach), Dr. P. Scholze (Gernrode), T. Süßmuth (Halle), Dr. W. Trapp (Havelberg) und B. Wolterstorff (Gardelegen). Herrn Dr. F. Hieke, B. Jaeger (Berlin), J. Schmidt (Rostock) und D. W. Wrase (Berlin) danke ich für die Bestimmung kritischer Exemplare, Herrn Dr. D. Frank, Dr. U. Kison (Wernigerode), Dr. J. Peterson (Halle), Frau G. Weiß (Berlin) und meiner Frau U. Schröder-Trost für die Anfertigung von Vegetationsaufnahmen. Herrn M. Welker (Halle) sei für die Analyse der zahllosen Bodenproben gedankt. Herrn Prof. G. Müller-Motzfeld (Greifswald) danke ich für kritische Hinweise zum Manuskript.

Literatur

- BARNDT, D., BRASE, S., GLAUCHE, M., GRUTTKE, H., KEGEL, B., PLATEN, R. & H. WINKELMANN (1991): Die Laufkäferfauna von Berlin (West) - mit Kennzeichnung und Auswertung der verschollenen und gefährdeten Arten (Rote Liste, 3. Fassung). - in: AUHAGEN, A., PLATEN, R., SUKOPP, H. (Hrsg.): Rote Listen der gefährdeten Pflanzen und Tiere in Berlin. - Landschaftsentwicklung und Umweltforschung S 6, 243-275.
- BEIER, W. & R. GRUBE (1998): Die Laufkäferfauna von Sandoffenflächen und initialen Sukzessionsstadien auf ehemaligen Truppenübungsplätzen Brandenburgs. - Angewandte Carabidologie 1, 63-72.

- BETTAG, E. (1989): Fauna der Sanddünen zwischen Speyer und Dudenhofen. - Pollichia-Buch Nr. 17, Bad Dürkheim, 149 S.
- BLAB, J. (1993): Grundlagen des Biotopschutzes für Tiere. - Kilda-Verlag Greven, 479 S.
- CASALE, A. & A. VIGNA TAGLIANTI (1999): Caraboid beetles (excl. Cicindelidae) of Anatolia, and their biogeographical significance (Coleoptera, Caraboidea). - Biogeographia 20, 277-406.
- DESENDER, K. (1986): Distribution and ecology of carabid beetles in Belgium (Coleoptera, Carabidae), Part 1-4. - Inst. Roy. Sci. Nat. Belgique. Doc. de travail 26, 1-30; 27, 1-24; 30, 1-23; 34, 1-48.
- FALKE, B. & T. ASSMANN (2001): Zur Käferfauna von Sandtrockenrasen und Heidegesellschaften in Hudelandschaften des Emslandes (Nordwestdeutschland) (Coleoptera: Carabidae, Elateridae, Byrrhidae et Tenebrionidae). - Drosera 2001, 35-52.
- FALKE, B., OEVERMANN, S. & T. ASSMANN (2000): Bedeutung und Folgen der Waldweide für stenotope Laufkäferarten in nordwestdeutschen Wäldern (Coleoptera: Carabidae). - Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angew. Ent. 12, 289-294.
- FLADE, M. (1994): Die Brutvogelgemeinschaften Mittel- und Norddeutschlands. Grundlagen für den Gebrauch vogelkundlicher Daten in der Landschaftsplanung. - IHV-Verlag Eching, 878 S.
- FRANK, D. & S. KLOTZ (1988): Biologisch-ökologische Daten zur Flora der DDR. - Wissenschaftliche Beiträge Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg 60 (P 35), 103 S.
- HERRMANN, K. (1971): Faunistisch-ökologische Studien an der Carabidenfauna (Coleoptera, Carabidae) des Wurmbachtals (Nordharz) unter Einschluss des Naturschutzgebietes Münchenberg. - Diss. Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg, 201 S.
- HOFFMANN, E. (2000): Zönotische und populationsökologische Untersuchungen an Laufkäfern zur Bedeutung von Habitatqualität und Habitatfragmentierung. - Diss. Univ. Bremen, 167 S.
- HORION, A. (1938): Studien zur deutschen Käferfauna II. Die periodischen Klimaschwankungen und ihr Einfluß auf die thermophilen Käfer in Deutschland. - Entomol. Blätter 34, 127-140.
- HORION, A. (1939): Studien zur deutschen Käferfauna III. Weitere Beispiele für das sporadische und periodische Auftreten thermophiler Käfer in Deutschland. - Entomol. Blätter 35, 3-18.
- HORION, A. (1941): Faunistik der deutschen Käfer, Band I: Adephega - Caraboidea. - Goecke & Evers Krefeld, 464 S.
- HORION, A. & K. HOCH (1954): Beitrag zur Kenntnis der Koleopteren-Fauna der rheinischen Mooregebiete. - Decheniana 102b, 9-39.
- JONGMAN, R. H. G., TER BRAK, C. J. F. & O. F. R. VAN TONGEREN (Hrsg.) (1987): Data analysis in community and landscape ecology. - Wageningen, 299 S.
- KORSCH, H. (1999): Chorologisch-ökologische Auswertungen der Daten der Floristischen Kartierung Deutschlands. - Schr.-r. f. Vegetationskunde Heft 30, 1-200.
- KRATOCHWIL, A. (1987): Zoologische Untersuchungen auf pflanzensoziologischem Raster - Methoden, Probleme und Beispiele biozöologischer Forschung. - Tuexenia 7, 13-51.
- KRATOCHWIL, A. & A. SCHWABE (2001): Ökologie der Lebensgemeinschaften. - Ulmer Stuttgart, 756 S.
- KROGERUS, R. (1932): Über die Ökologie und Verbreitung der Arthropoden der Tribsandgebiete an den Küsten Finnlands. - Acta Zool. Fenn. 12, 1-309.
- KRYZHANOWSKIJ, O. L.; BELOUSOV, I. A.; KABAK, I. I.; KATAEV, B. M.; MAKAROV, K. V. & V. G. SHILENKOV (1995): A checklist of the groundbeetles of Russia an adjacent lands (Insecta, Coleoptera, Carabidae). - Pensoft Publishers Sofia Moscow, 271 S.

- LINDROTH, C. H. (1945): Die fenoskandischen Carabidae. 1. Spezieller Teil. - Göteborgs Kungl. Vetensk. Vitterh.-Samh. Handl. B. 4, 1-709.
- LINDROTH, C. H. (1949): Die fenoskandischen Carabidae. 3. Allgemeiner Teil. - Göteborgs Kungl. Vetensk. Vitterh.-Samh. Handl. B. 4, 1-911.
- MAHN, E.-G. (1965): Vegetationsaufbau und Standortverhältnisse der kontinental beeinflussten Xerothermrasengesellschaften Mitteldeutschlands. - Abh. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-Nat. Kl. 49, 1-138.
- MARGGI, W. (1992): Faunistik der Sandlaufkäfer und Laufkäfer der Schweiz (Cicindelidae & Carabidae) Coleoptera. Teil 1/Text. - Documenta Faunistica Helvetiae 13, 1-477.
- MEIßNER, A. (1998): Die Bedeutung der Raumstruktur für die Habitatwahl von Lauf- und Kurzflügelkäfern (Coleoptera: Carabidae, Staphylinidae). Freilandökologische und experimentelle Untersuchung einer Niedermoorzönose. - Diss. TU-Berlin, 184 S.
- MELBER, A. (1983): Calluna-Samen als Nahrungsquelle für Laufkäfer in einer nordwestdeutschen Sandheide (Col.: Carabidae). - Zool. Jb. Syst. 110, 87-95.
- MEYNEN, E. & J. SCHMITHÜSEN (Hrsg.) (1953-1962): Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands. - Selbstverlag Remagen, 1339 S.
- MÜLLER-MOTZFELD, G. (1995): Klimatisch bedingter Faunenwechsel am Beispiel der Laufkäfer (Coleoptera: Carabidae). - Angewandte Landschaftsökologie H. 4, 135-154.
- MÜLLER-MOTZFELD, G. (2004): Xerotherme Laufkäfer in Deutschland - Verbreitung und Gefährdung. - Angewandte Carabidologie, 27-44
- NETTMANN, H.-K. (1992): Zur Notwendigkeit regionalisierter Untersuchungen für den zoologischen Arten- und Biotopschutz. - Berichte aus der ökologischen Forschung 4 (Arten- und Biotopschutzforschung für Deutschland), 106-113.
- RAPP, O. (1933-35): Die Käfer Thüringens unter besonderer Berücksichtigung der faunistisch-ökologischen Geographie. Bd. I-III - Erfurt.
- SCHJØTZ-CHRISTENSEN, B. (1965): Biology and population studies of Carabidae of the Corynephorum. - Nat. Jut. 11, 5-173.
- SCHNITZER, P. H. (1998): Zur Laufkäferfauna ausgewählter Schwermetallrasen in Sachsen-Anhalt. - Angewandte Carabidologie 1, 73-82.
- SCHRÖDER, H. (1986): Allgemein-geographische Charakteristik der natürlichen Verhältnisse des südöstlichen Harzvorlandes. - Hercynia N.F. 23, 1-14.
- SCHULTZ, W. & O.-D. FINCH (1997): Ein Tierarten-Klassifizierungsverfahren als Basis für biototypenbezogene öko-faunistische Zustandsanalysen und Bewertungen. - Z. Ökologie u. Naturschutz 6, 151-168.
- SSYMANK, A., HAUKE, U., RÜCKRIEM, CH., SCHRÖDER, E. & D. MES-SER (1998): Das europäische Schutzgebietssystem NATURA 2000. BfN-Handbuch zur Umsetzung der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (92/43/EWG) und der Vogelschutzrichtlinie (79/409/EWG). - BfN, Bonn-Bad Godesberg, 560 S.
- SUNDERMEIER, A. (1999): Zur Vegetationsdichte der Xerothermrasen nordwestlich von Halle/Saale: Erfassungsmethoden, strukturelle Vegetationstypen und der Einfluss der Vegetationsdichte auf das reproduktive Potential von Xerothermrasenarten. - Diss. Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg (Diss. Bot. 316), 194 S.
- THIELE, H.-U. (1964): Experimentelle Untersuchungen über die Ursachen der Biotopbindung bei Carabiden. - Z. Morph. Ökol. Tiere 53, 387-452.
- THIELE, H.-U. (1977): Carabid beetles in their environments. - Springer Berlin Heidelberg New York, 369 S.
- TIETZE, F. (1972): Zur Ökologie, Soziologie und Phänologie der im Grünland lebenden Laufkäfer (Coleoptera - Carabidae). - Diss. Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg, 369 S.
- TROST, M. (2001): Zur Laufkäferfauna von Trockenwaldstandorten des Oberen Saalelets bei Saalfeld (Thüringen). - Angew. Carabidologie Suppl. II, 61-68.
- TURIN, H., ALDERS, K., DEN BOER, P. J., VAN ESSEN, S., HEIJERMAN, TH., LAANE, W. & E. PENTERMAN (1991): Ecological characterization of Carabid species (Coleoptera, Carabidae) in the Netherlands from thirty years of pitfall sampling. - Tijdschrift voor Entomologie 134, 279-304.
- TURIN, H.; HAECK, J. & R. HENGVELD (1977): Atlas of the carabid beetles of The Netherlands. - North-Holland Publishing Company Amsterdam, 228 S.
- WILMANN, O. (1987): Zur Verbindung von Pflanzensoziologie und Zoologie in der Biosoziologie. - Tuexenia 7, 3-12.
- ZUMPT, F. (1931): Die Koleopterenfauna des Steppenheidebiotops von Bellinchen (Oder) und Oderberg (Fauna marchica). Eine ökologisch-geographische Studie. - Bermuehler Lichterfelde, 363-449.

Anschrift des Verfassers

Martin TROST
Graefestraße 10
06110 Halle (S.)

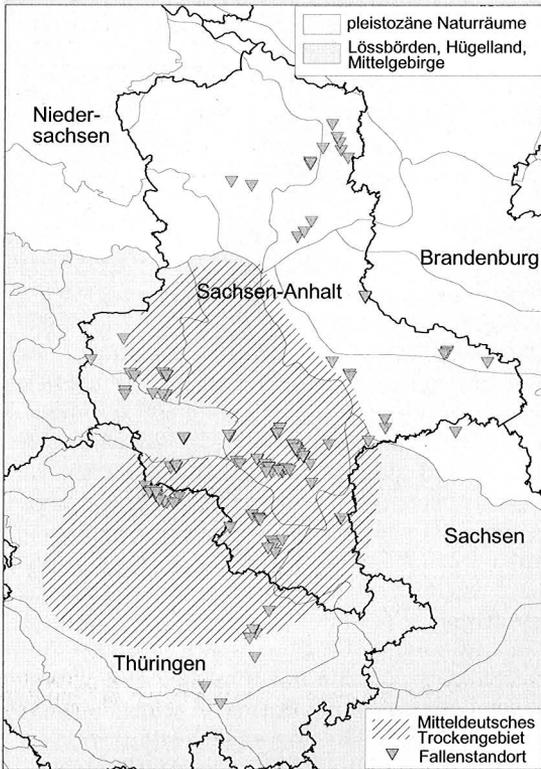


Abb. 1: Untersuchungsgebiet mit Landesgrenzen, Naturräumlichen Haupteinheiten nach SSYMANK et al. (1998), Grobabgrenzung des Mitteldeutschen Trockengebietes und Lage der Fallenstandorte.

stets nur auf wenige Flächen eines eingeschränkten Habitatspektrums.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, eine Gliederung der Carabidenzöosen und ihrer Lebensstätten in Mitteldeutschland mit besonderer Berücksichtigung Sachsen-Anhalts vorzunehmen. Dazu wurden anhand eines umfangreichen Datensatzes die Schwerpunkte und die Streuung der Arten in den verschiedenen Biotop- bzw. Vegetationstypen sowie hinsichtlich wesentlicher abiotischer Standortparameter ermittelt.

2 Untersuchungsgebiet

Im Mittelpunkt der Untersuchungen steht das mitteldeutsche Bundesland Sachsen-Anhalt. Ergänzend werden auch Untersuchungsflächen in den angrenzenden Ländern Thüringen, Sachsen und Brandenburg genauer betrachtet. Abb. 1 zeigt

die Landesgrenzen vor dem Hintergrund der naturräumlichen Haupteinheiten im Untersuchungsgebiet (MEYNEN & SCHMITHÜSEN 1953-1962; SSYMANK et al. 1998) sowie die Lage der Fallenstandorte. Das Untersuchungsgebiet befindet sich hauptsächlich in der kontinentalen Region und erstreckt sich vom Nordostdeutschen Tiefland bis in die Mittelgebirgsschwelle. Im Norden und Osten dominieren sandige Böden auf pleistozänem Untergrund (Moränen, Sander), nach Süden und Südwesten schließt sich der Lössgürtel (Bördelandschaften), das Hügelland und die Mittelgebirgsschwelle an. In Richtung Thüringer Becken bzw. Mittelgebirge treten bei bewegtem Relief zunehmend Festgesteine (Zechstein, Trias, Permokarbon, Devon) an die Oberfläche.

Die Jahresmittel der Lufttemperatur liegen im größten Teil des Untersuchungsgebiets zwischen 8 und 10 °C. Steil abfallende Gradienten der mittleren Temperaturen bilden sich an den Mittelgebirgen heraus. Entlang von tief eingeschnittenen Fluss- und Bachtälern können die höheren Temperaturen des Vorlandes jedoch bis weit in die Gebirge hineinreichen (z.B. Oberes Saaletal). Die Jahressummen der Niederschlagshöhe liegen überwiegend zwischen 500 und 600 mm, im Gebirge höher (Brocken >1600 mm). Im Mitteldeutschen Trockengebiet fallen Niederschläge um 500 mm/a mit einem Minimum bei den Mansfelder Seen, wo Aseleben im langjährigen Mittel (1901-1950) lediglich 429 mm Jahresniederschlag verzeichnet und somit einer der trockensten Orte Deutschlands ist (SCHRÖDER 1986). Der Kern des Mitteldeutschen Trockengebietes kommt nach MAHN (1965) den klimatischen Verhältnissen der kontinentalen Waldsteppegebiete nahe. Zur Peripherie des Mitteldeutschen Trockengebietes hin steigen die jährlichen Niederschläge an und die thermische Kontinentalität nimmt ab. Das atlantische Klimagebiet schließt sich im Nordwesten mit höheren Wintertemperaturen und Niederschlägen an.

3 Untersuchungsflächen und Methoden

Wegen der schwierigen Erfassbarkeit und Abgrenzbarkeit von Zoonosen orientieren sich bioökologische Arbeiten zweckmäßigerweise an vegetationskundlich-standörtlich definierbaren und im Gelände ansprechbaren Einheiten (KRATOCHWIL

1987; WILMANN 1987). Bei diesem Vorgehen wird mit gewisser Wahrscheinlichkeit auch eine definierbare Zoo-Taxozönose erfasst, es liegen homogene Habitatparameter vor, die Vergleichbarkeit mit anderen Untersuchungen und der Bezug für die meist habitatorientierte naturschutzfachliche Anwendung ist gewährleistet. Die Fallenstandorte wurden daher nach dem Kriterium der weitgehenden Homogenität der Vegetation und Standortbedingungen ausgewählt. Die Datengrundlage bilden Bodenfallenfänge in pflanzensoziologisch definierten Untersuchungsflächen, die sich mehrheitlich über eine zusammenhängende Fangzeit von mindestens 12 Monaten bei wenigstens 6 Fallen pro Fallenreihe erstreckten. Sonstige Artnachweise am Fallenstandort gingen ergänzend mit ein. Der überwiegende Teil der Fänge wurde in den letzten 10 Jahren durchgeführt, länger zurückliegende Fänge anderer Autoren wurden wenn möglich einbezogen. Um eine quantitative Vergleichbarkeit zu ermöglichen wurden die Fänge normiert auf Individuen/6 Fallen und Jahr.

Zur Kennzeichnung der Vegetation wurden Vegetationsaufnahmen angefertigt. Die Deckungswerte wurden geschätzt, als Bodenmächtigkeit der Mittelwert aus Bohrstockproben verwendet und die Bodenartenuntergruppe (Korngrößenverhältnis) mittels Fingerprobe festgestellt. Die Berechnung der Zeigerwerte der Vegetation erfolgte anhand der Angaben von FRANK & KLOTZ (1988), die Durchschnittswerte der Messtischblätter stammen aus KORSCH (1999). Sonstige naturräumliche Angaben wurden entsprechenden Kartenwerken entnommen.

Da sich Gemeinschaften nur durch Unterscheidung voneinander definieren lassen, wurden auch Nicht-Xerothermhabitats mit betrachtet. Tabelle 1 führt die untersuchten Vegetationstypen auf, Abb. 1 zeigt die Verteilung der Fallenstandorte.

Die Carabidengemeinschaften werden über charakteristische Kombinationen von Leitarten definiert. Leitarten weisen in einer oder in wenigen Gemeinschaften (Lebensräumen) einen deutlichen Schwerpunkt ihres Vorkommens auf. Sie erreichen in dieser Gemeinschaft i.d.R. höhere Stetigkeiten und meist, aber nicht unbedingt immer, höhere (Aktivitäts-)Abundanzen als in anderen Gemeinschaften. Sie finden in den von ihnen präferierten Lebensräumen die von ihnen benötigten Ressourcen und Requisiten wesentlich häufiger und regel-

Tab. 1: Biotoptyp bzw. Vegetationstyp (pflanzensoziologischer Verband) und Anzahl der Fallenstandorte.

Biotoptyp-/Vegetationstyp	Fallenstandorte
Xerothermbiotope	
Heidekraut-Heiden, Zwergstrauchheiden - Genistion BÖCH.	30
Silbergrasfluren, Sandpionierassen - Corynephonion canescens KLIKA	14
ausdauernde Sandtrockenrasen - Armerion elongatae KRAUSCH	12
Blauschwingel-Felsfluren - Festucion pallentis KLIKA em. KORNECK	17
Kontinentale Trockenrasen, Federgrasrasen - Festucion valesiacae KLIKA	13
Submediterrane (Kalk-) Trockenrasen - Xerobromion (BR.-BL. et MOOR)	12
Submediterrane und subkontinentale Halbtrockenrasen - Cirsio-Brachypodium HADAC et KLIKA / Mesobromion (BR.-BL. et MOOR) KNAPP	44
Thermophile Säume - Geranium sanguinei TX.	1
Schwermetallrasen - Armerion halleri ERNST	3
Trockenwälder - Quercion robori-petraeae BR.-BL.	1
xerotherme Ruderal- und Segetalgesellschaften (div. Verbände)	31
nicht-xerotherme Biotope	
frische bis nasse Offenlandstandorte	68
Wälder	130

mäßiger vor, als in allen anderen Lebensräumen (vgl. FLADE 1994; KRATOCHWIL & SCHWABE 2001).

Zur Ermittlung der Schwerpunkte der Arten in bestimmten Habitats bzw. bei bestimmten Standortparametern kamen in erster Linie Korrespondenzanalysen (JONGMAN et al. 1987), Korrelationen von Aktivitätsdichten und Standortfaktoren sowie tabellarischer Vergleich auf der Basis von Stetigkeiten und Aktivitätsdichten (Repräsentanz) zur Anwendung. Ein Schwerpunkt in einem Habitat wird pragmatisch dann gesehen, wenn die Stetigkeit mindestens 1,5 bis 2 mal so hoch bzw. die mittlere Aktivitätsdichte mindestens 1,5 bis 2 mal so hoch wie in jedem der anderen betrachteten Habitattypen ist. Wenn nicht beide Kriterien gleichzeitig erfüllt sind, muss eine differenzierte Betrachtung der Fangdaten unter Abwägung weiterer Informationen (Literaturangaben etc.) erfolgen. Als Alternative hätten umfangreiche quantitative Kriterienkataloge (vgl. SCHULTZ & FINCH 1997) verwendet werden müssen, die die Praktikabilität und Transparenz der Zuordnung nicht erhöhen. Bei einigen Arten bleiben Schwerpunkte undeutlich (z.B. *Calathus fuscipes*, *Harpalus tardus*) (Tab. 3).

Die Auswertung der Daten wurde in einer bestimmte Abfolge vorgenommen, wobei das Gesamtverfahren jedoch stark synoptisch ist: zuerst wurden die dominierenden differenzierenden Faktoren gesucht, dann die Präferenzen der Arten in diesen Faktorengradienten ermittelt und darauf aufbauend regionale Habitatpräferenztypen gebildet und Gemeinschaften mit charakteristischen Artenkombinationen abgegrenzt.

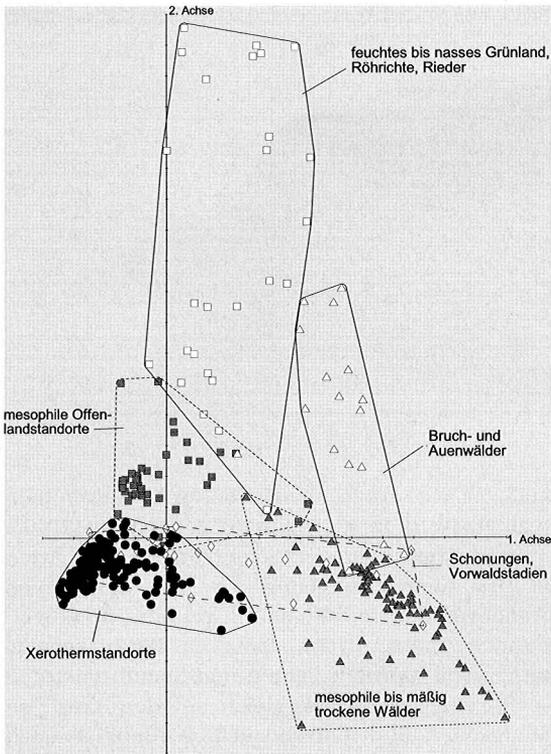


Abb. 2: Korrespondenzanalyse (CA) des Gesamtdatensatzes aus Xerothermbiotopen, frischen bis nassen Offenlandbiotopen und Waldgesellschaften.

4 Ergebnisse und Diskussion

4.1 Abgrenzung der Xerothermhabitats von anderen Habitats

Zum Vergleich der Carabidenbestände xerothermer und nicht-xerothermer Standorte kam zunächst eine Korrespondenzanalyse (CA) zur Anwendung. Im Diagramm (Abb. 2) werden zwei dominierende Grundtendenzen deutlich.

- der vor allem im frischen und trockenen, weniger im feuchten Bereich ausgeprägte Gegensatz zwischen den Carabidenbeständen von Wald- und Offenlandstandorten (erste CA-Achse) und
- der Gegensatz zwischen den Carabidenbeständen von grundwasserfernen, mehr oder weniger trockenen Standorten und feuchten bis nassen Standorten (zweite CA-Achse).

Damit wird die seit langem gebräuchliche Grobklassifizierung der Carabiden in Waldarten und Feldarten und die Aussage, dass Licht und Feuchtigkeit dominierende Faktoren der Habitatbindung

sind (THIELE 1964, 1977), im Grundsatz bestätigt.

Die Carabidenvergesellschaftungen xerothermer Vegetations- und Standorttypen erscheinen als Gruppe statistisch deutlich abgegrenzt von den wärmegetönten, den mesophilen und den feuchten Wäldern, von den mesophilen und feuchten Grünlandgesellschaften, den Röhricht- und Riedern sowie von den Ruderal- und Segetalgesellschaften frischer Standorte. Es bestehen jedoch zwischen xerothermen und nicht-xerothermen Habitats Übergänge in den Artenbeständen. Die stark gestörten bzw. sehr offenen Gehölzsukzessionsstadien (Kahlschläge, Schonungen, kleinflächige Gebüsche) sind in der CA weit über die Wälder und Xerothermhabitats verteilt.

Folgende Xerothermhabitats lassen sich anhand ihres Carabideninventars von den anderen Habitattypen abgrenzen:

- Xerothermrassen einschl. xerothermer Saumvegetation sowie trockenen *Calluna*-Heiden,
- offene Bereiche innerhalb von Trockenwaldkomplexen (Waldgrenzstandorte),
- Ruderal- und Segetalvegetation trocken-warmer Standorte,
- offene, i.d.R. junge Wald-Sukzessionsstadien auf trockenen Standorten (Kahlschläge, Vorwälder etc.).

In diesen Xerothermhabitats besitzen nach gegenwärtigem Bearbeitungsstand 98 Arten einen Schwerpunkt, sowie weitere 21 Arten, die nicht im Datensatz enthalten sind. Die Carabidenvergesellschaftung weist eine charakteristische Artenkombination auf, die zahlreiche Leitarten für Xerothermhabitats mit enger Habitatbindung enthält. Die Arten der Xerothermhabitats sind vollständig in Tab. 3 enthalten.

Neben den Arten mit Schwerpunkt in Xerothermhabitats wurden folgende Habitatpräferenztypen unterschieden: eurytome Arten ohne deutlichen Schwerpunkt in Wäldern oder im Offenland, Offenlandarten ohne deutlichen Schwerpunkt, Arten der mesophilen (frischen) Offenlandhabitats, Arten der feuchten bis nassen Offenlandhabitats, Ufer sowie Feuchtwälder und Arten der mesophilen bis mäßig trockenen Wälder.

4.2 Differenzierung innerhalb der Xerothermhabitats

Zur weiteren Differenzierung der Carabidenfauna

wurden alle Nicht-Xerothermhabitats sowie die nicht ausreichend untersuchten Gehölzsukzessionsstadien ausgeschlossen. Der weiter verwendete Datensatz enthält Xerothermrassen, trockene *Calluna*-Heiden, offene Bereiche in Trockenwaldkomplexen sowie die xerotherme Ruderal- und Segetalvegetation.

Die bei der CA des Gesamtdatensatzes noch als homogene Gruppe erscheinenden Xerothermhabitats sind nunmehr deutlich aufgegliedert. Die Extrema werden von Sandtrockenrasen und Sandheiden auf der einen Seite sowie Xerobromion-, Geranion sanguinei- und Halbtrockenrasengesellschaften der Kalkstandorte auf der anderen Seite gebildet (Abb. 3). Als dominierende Tendenz wird hiermit, verallgemeinert ausgedrückt, der Unterschied zwischen Xerothermhabitats auf sauren Sandböden sowie Xerothermrassen auf mehr oder weniger bindigen, kalkbeeinflussten Böden herausgestellt. Die Korrelation der ersten CA-Achse mit den erhobenen Umweltparametern sichert diesen Zusammenhang: es besteht eine hochsignifikante positive Korrelation mit dem Sandgehalt, eine negative Korrelation mit der Bindigkeit des Bodens bzw. mit dem Schluff- und vor allem Tongehalt und eine negative Korrelation mit der Reaktionszahl (Kalkgehalt) (Abb. 4). Abbildung 5 zeigt die Verteilung der Bodenbindigkeit im CA-Plot der Standorte.

Auf der zweiten CA-Achse dominiert der faunistische Unterschied zwischen den Habitats des Mitteldeutschen Trockengebietes einerseits sowie den weniger kontinental beeinflussten und thermisch begünstigten Habitats im Tiefland sowie den montan gelegenen Untersuchungsflächen. Das obere Extrem der zweiten Achse wird von Untersuchungsflächen im Harz und in submontan/montanen Bereichen des Saaletales gebildet, die einen höheren Anteil von montan verbreiteten Arten (vielfach zugleich Waldarten) aufweisen. Untersuchungsflächen im stärker kontinental beeinflussten Wärmegebiet erscheinen am unteren Ende der zweiten Achse (Abb. 6).

Jedoch spielen Kolinearitäten der Faktoren eine große Rolle – kausale Schlüsse bzgl. Einzelfaktoren anhand dieser Daten sind dementsprechend problematisch. Korreliert sind z.B. Hangneigung, Höhenlage, Mächtigkeit des Feinbodens und Reaktionszahl (Kalkgehalt) mit den Kornfraktionen des Bodens. Die Temperaturzahl und die Kontinentalitätszahl sind nicht nur von standortgebundenen Ei-

genschaften (Vegetationsstruktur, Mikroklima etc.), sondern auch von großräumig wirksamen Bedingungen in einem bestimmten Naturraum abhängig. So weist z.B. die Korrelation von Kontinentalitätszahl und Reaktionszahl (Kalkgehalt) sowohl auf thermische Eigenschaften von Kalkböden als auf das zufällige Zusammenfallen von Kalkböden mit einem regional-klimatischen Trockengebiet hin.

Diese Korrelationen sind nicht allein standörtlich sondern in erster Linie naturräumlich-regional zu interpretieren. Es bestehen regional typische Faktorenkombinationen, die aus dem unterschiedlichen Charakter der Naturräume resultieren und in ihrer Wirkung schwer in Einzelkomponenten aufzutrennen sind. Gleichzeitig mit der standörtlichen setzt sich eine naturräumlich-regionale Differenzierung durch, was verdeutlicht wird, wenn man die naturräumlichen Haupteinheiten in der CA abträgt (Abb. 7). Dem Klima kommt bei den regionalen Unterschieden eine besondere Bedeutung zu.

Die Differenzierung nach der Bodenart setzt sich als dominierender Gradient auch innerhalb einzelner naturräumlicher Haupteinheiten, also unter klimatisch homogenen Bedingungen durch, sofern dort die verschiedenen Bodenarten nebeneinander existieren. Dies ist z.B. im Nördlichen Harzvorland (D33) und im Östlichen Harzvorland (D20) der Fall, wo sich die verschiedenen Standort- bzw. Vegetationstypen (Sandpionierassen, Heiden, Halbtrockenrasen, Kalktrockenrasen etc.) in einem Naturraum mit relativ einheitlichen Gesamtbedingungen einschließlich des Klimas befinden. Auf die große Bedeutung der Korngröße des Substrates für Habitatwahl und Verbreitung der Carabidenarten wies bereits LINDROTH (1949) hin.

Zwischen Vegetationstyp und Carabidenvergesellschaftungen bestehen deutliche Parallelen (Abb. 2). Mitunter reagieren allerdings die Carabidenbestände stark auf die Variation der Standorteigenschaften, ohne dass sich letztere in gleichem Umfang in den vegetationskundlichen Einheiten niederschlagen. So können Standorte desselben Vegetationstyps (z.B. *Festucion pallentis*- oder *Mesobromion*-Gesellschaften) auf bindigen und nichtbindigen Böden klar unterscheidbare Carabideninventare aufweisen.

Die Vegetationsstruktur, repräsentiert durch die Vegetationsdeckung, die innerhalb Xerothermhabitats stark variiert, ist hier nicht signifikant mit der ersten oder zweiten CA-Achse korreliert, da

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Angewandte Carabidologie](#)

Jahr/Year: 2004

Band/Volume: [Supp_3](#)

Autor(en)/Author(s): Trost Martin

Artikel/Article: [Differenzierung der Carabidenfauna mitteldeutscher Xerothermhabitate mit besonderer Berücksichtigung Sachsen-Anhalt 95-114](#)