

## Zum Auftreten und zur Entwicklung von *Spinotarsus caboverdus* PIERRARD (1987) (Diplopoda: Odontopygidae) auf den Kapverden

### Occurrence and development of *Spinotarsus caboverdus* PIERRARD (1987) (Diplopoda: Odontopygidae) on Cape Verde

NASCIMENTO, B., SERMANN, H., BÜTTNER, C.

Humboldt- Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich- Gärtnerische Fakultät, Institut für Gartenbauwissenschaften, FG Phytomedizin

#### Zusammenfassung

*Spinotarsus caboverdus* gehört zu den ökonomisch wichtigsten Schädlingen auf den Kapverden. Das Auftreten der Art in hohen Populationsdichten führt zu sehr starken Ernteverlusten und darüber hinaus zu hygienischen Problemen im Wohnbereich. Auf der Insel Santo Antão treten die aktiven Stadien ganzjährig auf, mit einem Höhepunkt von Juni bis Oktober. Es wurden keine effektiven Prädatoren oder Parasiten gefunden. Unter Laborbedingungen erreichten die Adulten eine Lebensdauer bis zu 8 Monaten. Bei konstanten Temperatur- und Nahrungsbedingungen dauerte ein Entwicklungszyklus vom Ei bis zum geschlechtsreifen adulten Tier 7 Monate.

**Stichwörter:** Tausendfüßer, *Spinotarsus caboverdus*, Biologie, Verhalten, Entwicklung

#### Summary

*Spinotarsus caboverdus* is the economically most important pest in Cape Verde. The epidemic occurrence leads to a very high loss of harvest yields and to hygienic problems in residential areas. Under the natural conditions of the Island Santo Antão the active stages are present throughout the whole year with a culmination of adults from June to October. No effective predator or parasite was found. Under laboratory conditions of constant temperature and food, the adults live 8 months. The whole development cycle from egg to sexually mature adult takes 7 months.

**Key words:** millipedes, *Spinotarsus caboverdus*, biology, behaviour, development

#### Einleitung

*S. caboverdus* wurde 1969 auf die Insel Santo Antão (Kapverden) eingeschleppt. Die Erstbeschreibung dieser Art erfolgte durch PIERRARD erst im Jahre 1987. Die Art hat

sich auf der Insel durch die wirtschaftlichen Aktivitäten schnell verbreitet und entwickelte sich zum bedeutendsten Schädling vieler für die Einwohner wichtiger Kulturarten (NEVES et al., 1993). Die Fraßschäden sind ganzjährig zu beobachten. Sie entstehen an Kartoffel- und Süßkartoffelknollen, Mais- und Bohnenkeimlingen sowie an Früchten wie Papaya, Mango und Brotfrucht, sobald sie zu Boden fallen. *S. caboverdus* gelangt lokal in großer Zahl auch in die Häuser. Auf Grund des hohen Schadmaßes an den Kulturen als auch der Belästigung im Wohnbereich der Menschen ist eine Dezimierung der Population unbedingt notwendig. Im Vorfeld der Erarbeitung einer wirksamen Regulierungsstrategie wurden bei Untersuchungen im Labor und auf den Feldern von Santo Antão Daten zur Entwicklung und Ökologie der Art zusammengetragen.

## Material und Methoden

Die Untersuchungen zu den einzelnen Stadien des Tausendfüßers erfolgten im Labor in Berlin. Die Populationsdynamik und Lebensweise sowie das Verhalten wurden auf den Feldern der Insel Santo Antão untersucht.

Die Untersuchungen im Labor erfolgten im Insektarium bei einer Temperatur von 22-26°C, einer relativen Luftfeuchtigkeit von 50-80% und 12 h Belichtung. Die Tausendfüßer wurden in größeren Gruppen in Terrarien mit verschiedenen Erdsubstraten (Komposterde, Kakteensubstrat, Erde von Santo Antão) gehalten. Innerhalb der Käfige wurden Zonen verschiedener Substratfeuchte angeboten.

Versuche zur Lebensweise der einzelnen Stadien erfolgten paarweise in Petrischalen. Dazu waren die Petrischalen mit feuchtem Filterpapier ausgelegt und zur Luftzirkulation mit Gaze abgedeckt. Für die Versuche zur Eiablage wurde jeweils ein geschlechtsreifes Pärchen in ein Glasröhrchen (. 2,5 cm) mit autoklavierter Erde von Santo Antão gesetzt. Als Nahrung wurden jeweils verschiedene Gemüse und Fruchtarten angeboten. Die Versorgung der Tiere und die Datenerfassung zur Entwicklung und Eiablage erfolgte regelmäßig alle zwei Tage.

Die Untersuchungen auf Santo Antão fanden auf den terrassierten Feldern der Bauern oder deren Umland statt. Auf der Insel werden ganzjährig, Tag und Nacht Temperaturen zwischen 22° und 30°C gemessen, die Luftfeuchtigkeit beträgt 40-60% und an 350 Tagen scheint die Sonne. Der Niederschlag ist unregelmäßig. Normalerweise treten zwei Jahreszeiten auf, der Zeitraum mit Regen von August bis Oktober und die Trockenperiode in den restlichen Monaten des Jahres. Der Regen kann aber auch mehrere Jahre fast völlig ausbleiben. Das langjährige Niederschlagsmittel für den regenreichsten Monat September beträgt 29 mm und fällt innerhalb von nur 2 Tagen (Stat. Bundesamt, 1990).

An ausgewählten Standorten wurden zu verschiedenen Jahreszeiten Auszählungen zum Schadmaß und zum Alterstatus der Population vorgenommen. Hierfür wurden je Kultur und Standort an mindestens 10 Pflanzen der Schadort (Wurzel, Wurzelhalsbereich, Blätter) und das Schadmaß (ohne Schaden, vereinzelter Schaden, großflächiger Schaden) erfasst. Außerdem wurde die Anzahl, das Entwicklungsstadium und bei Adulten das Geschlecht der Individuen pro Pflanze festgestellt. Stichprobenartig wurde von einzelnen Exemplaren die Länge, Anzahl der Segmente und das Gewicht ermittelt. Zum Wanderverhalten der Tiere wurden in stündlichem Abstand die Anzahl der wandernden Tiere erfasst sowie ihr Alter und Geschlecht festgestellt.

## Ergebnisse - Schadbild

Tausendfüßer sind lichtscheue Bodenbewohner und fressen daher im Verborgenen am oder im Boden, meist nachts und vor allem im Wurzelbereich. Besonders hoch ist das Schadmaß in den Trockenzeiten.

Auf Santo Antão waren z. B. bei Mais und Bohnen im Wurzelbereich die dünnen Wurzeln angefressen bzw. abgebissen oder auch der Wurzelhals angenagt. An den am Boden liegenden Erntegut waren Bohrlöcher zu erkennen, die von einzelnen Tieren bis ins Innere (bei Kartoffeln) angelegt waren (Abb. 1) oder es entstanden durch Aggregation vieler Tiere (bei Mango und Papaya) (Abb. 2) großflächige Fraßschäden. In vielen Fällen verursachten nachfolgende Pathogene einen vollständigen Ernteverlust.



Abb. 1



Abb. 2

Abb. 1 Bohrlöcher durch *S. caboverdus* an Kartoffelknollen

Abb. 2 Aggregation von *S. caboverdus* an einer Mangofrucht

Außerdem wurden geschädigte Keimlinge z. B. von Mais und Buschbohnen erfasst, die nicht auf gelaufen waren, oder später umfielen und vertrockneten.

Es zeigte sich, dass die Tausendfüßer auch an oberirdischen, vegetativen Organen fressen. Dabei sind Fraßlöcher an den Blättern und besonders an den Keimblättern zu beobachten. Die älteren juvenilen Stadien schädigen durch ihren anhaltenden Fraß am Wurzelhals und an den stärkeren Wurzeln der Maispflanzen und verhindern damit auch bei älteren Pflanzen ein normales Wachstum.

## Erste Entwicklungsdaten von *S. caboverdus*

### Adulte, geschlechtsreife Tiere

*S. caboverdus* ist getrenntgeschlechtlich und hat eine geschlechtliche Fortpflanzungsform. Weibchen und Männchen unterscheiden sich nur geringfügig. Die reifen Weibchen sind im Durchschnitt 3 mm länger und etwa 0,2 mg schwerer als die Männchen. Beide Geschlechter verfügen im Durchschnitt über jeweils 67 Körperringe (Tab. 1).

Tab. 1 Morphologische Parameter der Weibchen und Männchen von *S. caboverdus*

	n	Länge in mm			Gewicht in mg			Anzahl der Körperringe		
		$\bar{x}$	Min	Max.	$\bar{x}$	Min.	Max.	$\bar{x}$	Min.	Max.
Weibchen	20	36	33	42	0,95	0,801	1,181	68	64	71
Männchen	20	33	28	35	0,71	0,505	0,904	67	65	70

Die Männchen von *S. caboverdus* lassen sich von den Weibchen gut anhand der Gonopoden unterscheiden, die sie anstelle der beiden Beinpaare am 7. Segment haben. Das Zusammenfinden der Männchen und Weibchen von *S. caboverdus* war in den Untersuchungen rein zufällig. Ein auslösender abiotischer Faktor oder Attraktivstoffe, konnten bisher nicht erkannt werden. Bei der Kopulation windet sich das männliche Tier in spezifischer Art spiralförmig um das Weibchen. Der Kopulationsvorgang kann bis zu 40 Minuten dauern. Die Beobachtungen ergaben, dass die Weibchen mehrfach, auch in kurzen Abständen wiederholt kopulieren können. Die Adulten erreichten unter Laborbedingungen bei gleichmäßiger Ernährungs- und Klimasituation eine Lebensdauer von bis zu 8 Monaten.

### Juvenilentwicklung

Nach der Kopulation legen die Weibchen von *S. caboverdus* im Boden ovale (1,0 x 0,8 mm), weiße dotterreiche Eier ab. Jedes Ei wird einzeln durch Verkleben der Bodenpartikel in eine stabile Erdkapsel eingeschlossen (Abb. 3).

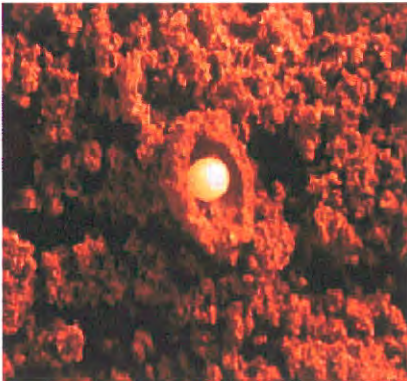


Abb. 3 Ei von *S. caboverdus* in geöffneten Erdkapsel



Abb. 4 Stadium II von *S. caboverdus*

Die embryonale Entwicklung dauert in dieser Erdkapsel unter Laborbedingungen bei 23°C ca. 22 Tage. Am Ende der Embryonalentwicklung sind durch die Eihaut schon

die Körperringe des sogenannten Pupoid-Stadiums zu sehen. Infolge des Wachstums der Tiere reißt die Eihülle auf, ohne dass das Jungtier diese verlässt.

Auch die Juvenilstadien I und II verbleiben noch im Schutz der Eihülle (Abb. 4) und der Erdkapsel und ernähren sich von dem Nahrungsdottervorrat (Tab. 2). Erst das Stadium III verlässt dann die Erdkapsel und hält sich frei im Boden auf. Es ist somit das erste aktive Stadium in der Jugendentwicklung von *S. caboverdus*.

In der Laborzucht waren stets 10 juvenile Stadien zu differenzieren.

Tab. 2 Aussehen, Größe, Entwicklungsdauer und Nahrung juveniler Stadien von *S. caboverdus* (n=500)

Stadium	Farbe	Länge (mm)	Anzahl der Körper-Ringe	Anzahl der Ocelli	Dauer bei 22-23°C (Wochen) (n=20)	Nahrung
Stadium I	weiß	2	8	0	1	Dotter
Stadium II bis III	weiß	2,5 - 4,0	11 - 16	1 - 2	3	Dotter, tote organische Substanz
Stadium IV bis VI	weiß	4,5 - 8,0	26 - 41	3 - 10	10	tote organische Substanz und lebende Pflanzenteile
Stadium VII bis letztes Juvenil-Stadium	weiß bis hellbraun	11,0-19,0	45 - 66	15 - 27	13	lebende Pflanzenteile auch tote organische Substanz

*S. caboverdus* bevorzugt für den Häutungsvorgang trockenes mineralisches Erds substrat, in dem die Juvenilen in 2 cm Tiefe eine Häutungskammer anlegen. Nach der Häutung frisst das Individuum seine Häutungsreste und verlässt die Kammer. Der gesamte Stadienwechsel dauert 1 bis 2 Wochen. Dabei verlaufen die Häutungen der kleinen Stadien in kürzeren regelmäßigen Abständen und schneller, als bei den älteren Juvenilen.

Die Entwicklung vom Ei bis zum adulten Tier verlief unter den günstigen Bedingungen der Laborzucht kontinuierlich und dauerte insgesamt 7 Monate.

### Auftreten auf Santo Antão

Die ältesten juvenilen Stadien sowie die Adulten von *S. caboverdus* sind besonders von Juni bis August auffällig, weil sie sich auf den Feldern um eine minimale Feuchtigkeitsquelle, wie z. B. eine Mango- oder Papayafrucht in hohen Aggregationen versammeln. Sie überdauern so die Trockenzeit bis zum Regen im September.

In dieser Zeit gelangen die Tausendfüßer auf ihren nächtlichen Wanderungen in großer Zahl auch in die Häuser und Wohnbereiche. Auf der Suche nach Schutz vor Hitze und Trockenheit verstecken sie sich in diesen und belästigen nachts die Bewohner.

Die Kopulation der geschlechtsreifen Tiere konnte im Feld nur sehr selten beobachtet werden, weil sie im Schutz von Pflanzenbewuchs stattfand.

Die Weibchen bohren sich zur Eiablage in den Boden ein. Die Erdkapseln mit jeweils einem Ei wurden in feuchtem Boden in etwa 8 cm Tiefe aufgefunden. Die Funde bestätigen damit die Laborergebnisse zur Eiablage.

Die ersten drei Stadien der Juvenilen konnten bei den Populationsanalysen weder auf der Wanderschaft noch an den Pflanzen fressend nachgewiesen werden.

Erst die älteren Entwicklungsstadien (ab Stadium IV) wurden regelmäßig an den Pflanzen und auf der nächtlichen Wanderschaft festgestellt. Im Frühjahr sind sie mit einem Anteil von über 50% häufiger als die adulten Tausendfüßer (Abb.5).

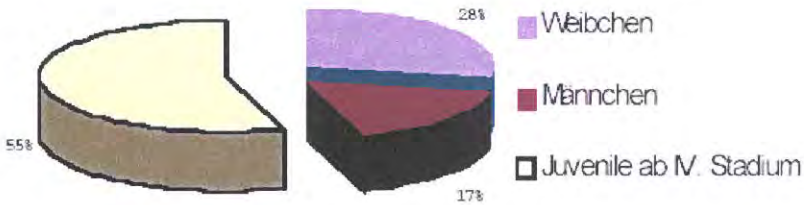


Abb. 5 Altersstruktur der wandernden Entwicklungsstadien von *S. caboverdus* (in %) am Ende der täglichen Aktivitätsphase gegen 7 Uhr morgens am Bewässerungskanal (März 2003) auf Santo Antão

Ab dem Stadium IV werden die Juvenilen auch regelmäßig an der Pflanze nachgewiesen und treten als Pflanzenschädling in Erscheinung (Tab.3).

Die ältesten juvenilen Stadien (Stadien VII-X) sind ebenso wie die adulten Tiere an der Bodenoberfläche im dichten Pflanzenbestand und an Mango-, Papaya- oder Brotfrüchten anzutreffen. Auf diese Weise werden sie mit dem Nahrungsgut passiv verbreitet.

Tab. 3 Altersstruktur (Anzahl Tiere pro Pflanze/Frucht/Blüte) der Population von *S. caboverdus* an ausgewählten Kulturpflanzen auf bewässerten Feldern (März/April 2003) auf Santo Antão

Für das ungebremste Auftreten von *S. caboverdus* auf der Insel Santo Antão sind offensichtlich mehrere Umstände verantwortlich. Die gleichmäßigen Temperaturen sowie die speziellen Bodenverhältnisse der Insel sind vorteilhaft für die Entwicklung der Tiere. Außerdem befähigt eine hohe Mobilität die Adulten in kurzer Zeit den Aufenthaltsort zu wechseln und an geeignetere Plätze für die Nahrungsaufnahme Fortpflanzung zu gelangen.

Neben diesen direkt fördernden Einflussgrößen garantiert auch das geringe Gegenspielerpotential eine hohe Überlebensrate der Population und trägt zu dem dauerhaften Massenaufreten der Art auf der Insel bei.

## Literatur

BRITO, M. J.: The millipede of Santo Antão, *Spinotarsus caboverdus*: survey for pathogenic microorganisms, bioassay tests of fungal pathogens against *S. caboverdus* and *Melanoplus sanguinipes*. – Montana State University, Bozeman – Montana, USA, 1994.

CARREL, J. E.: Chemical defense in the pill millipede *Glomeris marginata* In: A. Minelli [ed.], Proceedings of the 7th Intern. Congr. of Myriapodology. E. J. Brill, Leiden, pp.157-164, 1990.

DELGADO, N., SILVA, E.: Santo Antão millipedes control project. Ministerio de Desenvolvimento Rural e Pescas, pp 1-16, 1991.

HOPKIN, S.P., READ, H.J.: The biology of millipedes.- Oxford University Press, New York, 1992.

JOLIVET, P.: Le Millepatte de Santo Antão (Iles du Cap Vert) ou comment une espèce in offensive peut devenir un ravageur! -L'Entomologiste 42(1), 45-56, 1986.

KRAUS, O.: Phylogenie, Chronologie und Systematik der Odontopygoideen (Diplopoda, Spirostreptomorpha). Abhandl. Senckenberg. Naturf. Gesellsch. Frankfurt a. M. 512: 1-143, 1966.

MCKILLUP, S. C., van HARTEN, A., NEVES, A. M.: Assessment of a Rhabditid nematode, *Rhabditis necronema* Sudhaus and Schulte, as a biological control agent against the millipede *Spinotarsus caboverdus* Pierrard in the Cape Verde Islands, West Africa J. Appl. Entomol. 111, 506-513, 1991.

NEVES A.M., van HARTEN A., MCKILLUP S.C.: The Millipede *Spinotarsus caboverdus* PIERRARD (Diplopoda, Odontopygidae), an Important Pest of Agricultural Crops on the Island of S. Antao.- Cour. Forsch.- Inst. Senckenberg, 159, 327-334, 1993.

PIERRARD, G.: Un Odontopygidae (Diplopoda) nouveau nuisible aux cultures vivrières, au Cap Vert.- Revue Zool. Afr. 101, 473-477, 1987.

SUDHAUS, W.: mündliche Mitteilung, 2002.

Statistisches Bundesamt.- Länderbericht Kap Verde, Verlag Metzler-Poeschel Stuttgart, 1990.

der adulte Tausendfüßer im Vergleich zu anderen terrestrischen Arthropoden als langlebig bezeichnet. Welche Zeitspanne der Lebensdauer zur Reproduktion genutzt wird und wie hoch die Eizahl pro Weibchen von *S. caboverdus* ist, muss in weiteren Untersuchungen noch ermittelt werden.

Ein spezieller Auslöser für das Zusammenfinden von Männchen und Weibchen hat sich weder auf Santo Antão noch im Labor finden lassen. Es gibt kein Anzeichen auf eine Anlockung der Geschlechter durch Attraktivstoffe, wie das von HOPKIN und READ (1992) allgemein für Tausendfüßer angegeben wird.

Sowohl im Labor als auch auf den Feldern von Santo Antão wurden die einzeln in einer Erdkapsel eingeschlossenen Eier von *S. caboverdus* nachgewiesen. Diese Vorgehensweise der Weibchen bei der Eiablage weicht von der anderer Tausendfüßer ab, die mehrere Eier in größeren Nestern zusammen einschließen (HOPKIN und READ, 1992). Ob sich diese Eiablageart positiv auf die Überlebenschancen der Population auswirkt, konnte bisher noch nicht geklärt werden.

In den Untersuchungen zur Stadienabfolge konnten 10 juvenile Stadien differenziert werden. Obwohl BRITO (1994) von 15 Stadien berichtet, können die Ergebnisse der zahlreichen Proben aus drei Untersuchungsjahren als ein sicherer Beleg für die von uns ermittelte Anzahl angesehen werden.

Die Juvenilen ab dem III. Stadium und die Adulten von *S. caboverdus* verfügen über eine sehr stark ausgeprägte horizontale Wanderfähigkeit. Das ist nicht für alle Diplopoden typisch (HOPKIN und READ, 1992). Bisher konnte nicht geklärt werden, welche Faktoren bei *S. caboverdus* die nächtlichen Aktivitäten auslösen und in welchem Maß diese die Populationsdynamik beeinflussen.

Die bisher vorliegenden Ergebnisse gestatten noch keine abschließende Angabe der Generationsfolge. Dennoch verweisen die Lebensdaten der Juvenilen und Adulten aus der Laborzucht auf die Annahme, dass *S. caboverdus* eine Generation pro Jahr auf Santo Antão hat. Diese Annahme wird in weiteren Arbeiten mit den Daten aus dem Lebensumfeld der Art zu ergänzen sein.

In den Erhebungen von Santo Antão zeigte sich ein sehr geringes Gegenspielerpotential. Eine räuberische Aktivität konnte nur für eine Krötenart nachgewiesen werden. Offensichtlich sind die Tausendfüßer aber wenig attraktiv, da die Verzehraleistung sehr gering war. Als mögliche Ursache hierfür sind die unverdauliche Außenhülle der wandernden Stadien sowie das Ausscheiden abschreckender Stoffe über das Integument zu nennen (HOPKIN und READ, 1992).

In dem wandernden Teil der Population wurde nach möglichen parasitischen Organismen wie entomopathogene Pilze oder Nematoden gesucht. Die eingetragenen Tierproben enthielten nur eine sehr geringe Anzahl kranker Tiere. Für die gewonnenen Isolate konnten jedoch keine eindeutigen parasitischen Wirkungen bei den Tausendfüßern nachgewiesen werden. Als Bestätigung hierfür ist auch der Verweis von BRITO (1994) anzusehen, der bei einer gezielten Suche an wandernden Stadien überhaupt keine entomopathogenen Pilze isolieren konnte.

Diese von Gegenspielern ungestörten Lebensbedingungen sind für eine eingeschleppte Art typisch (MCKILLUP et al., 1991). Das ist sicher ein Grund, weshalb die Populationsdichte von *S. caboverdus* in den zurückliegenden Jahren stetig ansteigen konnte. Ob die Eier und ersten Juvenilstadien, die schwer zu erfassen sind, eine höhere Sensibilität gegenüber parasitischen Organismen haben, müsste noch geprüft werden.



Tab. 4 Aus Individuen von *S. caboverdus* isolierte Pilzarten, bzw. Gattungen aus Labor und Feldeintrag

Stadium von <i>S. caboverdus</i>	Herkunft der Tiere	Pilzgattung/-art
adultes Stadium	Ribeira da Torre	<i>Acremonium</i>
		<i>Geotrichum</i>
		<i>Cylindrocladium</i>
		<i>Gliocladium</i>
		<i>Paecilomyces</i>
		<i>Aspergillus</i>
		<i>Fusarium spec.</i>
		<i>Acremonium strictum</i>
		<i>Cylindrocarpon didymum</i>
		<i>Fusarium semitectum</i>
adultes Stadium	Labor	<i>Scopulariopsis chartarum</i>
Eier	Labor	<i>Trichurus spiralis</i>
		<i>Penicillium spec.</i>
		<i>Doratomyces microsporus</i>

\* auch Wundinfektionen oder auf toten Wirten

## Diskussion

Der Schadumfang durch die Tausendfüßer hat sich gegenüber den Angaben von NEVES et al. (1993), die den Hauptschaden an Kartoffel beschreiben, bis zur Gegenwart weiter verschärft, da die Populationsdichte extreme Ausmaße angenommen hat und sich der Schaden heute auf alle Kartoffel- und Gemüsearten erstreckt. Sowohl chemische als auch biologische Bekämpfungsmaßnahmen führten nicht oder nur zeitlich begrenzt zu einem ausreichenden Erfolg (NEVES et al., 1993). Das führte dazu, dass die Bauern gegenwärtig den Anbau anfälliger Gemüsearten meiden.

Bisher gibt es nur wenig Literatur zur Morphologie, Entwicklung und zum Verhalten von Tausendfüßerarten (HOPKIN und READ, 1992; KRAUS, 1966; CARREL, 1990). Speziell für die Art *S. caboverdus* machen BRITO (1994) und NEVES et al. (1993) nur allgemeine Angaben zur Eiablage und zu einzelnen Stadien.

DELGADO und SILVA (1991) berichten von einem ganzjährigen Auftreten sowohl der juvenilen als auch der adulten Individuen der Art und schließen daraus, dass es keine Diapause für die Art gibt. Bisher liegen keine Angaben zur Generationsfolge vor. Die eigenen Untersuchungen zur Entwicklung der Tiere im Labor als auch die Erhebungen auf Santo Antão ermöglichen jetzt erste differenzierte Angaben zur Populationsdynamik von *S. caboverdus*.

Für die Adulten von *S. caboverdus* konnte im Labor eine Lebensdauer von bis zu 8 Monaten festgestellt werden. Das stimmt mit Angaben von CARREL (1990) überein,

Kultur- pflanze	Fraßort	Adultstadium		Juvenilstadien			Gesamt Anzahl
		Weibchen Anzahl	Männchen Anzahl	I-III Anzahl	IV-VII Anzahl	VIII-IX Anzahl	
		$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$
Mais (3 Wochen)	Wurzelhals- Bereich	1,6	1,8	0,2	82,6	1	87,2
Mais (5 Wochen)	Wurzelhals- Bereich	3	3	0	27,4	16,4	49,8
Papaya	Frucht*	36,3	12,7	0	34,7	67	150,7
Banane	Blute *	51	20	0	24	40	135
Brotfrucht	Frucht*	13	6	0	0	10	29

\* am Boden liegend

### Gegegenseilerpotential

In den Erhebungen konnte bisher nur ein geringes Gegenseilerpotential nachgewiesen werden.

Als räuberische Gegenseiler kommen nur nachtaktive Tiere in Frage, die den nachts wandernden Tausendfüßern nachstellen könnten. Davon kommen auf der Insel nur wenige vor, wie z. B. Lurche und Kriechtiere.

In der Nähe von Wassersammelbecken sind häufig Kröten zu finden. Diese verzehren offensichtlich auch Tausendfüßer, da in ihren Exkrementen die Körperringe nachgewiesen werden konnten. Ihre Fraßtätigkeit ist aber nur im Sommer und nur in unmittelbarer Nähe zu den Bewässerungskanälen stärker auf die Tausendfüßer ausgerichtet. In der übrigen Zeit des Jahres waren die Körperringe nur selten in den Exkrementen zu finden.

Bei den Populationsanalysen traten nur in geringem Maße parasitische Organismen in Erscheinung. In wenigen Tieren einiger Proben konnten Nematoden (Diplogastridae und Rabditoides spec.) nachgewiesen werden. Nach SUDHAUS (2002) können die Funde aber nicht als parasitisch eingestuft werden.

Auch entomopathogene Pilze traten nur selten auf, ohne dass bei den einzelnen Isolaten eine antagonistische Eigenschaft nachgewiesen werden konnte (Tab. 4)