

Taxonomie und Nomenklatur

Mammillaria herrerae Werderm., a Mexican species on the brink of extinction

Mammillaria herrerae Werderm., eine mexikanische Art kurz vor der Ausrottung.

Deutsche Übersetzung W. Plein

Emiliano Sánchez Martínez*¹, María Magdalena Hernández Martínez¹, José Guadalupe Hernández-Oria¹, Genaro Ruiz Campos², Paulino Martínez Vara³, Luis Enrique Torres Galeana¹,

¹ Jardín Botánico Regional de Cadereyta "Ing. Manuel González de Cosío"

² Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey- Campus Querétaro

³ UNITEC, Instituto de Investigación de Tecnología Educativa

*Jardín Botánico Regional de Cadereyta "Ing. Manuel González de Cosío," Camino a la Antigua hacienda de Tovares (no number), Cadereyta de Montes, Querétaro, México, 76500. Phone: + 52 (441) 2760647, Email: E-mail: esanchez@concyteq.edu.mx

Translated by: Nicole R. Salgado, MA. U.S. Cel (650) 575-3656, Mex. Cel (011) 52-442-180-1962 www.losmesquites.com

Key Words: *Mammillaria herrerae* Werderm., critically endangered, extinction, conservation efforts.

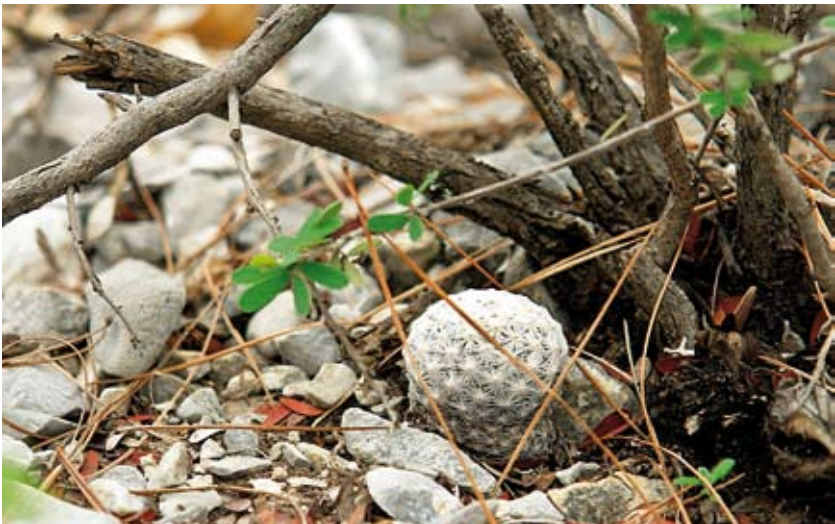


Abb. 1 *Mammillaria herrerae* Werderm. in ihrem Habitat

Zusammenfassung: Es wird eine Analyse der Bedingungen, die *Mammillaria herrerae* Werderm. in den gegenwärtigen Status der kritischen Gefährdung geführt haben, vorgelegt. Der Bezug zu ihrer ehemals bekannten Verbreitung und dem Status der heutigen Population wird hergestellt. Das Thema der Arterhaltung wird auch angesprochen, unter Hinweis auf *ex situ* (außerhalb des Standortes, d. Ü.)-Methoden als auch *in situ* (am Standort, d. Ü.)-Methoden. Was Erstere angeht, werden sowohl Techniken zur *in vitro* (im Glas = Labor, d. Ü.)- als auch *in vivo* (von lebenden Pflanzen, d. Ü.)-Vermehrung zur Massenproduktion unter kontrollierten Bedingungen vorgestellt. Es sollte betont werden, dass zurzeit hinreichendes biologisches Verständnis der Arten fehlt, um ihre Erhaltung in ihrer natürlichen Umgebung (*in situ*) zu erreichen. Die Bedingungen, unter denen diese Art von Feldarbeit erfolgen sollte, werden ebenfalls erörtert. Zum Schluss diskutieren wir die Grundlagen für die Erhaltung und die biologische Verwaltung des geografischen Gebietes, in dem die letzten noch vorhandenen Populationen zu finden sind, mit der Betonung, dass wegen dauernd drohender Eingriffe durch Baumaßnahmen, die schon im Gange sind, die Zukunft dieses großartigen Taxons nur durch eine strikte Kombination von Kenntnis und sofortiger Aktion gesichert werden kann

Summary. An analysis of the conditions that have led *Mammillaria herrerae* Werderm. to its current state of critical endangerment is presented. Reference to its historically known distribution and its current population status is made. The topic of species conservation is also addressed, with regard to both *ex situ* and *in situ* methods. With regard to the former, techniques for *in vitro* and *in vivo* propagation for mass production under controlled conditions are introduced. It should be stressed that at present time there is a lack of sufficient biological understanding of the species to achieve its conservation in its natural environment (*in situ*). The conditions under which these types of field work should be done are also discussed. Finally, we discuss the basis for the conservation and biological management of the geographical area where the last remaining populations are found, emphasizing that because of the constant threat of encroachment from civil works already underway, the future of this splendid taxon can only be ensured by a strict combination of knowledge and immediate action.

Introduction

Mammillaria herrerae Werderm. is a species of cacti of the *Lasiacanthae* series, widely known for its ornamental beauty. In Castellano, "bola" or "bolita de hilo" is its common name, whereas in English it is known as the "golf ball." Its species name honors the Mexican scientist Alfonso L. Herrera, biologist, naturalist, and founder of the Chapultepec Botanical Garden and Zoo (Egglı y Newton, 2004; Sánchez et al., 2006).

Einleitung

Mammillaria herrerae Werderm. ist eine Kakteenart der Reihe *Lasiacanthae*, weithin bekannt wegen ihrer dekorativen Schönheit. Im Spanischen ist ihr Name allgemein „bola“ oder „bolita de hilo“, (Schneeball) während sie im Englischen als „gulf ball (Golfball)“ bekannt ist. Ihr Artnamen ehrt den mexikanischen Wissenschaftler Alfonso L. Herrera, Biologe, Naturforscher und Gründer des Chapultepec Botanical Gardens and Zoo (Egglı y Newton, 2004; Sánchez et al., 2006).

This *Mammillaria* was probably discovered by the painter Ferdinand Schmoll of Cadereyta de Montes, Querétaro, in the last years of the 1920's. Werdermann described it in 1931 at the Notizblatt des Botanischen Gartens und Museums zu Berlin-Dahlem, its type specimen having been preserved in 1930 from specimens cultivated in that botanical garden, the original material having been imported from the Cadereyta surrounding area (Sánchez et al., 2006). It has been collected in the field in Querétaro by the following individuals: Werner Reppenhausen, Alfred Lau, Wendell Minnich, Wolfgang Krüger, Michel Lacoste, Anton Hofer, Geoff Bailey and John Miller. The primarily mentioned locations include: Vista Hermosa, la Sierra del Doctor and El Arbolito, all localities of Cadereyta de Montes, México. Since its discovery, the species has struggled with two factors that have driven it, without a doubt, to the brink of extinction: the destruction of its limited habitat, and the unrelenting removal of attractive specimens from the wild. This article explains the state in which the species is found in its wild habitat and the actions that have been taken and that should continue to be executed in order to foster its survival.

DISTRIBUTION

Mammillaria herrerae Werderm. is limited to the extreme east of the Cadereyta de Montes municipality, in Querétaro, México. It is associated with a geological substrate specific to the 'El Doctor' formation, composed of limestones from the Early Cretaceous, of the biogenetic micrite type. Its known historical distribution included the Mesa Cerro Prieto (Vista Hermosa Ejido), specifically in the area surrounding the El Arbolito community (20° 40' 28" N, 99° 32' 23" W, 1900 m). More recently, the species has been known to exist at

Diese Mammillarie wurde wahrscheinlich von dem Maler Ferdinand Schmoll aus Cadereyta de Montes, Querétaro, zu Ende der 1920er Jahre entdeckt. Werdermann beschrieb sie 1931 in Notizblatt des Botanischen Gartens und Museums zu Berlin-Dahlem, das Typexemplar wurde 1930 aus Pflanzen, die in diesem botanischen Garten gezogen wurden, konserviert. Das Originalmaterial war importiert aus der Umgebung von Cadereyta (Sánchez et al., 2006). Sie wurde im Feld von folgenden Personen gesammelt: Werner Reppenhausen, Alfred Lau, Wendell Minnich, Wolfgang Krüger, Michel Lacoste, Anton Hofer, Geoff Baily und John Miller. Zu den hauptsächlich erwähnten Standorten gehören Vista Hermosa, La Sierra del Doctor und El Arbolito, alles Standorte, die zu Cadereyta de Montes, Mexiko, gehören.

Seit ihrer Entdeckung hatte die Art mit zwei Faktoren zu kämpfen, die sie zweifellos an den Rand der Ausrottung gebracht haben: die Zerstörung ihres begrenzten Habitats und die unerbittliche Entnahme von attraktiven Wildpflanzen. Dieser Artikel beschreibt den Status, in dem die Art im natürlichen Habitat anzutreffen ist, und die Aktionen, die unternommen wurden und fortgesetzt werden sollten, um ihr Überleben zu fördern.

Verbreitung

Mammillaria herrerae Werderm. ist begrenzt auf den äußersten Osten des Kreises Cadereyta de Montes in Querétaro, Mexiko. Sie ist gebunden an ein geologisches Substrat, das für die „El Doctor“-Formation spezifisch ist, bestehend aus Kalkstein aus der Früh-Kreidezeit von der Art eines biogenen Mikrit. Ihre aus der Vergangenheit bekannte Verbreitung schloss die Mesa Cerro Prieto (Siedlung Vista Hermosa) ein, besonders in dem Gebiet um die Gemeinde El Arbolito

the base of the 'El Doctor' Range, to the northeast of the aforementioned locality,



Abb. 2 Baumaßnahmen, die das Habitat der *Mammillaria herrerae* Werderm. beeinflussen).



Abb. 3 „Gewächshaus/Schule“ in der Gemeinde El Arbolito).

a few kilometers north of the El Carricillo community, developing in gaps in grey, stratified, platform-edge limestones, also pertaining to the Early Cretaceous; in this zone it is found at altitudes higher than 2,000 m (up to 2,200) (Lausser, 1999; Nagl and Perndl, 1999; Sánchez *et al.*, 2006).

CURRENT SITUATION

These cacti grow in subdesert, submontane, microphyll-rosetophyll matorral sites,

(20°40'28" N, 99°32'23" W, 1900 m). Aus der jüngeren Vergangenheit ist bekannt, dass die Art am Fuß der Gebirgskette „El Doctor“ vorkommt, nordöstlich des o. a. Standortes, wenige Kilometer nördlich der Gemeinde El Carricillo, wo sie in Lücken in grauen, geschichteten Plattformkanten aus Kalkstein wächst, die auch zur Früh-Kreidezeit gehören; in diesem Gebiet wird sie in Höhen über 2000 m (bis 2200 m) gefunden (Lausser, 1999; Nagl und Perndl, 1999; Sánchez *et al.*, 2006).

Gegenwärtige Situation

Diese Kakteen wachsen an wüstenähnlichen Stellen, am Fuß der Berge in kleinrosenblättrigem Buschwerk (Matorral), die mosaikartig überall in dem Gebiet vorkommen. Ortega (2004) beschreibt sie als an leichten Hängen (0-10°) vorkommend, in kalkigen Regosolen (eigentlich kalkfreie bis kalkarme Taschen mit 2-30 cm Substrattiefe, d. Ü.) mit einem neutralen pH-Wert und südlicher Ausrichtung. Nach diesem Autor sind die Stellen spärlich mit Vegetation bedeckt, und einzelne Vertreter der Art werden oft unter schützenden Pflanzen der Gattungen *Calea* (*Asteraceae*), *Rubus* (*Roseaceae*) und *Opuntia* (*Cactaceae*) angetroffen.

Bei unseren Exkursionen haben wir Geo-Referenzdaten nur für eine Stelle erfasst, in der Vegetation eines Matorrals am Fuß der Berge (steiniger Boden, nördliche Ausrichtung, 12° Hang), wo wir folgende Arten festgestellt haben: *Agave xylonacantha*, *Astrophytum ornatum*, *Cigarilla mexicana*, *Cylindropuntia imbricata*, *Dasyliirium longissimum*, *Echinocactus platyacanthus*, *Ephedra compacta*, *Euphorbia antisiphilitica*, *Eupatorium* sp., *Fouquieria splendens*, *Gochnatia hypoleuca*, *Hechtia* sp., *Krameria Cystisoides*, *Leucophyllum ambiguum*, *Mammillaria elongata*, *Mammillaria perbella*, *Mimosa* sp., *Mortonia greggii*, *Opuntia*

which occur in a mosaic pattern throughout the area. Ortega (2004) describes it as occurring on moderate slopes (0-10°), in calcareous Regosoles with a neutral pH and southern exposure. According to this author, its sites have sparse vegetative cover, and individuals of the species are often found under nurse plants of the genus *Calea*, (Asteraceae), *Rubus* (Rosaceae), and *Opuntia* (Cactaceae).

During our trips, we recorded georeferenced data for only one site, in vegetation of the submontane matorral type (rocky soil, northern exposure, 12° slope), in which we noted the following species: *Agave xylonacantha*, *Astrophytum ornatum*, *Cigarilla mexicana*, *Cylindropuntia imbricata*, *Dasyliiron longissimum*, *Echinocactus platyacanthus*, *Ephedra compacta*, *Euphorbia antisiphilitica*, *Eupatorium* sp., *Fouquieria splendens*, *Gochnatia hypoleuca*, *Hechtia* sp., *Krameria cystisoides*, *Leucophyllum ambiguum*, *Mammillaria elongata*, *Mammillaria perbella*, *Mimosa* sp., *Mortonia greggii*, *Opuntia stenopetala*, *Polyaster* sp., *Pseudosmodingium* sp., *Thelocactus hastifer*, *Vauquelinia corymbosa* and *Viguiera bicolor* (Photo 1, *Mammillaria herrerae* Werderm. in its habitat).

All indicators point to a grave situation for this taxon. It is almost certain that Querétaran natural areas have been the wild source of *Mammillaria herrerae* Werderm. specimens for collectors of the world since its discovery. In addition, infrastructure projects that have occurred since the start of the Zimapan Hydroelectric Project (PHZ) have resulted in the decreased possibilities for survival of the "bolita de hilo." Even the recent works of CIAQSA company, which is constructing a water storage system for the state capital city of Querétaro, compound the problem (Photo 2, Civil works which affect the habitat of *Mammillaria herrerae* Werderm.).

stenopetala, *Polyaster* sp., *Thelocactus hastifer*, *Vauquelinia corymbosa* und *Viguiera bicolor* (Abb. 1, *Mammillaria herrerae* Werderm. in ihrem Habitat).

Alle Indikatoren weisen auf eine schlimme Situation für dieses Taxon hin. Es ist beinahe sicher, dass Naturgebiete in Querétaro für Sammler aus aller Welt die wilde Bezugsquelle der *Mammillaria herrerae* Werderm. seit ihrer Entdeckung waren. Zusätzlich führten Infrastrukturprojekte seit dem Beginn des Zimapan Hydroelectric Project (ZHP) (Zimapan Wasserkraftwerks-Projekt, d. Ü.) zu verminderten Überlebenschancen der „bolita de hilo“. Sogar die jüngsten Arbeiten der Gesellschaft CIAQSA, der Bau eines Wasserspeicher-Systems für die Hauptstadt Querétaro, verschlimmern das Problem (Abb. 2, Baumaßnahmen, die das Habitat der *Mammillaria herrerae* Werderm. beeinflussen).

Die gesamte aktuelle Situation ist jedoch nicht vollständig bekannt, da es keine offizielle Zählung der bekannten oder vielleicht existierenden Populationen gibt. Wir wissen, dass Ortega (2004) während seines Aufenthaltes in diesem Gebiet (1990-1994) als Biologe für das Rettungsteam der Federal Electric Commission (CFE) sich darauf bezogen hatte, dass er nur 4 Exemplare festgestellt habe, nachdem er mehr als 5 Hektar durchsucht hatte; er beschrieb jedoch, dass die Einheimischen auf Kolonien von etwa 20 Pflanzen hingewiesen haben an Stellen, die von den direkten Einwirkungen des Bauprojektes und den Tätigkeiten der PHZ entfernt waren. Jahre später, am Ende dieser Dekade und zu Beginn des 21. Jahrhunderts, hat Emilio Fernández Aarún, Forscher und Kakteenzüchter aus Tequisquiapan (Querétaro), einen der Autoren wissen lassen, dass er nur eine Stelle kennt, wo die Art wächst, fast am Ende der Mesa de León (Cerro

The entire actual situation, however, is not fully known, given that there is no census of the known or possibly existent populations. We do know that Ortega (2004), during his residency in the area (1990-1994) as biologist for the Federal Electric Commission's (CFE) rescue team, made reference to having located only 4 specimens after having revised more than 5 hectares; however, he described that the locals referred to colonies of almost 20 individuals, found in sites removed from the direct effects of the construction projects and the operations of the PHZ. Years later, at the end of that decade and into the 21st century, Emilio Fernández Aarún, explorer and cacti propagator based in Tequisquiapan (Querétaro), made it known to one of the authors that he is aware of only one site where the species grows, situated toward the end of the Mesa de León (Cerro de Prieto), highlighting that in his trips, he didn't find any more than two dozen plants.

Systematic searches conducted by the group of biologists from the Jardín Botánico Regional de Cadereyta, in an area of almost 100 km² in the subquadrant denominated as "Mesa de León" (20° 36'-20° 42' N, 99° 30'-99° 36' W), by means of 3 km transects each, have not uncovered exemplars of this species. Only with help from people from the El Arbolito community has one pair been found in the wild, as well as 48 *Mammillaria herrerae* of various sizes in one of the homes. This case was one of the several factors that led to, with the support of Botanic Gardens Conservation International (BGCI), the initiation of a campaign to prevent its taking from the wild, which will be described later in this article.

A recent article by Anaya (2007) in the Italian magazine *Cactus and Co.* about a trip to the Infiernillo cliffs (Cadereyta),

de Prieto), wobei er betonte, dass er nicht mehr als zwei Dutzend Pflanzen gefunden habe.

Systematische Suchen durch die Biologengruppe des Jardín Botánico Regional de Cadereyta in einem Gebiet von gut 100 km² im Unterquadranten mit dem Namen „Mesa de León“ (20°36' – 20°42' N, 99°30' – 99°36' W (= 10,8 x 10,8 km, d. Ü.)) mit 3 km-Transekten (Begriff der biologischen Feldforschung: Querschnitt entlang eines Pfades, d. Ü.) haben keine Exemplare dieser Art entdeckt. Nur mit Hilfe von Leuten aus der Gemeinde El Arbolito wurden sowohl ein Paar in der Natur als auch 48 *Mammillaria herrerae* unterschiedlicher Größe in einem der Häuser gefunden. Dieser Fall war einer von mehreren Faktoren, die mit Unterstützung der Botanic Gardens Conservation International (BGCI) zu der Initiierung einer Kampagne zur Verhinderung ihrer (*M. herrerae*, d. Ü.) Entnahme aus der Natur führten, die später in diesem Artikel beschrieben wird.

Ein jüngerer Artikel von Anaya (2007) im italienischen Magazin *Cactus and Co.* über eine Reise zu den Klippen von Infiernillo (Cadereyta) bestätigt noch einmal die Seltenheit dieser Pflanze in ihrem Habitat.

Erhaltungsbemühungen

Die Erhaltungsprojekte zum Schutz dieser Art und ihrer Population wurden verändert, aber nicht genügend, um ihre Stabilität zu gewährleisten. *Mammillaria herrerae* Werderm. bewegt sich unaufhaltsam in Richtung Ausrottung (Primack et al., 2001). Auf nationaler Ebene wird sie als bedrohte Art (P) gemäß der Mexican Official Regulation 059-ECOL-2001 angesehen, mit einem Wert von 13 Punkten nach der Evaluation Method for Risk of Extinction of Wild Species in Mexico (MER); international ist sie auf der Roten Liste der IUCN (World

reiterates the scarcity of this plant in its habitat.

CONSERVATION EFFORTS

The conservation projects undertaken to safeguard this species and its population have been varied, but not sufficient enough to guarantee its stability. *Mammillaria herrerae* is spiraling toward extinction (Primack et al., 2001). At the national level, it is considered an endangered species (P), according to the Mexican Official Regulation 059-ECOL-2001, reaching a value of 13 points by applying the Evaluation Method for Risk of Extinction of Wild Species in Mexico (MER); internationally, the IUCN (World Conservation Union) Red List places it in the category of critically endangered (CR) (Sánchez et al., 2006). Fitz Maurice and Fitz Maurice (2002) have assigned this category considering that the natural populations - they estimate - with no more than 50 individuals existent in less than 100 hectares (1 km²) of its previously designated habitat, all under serious threat of illegal trafficking (regional and international), have lost, primarily in the last 20 years, about 95% of their population. Although the species is propagated worldwide, its availability in commercial nurseries is uncommon (Robbins, 2003).

The following sections describe an overall conservation strategy: the efforts underway to preserve this taxon, principally carried out *ex situ*; and the scientific studies that must be completed in order to successfully protect natural populations and their habitat.

EX SITU PRESERVATION

Queretaroan botanical gardens have attempted to preserve this species outside its habitat by maintaining it in their collections and reproducing it via artificial methods.

Conservation Union) in der Reihe der kritisch bedrohten Arten (CR) eingeordnet (Sánchez et al.- 2006). Fitz Maurice und Fitz Maurice (2002) haben dieselbe Kategorie zugeordnet, da die natürlichen Populationen – nach ihrer Schätzung – mit nicht mehr als 50 existierenden Pflanzen auf weniger als 100 ha (1 qkm) ihres früheren ausgewiesenen Habitats, alle unter ernsthafter Bedrohung durch illegalen Handel (regional und international), besonders in den letzten 20 Jahren etwa 95% ihrer Population verloren haben. Obwohl die Art weltweit vermehrt wird, ist ihre Verfügbarkeit in kommerziellen Gärtnereien erstaunlich gering (Robbin, 2003).

Die folgenden Abschnitte beschreiben eine gesamtheitliche Erhaltungsstrategie: die laufenden Bemühungen zur Erhaltung dieses Taxons, grundsätzlich *ex situ* durchgeführt, und die wissenschaftlichen Studien, die durchgeführt werden müssen, um die natürlichen Populationen und ihr Habitat erfolgreich zu schützen.

Ex situ-Erhaltung

Botanische Gärten in Querétaro haben versucht, diese Art außerhalb ihres Habitats zu erhalten, indem sie sie in ihren Sammlungen hegen und mit künstlichen Methoden vermehren.

Die Anzahl der Exemplare in Sammlungen war immer gering (weniger als 5 Wildpflanzen), und deswegen wird ihr genetisches Potential und ihre Repräsentanz als gering eingeschätzt. Dennoch wurden der Reproduktion der Art unter kontrollierten Gewächshaus- oder Laborbedingungen große Aufmerksamkeit geschenkt und Bemühungen gewidmet. Wegen des großen Interesses werden zwei Vermehrungstechniken für *Mammillaria herrerae* Werderm. im weiteren Artikel beschrieben – beide sind Alternativen zum geschlechtlichen Vermehrungsvorgang, da

The numbers of specimens in collections has always been small (less than 5 wild individuals), and because of this, its genetic potential and representation is considered poor. Nevertheless, close attention has been paid and efforts have been dedicated to the species' reproduction under controlled greenhouse or laboratory conditions. Due to great interest, two propagation techniques for *Mammillaria herreae* Werderm. are described further in this article - both are alternatives to the sexually reproductive process, since seed production is scarce and the issues associated with collecting do not allow for availability of numerous batches of propagation material.

Micropropagation is a suitable method which can be employed with species at risk of extinction that do not produce an abundance of seeds, are slow to develop *in vivo*, or that have elevated mortality rates in the initial phases of development. Experimentation began by utilizing the few seeds that were available as explants. The technique is described in Panel 1.

Panel 1. *In vitro* propagation technique for *Mammillaria herreae* Werderm.

The initial explants are *in vitro* germinated seeds; germination rate depends on the state of the seeds. Disinfection is performed with a commercial chlorine-based whitening agent such as Clorox at 15% plus liquid soap at 0.5%. Agitate for 10 minutes and rinse 3 times with distilled water. Proceed to sow seeds in a sterile Murashige and Skoog medium with a nutrient concentration of 50% (MS/2), and 1.5 g l⁻¹ of added activated carbon. The results of this trial produced zero percent contamination, but with a germination rate of only 16%. Once the seeds have germinated and the seedlings have developed

die Samenproduktion spärlich ist und die Schwierigkeiten beim Sammeln es nicht erlauben, über zahlreiche von Vermehrungsmaterial zu verfügen.

Mikrovermehrung ist eine angebrachte Methode bei Arten mit hohem Ausrottungsrisiko und unzureichender Samenproduktion, langsamer Entwicklung *in vivo* oder erhöhter Sterblichkeit in der Anfangsphase der Entwicklung. Die Versuche begannen mit der Nutzung von wenigen Samen, die aus abgestorbenen Pflanzen entnommen wurden (Explantate). Die Technik wird in Tafel 1 beschrieben.

Tafel 1. *In vitro*-Vermehrungstechnik für *Mammillaria herreae* Werderm.

Die Anfangs-Explantate sind *in vitro* gekeimte Samen; die Keimrate hängt vom Zustand der Samen ab. Desinfiziert wird mit einem handelsüblichen Weißmacher auf Chlorbasis wie Clorax, in einer 15% igen Lösung plus 0,5% flüssige Seife. 10 Minuten schütteln und 3 Mal mit destilliertem Wasser spülen. Danach aussäen in einen sterilen Murashige und Skoog Nährboden mit einer Nährstoffkonzentration von 50% (MS/2) und zusätzlichen 1,5 g Aktivkohle/Liter. Die Ergebnisse dieses Versuches haben 0% Verunreinigung gebracht, aber nur eine Keimrate von 16%. Sobald die Samen gekeimt sind und die Sämlinge eine Größe von etwa 1 cm Höhe und 0,5 cm Durchmesser haben, werden Schnitte an der Basis und im Scheitel vorgenommen, um das Wachstum zu stimulieren. Die aus der Induktion resultierenden „Propagule“ werden in denselben Nährboden wieder eingepflanzt, wenn sie 3-5 mm hoch sind. Im Falle dieser Art wurde die weitere Vermehrung in dem ursprünglichen Aussaatboden fortgesetzt (MS/2 + 1,5 g Aktivkohle/Liter), womit wir eine Vermehrungsrate von 8 alle 4 Wochen erzielten. Das Bewurzeln wurde in einem

to a size of about 1 cm in height and 0.5 cm in diameter, basal and apical cuts are performed to stimulate growth. The resultant propagules from the induction are replanted when they have reached a height of three to five millimeters, in the same growth medium. Continued propagation in the case of this species was performed in the same medium in which it was initially sown (MS/2 + 1.5 g l⁻¹ of activated carbon), obtaining a proliferation rate of eight times every four weeks. Rooting was produced in an MS complete medium, without the addition of hormones, with radicles generated in approximately 25 days; and in this phase, 100% success was achieved. The rooted explants are apical parts, with heights between 0.8-1 cm in height and 0.5-1.0 cm in diameter. Up-planting was performed in a commercial substrate containing peat moss and vermiculite (Sunshine Mix 3), also with 100% transplant success. All of the sowings were performed in a laminar flow chamber with EPA filters; the cultivating media was adjusted to a pH of 5.8. The cultivation flasks were maintained in the incubation chamber with a photoperiod of 16 hours of light and 8 hours of darkness, under fluorescent lights (2,115 lux, i.e. approximately 28.5 $\mu\text{m}^2\text{s}^{-1}$), and temperature was maintained at 26° C, +/-1°C.

Another asexual propagation method has been tested in greenhouse conditions by means of induction of basal buds in "vigorized" specimens. This procedure is described in Panel 2.

Panel 2. Vegetative reproduction technique for *Mammillaria herrerae* Werderm. by means of induced basal budding.

Once the seedlings produced from micro-propagation are adapted to greenhouse conditions, a batch of plants destined for

MS Komplett-Nährboden durchgeführt, ohne zusätzliche Hormone, mit Keimwurzeln nach etwa 25 Tagen; und in dieser Phase wurde 100%-Erfolg erzielt. Die bewurzelten Explantate sind Scheitelteile mit Größen zwischen 0,8-1 cm in der Höhe und 0,5-1 cm im Durchmesser. Das Auspflanzen wurde in handelsübliches Substrat mit Torfmoos und Vermiculit (Sunshine Mix 3) vorgenommen, auch mit 100% Umpflanzenerfolg. Alle Aussaaten erfolgten in einer Sterilbank mit EPA-Filtern; der Kulturboden war auf einen pH-Wert von 5,8 eingestellt. Die Kulturschalen wurden in der Brutkammer mit Beleuchtungsintervallen von 16 h Licht und 8 h Dunkelheit gehalten, unter fluoreszierenden Lampen (2115 Lux, d. h. etwa 28,5 $\mu\text{m}^2\text{s}^{-1}$), bei einer Temperatur von 26 °C, +/- 1 °C.

Eine andere nichtgeschlechtliche Vermehrungsmethode wurde unter Gewächshausbedingungen getestet, bei der man „gekräftigte“ Exemplare zur Ausbildung basaler Knospen/Sprosse bringt, Diese Verfahren wird in Tafel 2 beschrieben.

Tafel 2. Vegetative Reproduktionstechnik für *Mammillaria herrerae* Werderm. durch induziertes basales Sprossen.

Sobald sich die Sämlinge aus der Mikrovermehrung an Gewächshausbedingungen angepasst haben, wird mit einer Anzahl Pflanzen, die für die Sprossenproduktion bestimmt sind (Propagule), begonnen. Sie werden in Töpfe hinreichender Größe für ihr Wachstum und das Sprossen gepflanzt – 2-Liter-Töpfe mit weiter Öffnung (am besten mehr als 20 cm) werden empfohlen. Das benutzte Substrat ist eine Mischung aus Sand und rotem Lavagestein, das durch seine Porosität gekennzeichnet ist(tezontle, ein poröses, vulkanisches Gestein, reich an Eisen- und Magnesium-

bud production (propagules) is started. They are planted into pots of sufficient size for their growth and budding/sprouting - wide mouthed (preferably more than 20 cm wide) , half gallon pots are recommended for use. The substrate utilized is a mix of sand and red lava rock (tezontle, a porous, volcanic rock, rich in iron and magnesium compounds which give it its red color) characterized by its porosity. During the growth period, plants are maintained under an intense fertilization regimen of "vigoration," or nutrient flushing, with a soluble commercial fertilizer rich in phosphorus (9-45-15), preferably a complete formula (enriched with macro and micronutrients). The constant supply of nutrients leads to main stem development of a size of five or more centimeters (a size not usually found in the wild), freeing the meristem tissue situated at the base of the plant (base of the stem) from apical dominance, and allowing bud development. Once these basal buds reach a size of between one and two centimeters, they are carefully separated and rooted in individually-holed planting trays in a substrate with greater moisture-retention (with peat moss added), and are placed under mesic environmental conditions (low light intensity and a moist substrate). Generally, bud production varies from 2 to 4 per mother plant. The rooting of the buds is 100% if care is taken to maintain moisture in the substrate, however, the production of new roots can be slow.

An important step in the ongoing strategy to protect this species has been the installation of a 'greenhouse/school' in the community of El Arbolito, Cadereyta. The project named "Las tres erres que tú eres: conservación de cactáceas amenazadas con la participación de las comunidades locales" (The three R's that you are: conservation of threatened cacti via

Bestandteilen, die ihm seine rote Farbe geben). Während der Wuchsperiode werden die Pflanzen unter einem intensiven Düngungsplan zur „Stärkung“ gehalten, anders gesagt, mit Nährstoffspülungen, mit handelsüblichem löslichem Dünger mit reichlich Phosphor (9-45-15), am besten einer Komplettformel (angereichert mit Makro- und Mikronährstoffen). Die konstante Nährstoffzuführung führt zu Größenentwicklung des Stamms von 5 oder mehr cm (eine Größe, die normal im Feld nicht vorkommt). Das macht Meristemgewebe an der Basis der Pflanze (Basis des Stamms) frei von der Dominanz des Scheitels und ermöglicht Knospenentwicklung. Sobald diese basalen Sprosse eine Größe zwischen 1 und 2 cm erreichen, werden sie vorsichtig abgetrennt und in individuell gelochten Pflanzschalen in einem Substrat mit größerer Feuchtigkeitsbindung (mit zusätzlichem Torfmoos) bewurzelt. Die Schalen werden unter gemäßigten Umweltbedingungen (geringe Lichtintensität und ein feuchtes Substrat) aufgestellt. Im Allgemeinen schwankt die Sprossproduktion zwischen 2 und 4 je Mutterpflanze. Das Bewurzeln der Sprosse gelingt zu 100%, wenn auf die Feuchtigkeit im Substrat geachtet wird, jedoch kann die Produktion neuer Wurzeln langwierig sein.

Ein wichtiger Schritt in der laufenden Strategie, diese Art zu schützen, war die Einrichtung eines/einer „Gewächshauses/Schule“ in der Gemeinde El Arbolito, Cadereyta. Das Projekt mit der Bezeichnung "Las tres erres que tu eres: conservación de cactaceas amenazadas con la participación de las comunidades locales" (Die drei R, die du bist: Erhaltung bedrohter Kakteen durch Teilnahme örtlicher Gemeinden) wurde 2006 begonnen, mit Unterstützung der Botanic Gardens Conservation International (BGCI) und des internationalen Programms „In Natur investieren“



Abb. 4 Ceremony, in collaboration with CIAQSA biologists, in the area where roads will be opened for the Querétaro municipal water system.



Abb. 5 *Mammillaria herrerae* Werderm. during its 2008 flowering, cultivated in greenhouse setting).

participation from local communities) was begun in 2006, with the support of Botanic Gardens Conservation International (BGCI) and the international program "Investing in Nature." Five youth from communities belonging to the 'Mesa de León' subquadrant, that had been known to be involved in the taking of wild species, were initiated and trained in the 'greenhouse/school' in the production of, by means of appropriate horticultural techniques, 5 endangered species of plants from the region: *Astrophytum ornatum* (DC.) F. A. C. Weber ex Britton & Rose, *Echinocactus grusonii* Hildm., *Echinocereus schmollii* (Weing.) N. P. Taylor, *Mammillaria herrerae* Werderm. and *Thelocactus hastifer* (Werderm. & Boed.) F. M. Knuth (Photo 3, the "greenhouse/school" installed in the community of El Arbolito).

We anticipate that this effort, despite still being an *ex situ* conservation activity, will have favorable consequences, due to the increased conscientiousness on behalf of the youth and members of the involved community. Currently, two of the youth are still working in the greenhouse and we hope that installations will soon be included in the official system of properties and installations in which wildlife is managed, under the auspices of the Secretary of Natural Resources and the Environment (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, or Semarnat). It is also our hope that later on, the youth will consider the possibility of pursuing higher education in a branch of the biological sciences.

to be continued

Fünf Jugendliche aus Gemeinden im Unterquadranten „Mesa de León“, von denen bekannt war, dass sie mit der Entnahme von Wildpflanzen zu tun hatten, wurden in „Gewächshaus/Schule“ eingeführt und ausgebildet in der Produktion von 5 bedrohten Pflanzenarten der Region durch die richtigen gärtnerischen Techniken: *Astrophytum ornatum* (DC.) F. A. C. Weber ex Britton & Rose, *Echinocactus grusonii* Hildm., *Echinocereus schmollii* (Weing.) N. P. Taylor, *Mammillaria herrerae* Werderm. und *Thelocactus hastifer* (Werderm. & Böd.) F. M. Knuth (Abb. 3. „Gewächshaus/Schule“ in der Gemeinde El Arbolito).

Wir erwarten, dass dieser Aufwand, obwohl es immer noch eine *ex situ*-Erhaltungstätigkeit ist, positive Konsequenzen haben wird wegen des gewachsenen Bewusstseins bei den Jugendlichen und den einbezogenen Gemeindemitgliedern. Zurzeit arbeiten noch zwei der Jugendlichen im Gewächshaus, und wir hoffen, dass die Einrichtungen bald in das offizielle System von Eigentum und Einrichtungen der Bewirtschaftung von Wildtieren und -pflanzen einbezogen wird, unter der Schirmherrschaft des Ministeriums für Umwelt und Natürliche Ressourcen (Secretaría de Medio Ambiente Y Recursos Naturales, oder Semarnat). Es ist auch unsere Hoffnung, dass die Jugendlichen später die Möglichkeit in Betracht ziehen, eine höhere Ausbildung in einem Zweig der Biologischen Wissenschaften zu erreichen.

Wird fortgesetzt