

Ber. d. Reinh.-Tüxen-Ges. 27, 146-152. Hannover 2015

Die Entwicklung der Araukarienwälder und des Campos im südlichen Brasilien im Spätquartär

– Hermann Behling, Göttingen –

Zusammenfassung

Paläoökologische Studien belegen unerwartete und deutliche Veränderungen von Ökosystemen im südlichen Brasilien im Spätquartär. Gebiete im südbrasilianischen Hochland, in denen heute Araukarienwälder vorkommen, waren während der letzten Eiszeit waldfrei. Grasland (Campos) war die vorherrschende Vegetationsform. Die Hypothese, dass die Araukarienwälder sich im Pleistozän aus dem Süden nach Südost-Brasilien verschoben haben, konnte nicht bestätigt werden. Auch die Vermutung, dass Araukarien im atlantischen Tiefland die Eiszeit überdauert haben, konnte durch pollenanalytische Studien nicht bestätigt werden. Offenbar gab es aber während des Pleistozäns kleine Populationen von Araukarienbäumen, vermutlich in sehr tiefen, feuchten und geschützten Tälern im südlichen Hochland und in Form von schmalen Galeriewäldern weiter nördlich im Südosten Brasiliens. Die eigentliche Ausbreitung der Araukarienwälder erfolgte auf dem Hochland in Südbrasilien erst sehr spät, zuerst in Form von Galleriewäldern vor etwa 3500 Jahren und dann durch eine starke Ausbreitung in den Campos, insbesondere während der letzten 1000 Jahre.

Einleitung

Die Pollenanalyse ermöglicht die Rekonstruktion der Vegetationsgeschichte und des Paläoklimas. Fossile Pollenkörner und Sporen in Sedimentkernen aus Seen oder Mooren sind Indikatoren vergangener Pflanzengesellschaften und Vegetationsformen. Die hohe Vielfalt an Pollen- und Sporentypen lässt meistens die Bestimmung der Pflanzengattungen, manchmal sogar einzelner Arten zu; die Pflanzenfamilien lassen sich fast immer zuordnen. Durch die Pollenanalyse kann auch die Veränderung von Ökosystemen oder die Verschiebung ganzer Vegetationszonen festgestellt werden. Paläoökologische Forschungen sind daher ein wichtiger Beitrag zum Verständnis der heutigen Ökosysteme. Durch die enge Verknüpfung von Vegetation und Klima erlauben die Resultate oft auch Aussagen über Klimaveränderungen. Paläoklimatische Ergebnisse sind für das Verständnis des heutigen Klimas besonders wichtig. Weiterhin lassen sich durch pollenanalytische Studien sowie durch Untersuchungen von verkohlten Partikeln in Sedimentablagerungen Aussagen über menschliche Eingriffe in die Umwelt machen.

In den letzten etwa 25 Jahren konnte der Autor eine ganze Reihe von paläoökologischen Untersuchungen im süd- und südöstlichen Brasilien durchführen. Überwiegend wurden Moore an unterschiedlichen Standorten in der Region der Araukarienwälder und des Campos pollenanalytisch bearbeitet. Die Studien ermöglichen neue Einblicke in die Stabilität bzw. Dynamik der Ökosysteme während des Pleistozäns und Holozäns. Sie geben neue Einblicke in die spätquartären Klimaveränderungen im südlichen Brasilien sowie Erkenntnisse über den Einfluss des Menschen auf tropische Ökosysteme.

Die heutigen Araukarienwälder und der Campos in Süd- und Südostbrasilien

Brasilianische Araukarienwälder kommen hauptsächlich auf dem südbrasilianischen Hochland zwischen den südlichen Breitengraden von 24° bis 30° in Höhenlagen zwischen 500 m und 1500 m vor (Abb. 1), dies vor allem in den Bundesstaaten Rio Grande do Sul, Santa Catarina und Paraná. Kleinere Areale sind aber auch extrazonal in den höheren Lagen

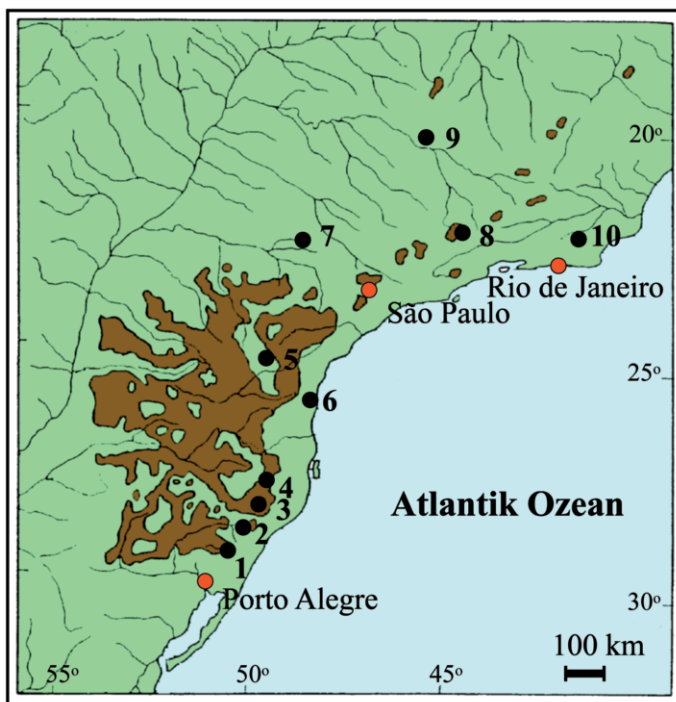


Abb. 1. Die natürliche Verbreitung von *Araucaria angustifolia* in Süd- und Südostbrasilien (nach HUECK 1953). Die Abbildung zeigt auch die Lage der im Text genannten pollenanalytischen Untersuchungsgebiete (1) Cambará do Sul, (2) Serra do Rio Rastro, (3) Morro da Igreja, (4) Serra da Boa Vista, (5) Serra Campos Gerais, (6) Volta Velha, (7) Botucatu, (8) Morro de Itapeva in Campos do Jordão, (9) Catas Altas und (10) Serra dos Orgãos.

südostbrasilianischer Gebirge zwischen 1400 m bis etwa 2000 m zu finden, und zwar zwischen 18° bis 24° in den Bundesstaaten São Paulo, Rio de Janeiro und Minas Gerais. In Campos do Jordão und Itatiaia, zwischen São Paulo und Rio de Janeiro gelegen, befinden sich wohl die bekanntesten Vorkommen. Der Biogeograph Kurt Hueck hat sich bereits in den sechziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts intensiv mit ihrer natürlichen Verbreitung beschäftigt und die hier in Abb. 1 wiedergegebene Verbreitungskarte veröffentlicht (HUECK 1953). Die ursprüngliche Gesamtfläche der Araukarienwälder betrug etwa 200.000 km². Viele Vorkommen wurden vor allem durch die intensive Holznutzung und Gewinnung von Weideland in den letzten Jahrzehnten weitgehend zerstört. Ungewöhnlich ist, dass auf dem südbrasilianischen Hochland teilweise ausgedehnte natürliche Graslandflächen (Campos) vorkommen, obwohl dort ein Waldklima vorherrscht und es daher diese Grasländer gar nicht geben dürfte. HUECK (1966) hat diesen Sachverhalt als Campos-Problem bezeichnet. Nach Süden hin nimmt der Anteil an Grasland zu und dieses bildet oft ein Mosaik mit den Araukarienwäldern.

Der Campos kommt auch im Tiefland in Rio Grande do Sul vor und geht dann in Uruguai und Argentinien in die Pampa über. Die Araukarienwälder und auch der Campos sind sehr artenreich. Die Region der Araukarienwälder wird durch ein feuchtes subtropisches Klima ohne ausgeprägte Trockenperioden mit jährlichen Niederschlägen zwischen >1400 mm und 2400 mm mit Temperaturen zwischen -10 °C und +38 °C charakterisiert (NIMER 1989).

Zur Geschichte der Araukarienwälder und des Campos

Zur Vegetationsgeschichte der Araukarienwälder und des Campos lagen noch vor 25 Jahren so gut wie keine Untersuchungen vor. Es gab nur Vermutungen darüber, wie sich diese subtropischen Wälder entwickelt haben könnten. Eine Auffassung geht dahin, dass die Araukarienwälder während der Kaltzeiten gar nicht auf dem südbrasilianischen Hochland vorkamen, sondern im wärmeren Tiefland. Das isolierte Vorkommen von Araukarien auf einer etwa 300 m hohen Erhebung im südbrasilianischen Küstentiefland in Santa Catarina, wie es von REITZ & KLEIN (1966) beschrieben wurde, mag zum Beispiel für diese Hypothese sprechen.

Eine andere Vorstellung geht davon aus, dass sich die Araukarienwälder weiter in den Norden nach Südostbrasilien verschoben hatten und sich mit Beginn der holozänen Klimaverbesserung zu warmen und feuchten Verhältnissen auf dem südbrasilianischen Hochland wieder nach Süden hin ausbreiteten (COLINVAUX et al. 1996). Hierfür spricht vor allem das extrazonale Vorkommen der erwähnten isolierten Areale in den südostbrasilianischen Gebirgen (Abb. 1).

Die Araukarienwälder und der Campos im Spätpleistozän

Die ersten Ergebnisse von Serra Campos Gerais im Bundesstaat Paraná (BEHLING 1997a) und Serra do Rio Rastro, Boa Vista und Morro da Igreja in Santa Catarina (BEHLING 1993) in Südbrasilien sind überraschend. Araukarien kamen bereits während des Spätglazials ab 14.000 ¹⁴C-J.v.H. (Radiokarbon-Jahre vor Heute) auf dem südbrasilianischen Hochland vor, es gab aber während der letzten Kaltzeit keine ausgedehnten Wälder, sondern nur sehr kleine Waldbestände in geschützten, tiefen Tälern mit ausreichender Feuchtigkeit. Weitere neuere, zeitlich noch weiter zurück reichen Ergebnisse, wie zum Beispiel von Rio Grande do Sul aus Camará do Sul (BEHLING et al. 2004) zeigen, dass es seit 42.000 ¹⁴C-J.v.H. im Pleistozän im südlichen Hochland keine Wälder gab, einzelne Pollenkörner deuten aber auf das Vorkommen von kleinen Araukarien-Populationen. Die kaltzeitliche Landschaft auf dem südbrasilianischen Hochland war demnach überwiegend durch ein waldfreies Grasland gekennzeichnet, vermutlich gab es aber in tief eingeschnittenen Tälern kleine Refugien von Araukarienwäldern und das wohl auch in der trockensten Phase während des letzten Glazial-Maximums (LGM) in Südbrasilien.

Pollenanalytische Studien aus dem atlantischen Küstentiefland (östlich von Curitiba) belegen, dass es dort im Spätpleistozän keine Araukarienwälder gegeben hat (BEHLING & NEGRELLE 2001). Wenn dem so ist, haben sich diese Wälder dann während der letzten Kaltzeit nach Norden in den Südosten Brasiliens verschoben? Dazu liegen Ergebnisse aus den Staaten São Paulo und Minas Gerais vor, und zwar aus Regionen, in denen die heutige natürliche Vegetation überwiegend aus 20 bis 30 m hohen tropischen halbmimmergrünen Wäldern und an trockneren Standorten sogar aus Savannen, Cerrado genannt, besteht. Pollenanalytische Daten von den etwa 32.000 bis 18.000 ¹⁴C-J.v.H. alten organischen Ablagerungen bei Botucatu (230 km westlich der Stadt São Paulo) dokumentieren eine waldfreie Landschaft (BEHLING et al. 1998). Araukarienwälder gab es hier während dieser Zeit nicht, sondern nur Grasland. Rund 650 km weiter nördlicher bei Catas Altas (80 km östlich von der Stadt Belo

Horizonte gelegen) wurde eine weitere Untersuchung für den Abschnitt von >48.000 bis etwa 18.000 ^{14}C -J.v.H. durchgeführt (BEHLING & LICHTHE 1997). Die Ergebnisse zeigen, dass auch hier die Landschaft auf dem Hochland weitgehend waldfrei war. Es gab aber offenbar schmale Galeriewälder entlang der Flüsse. In diesen subtropischen Galeriewäldern kamen interessanterweise Arten und Gattungen vor, die aus Araukarienwäldern stammen, wie zum Beispiel *Drimys brasiliensis*, *Ilex*, *Podocarpus*, *Symplocos* und *Araucaria angustifolia* selbst. Eine Verschiebung der gesamten Araukarienwaldzone aus dem Süden nach Südost-Brasilien kann jedoch nicht belegt werden.

Diese Ergebnisse konnten auch durch die pollenanalytischen Studien an zwei marinen Sedimentkernen (Geo3229-2 und GeoB 3202-1) aus der Küstenregion Südostbrasilien bestätigt werden (BEHLING et al. 2002). Beide Kerne, deren Basis >50.000 bzw. >80.000 ^{14}C -J.v.H. alt ist, beinhalten einen hohen Anteil an von den Flüssen eingetragenen Gräser-Pollen und nur einen geringen Anteil von Pollenkörnern, die aus Araukarienwäldern stammen. Danach gab es während der letzten Kaltzeit nur kleine Bestände von Araukarienwäldern in Brasilien, vermutlich in tiefen, feuchten und geschützten Tälern im Süden und in Form von Galeriewäldern weiter nördlich im Südosten des Landes.

Aus Campos do Jordão im Gebirge von Serra da Mantiqueira, wo heute ein größeres isoliertes Areal von Araukarienwäldern vorkommt, gibt es ebenfalls eine pollenanalytische Studie an organischen Ablagerungen aus einem kleinen Becken, das in einer Höhe von 1850 m liegt (BEHLING 1997b). Dort gab es während des LGM s nur Grasland und keine Araukarienwälder. Erst aus dem Spätglazial sind Belege für vereinzelte Araukarien-Vorkommen bekannt. Kleine spätglaziale Vorkommen konnten auch in der Serra do Mar östlich von Rio de Janeiro nachgewiesen werden (BEHLING et al. 2010). Seit dem Holozän gibt es dort im Gebirge von Serra dos Orgãos aber keine Vorkommen mehr.

Anhand vegetationsgeschichtlicher Rekonstruktionen lassen sich auch paläoklimatische Interpretationen durchführen. Da Araukarien an bestimmte Klimaverhältnisse gebunden sind, wie keine zu strengen Fröste (maximal etwa $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$), keine langen Trockenzeiten und jährliche Niederschläge von mindestens 1400 mm (GOLTE 1978, HUECK 1966), sind sie ideale Klimaindikatoren. Eine wichtige Schlussfolgerung ist, dass es während des LGM im tropischen Südbrasilien deutlich trockener und kälter war (BEHLING & LICHTHE 1997). Die Temperaturen lagen im Jahresdurchschnitt um mindestens 5 bis 7 $^{\circ}\text{C}$ niedriger als heute. Auch ist von strengen Frösten während der australen Wintermonate auszugehen.

Die Araukarienwälder und der Campos im Holozän

Durch die nacheiszeitliche Klimaverbesserung breiteten sich zu Beginn des Holozäns die Araukarienwälder auf dem südbrasilianischen Hochland aus und verdrängten das Grasland. So die allgemeine Auffassung (z.B. AB'SABER 1977); doch die pollenanalytischen Ergebnisse stimmen damit nicht überein. Große Gebiete des südbrasilianischen Hochlandes waren während des frühen und mittleren Holozäns überwiegend mit Campos bedeckt (BEHLING 1995, 1998, 2001, 2002, BEHLING et al. 2002); Araukarienwälder gab es nur in Form von schmalen Galeriewäldern in feuchten und geschützten Tälern. Erst im späten Holozän vor etwa 3500 bis 3000 Jahren konnten sich die Araukarienwälder wohl überwiegend in Form größerer Galeriewälder etwas Raum gegenüber dem Campos verschaffen. Zu einer starken Ausbreitung kam es aber erst vor etwa 1000 Jahren (Rio Grande do Sul und Santa Catarina) bzw. 1500 Jahren (Paraná), also offensichtlich erst viel später als nach der gängigen Vorstellung erwartet.

Diese paläoökologischen Ergebnisse lösen auch das von HUECK (1966) aufgezeigte Cam-

pos-Problem. Die offene Frage war: Warum gibt es auf dem südbrasilianischen Hochland so viele und zum Teil große offene Campos-Flächen, obwohl doch ein Waldklima vorherrscht und das Hochland mit Araukarienwäldern bewachsen sein müßte? Die Vermutung, es handle sich dabei bereits um überwiegend durch die ersten Siedler geschaffenes Grasland, hat sich als falsch herausgestellt (HUECK 1966). Diese Erkenntnis ist auch sehr wichtig für den Schutz der ursprünglichen Campos-Gebiete auf dem Hochland (BEHLING & PILLAR 2008). Die Araukarienwälder haben sich nach den pollenanalytischen Resultaten erst sehr spät auf dem Hochland ausgebreitet und konnten dieses daher noch nicht vollständig besiedelt haben. Eigentlich wäre wohl das ganze südbrasilianische Hochland unter den heutigen Klimabedingungen in der Zukunft nahezu vollständig von Araukarienwäldern eingenommen worden, wenn der Mensch dies durch seine intensive Landnutzung nicht verhindert hätte.

Es ist davon auszugehen, dass ungünstige Klimaverhältnisse, wie eine jährliche Trockenzeit von vermutlich etwa 3 Monaten, die Ausbreitung der Araukarienwälder im frühen Holozän verhindert haben (BEHLING 1997a). Erst im späten Holozän und vor allen in den letzten 1500/1000 Jahren wurde es deutlich feuchter und lange Trockenperioden blieben aus.

Auch für Südostbrasilien gibt es deutliche Hinweise, die belegen, dass dort im frühen Holozän die jährliche Trockenzeit viel länger dauerte als heute (BEHLING 1995). Im Gebirge von Campos do Jordão war z.B. auch die floristische Zusammensetzung der Araukarienwälder - mit einem höheren Anteil von *Symplocos*-Bäumen und wenig *Araucaria* und *Podocarpus* - anders als im späten Holozän (BEHLING 1997b).

In Südostbrasilien konnten sich die Araukarien in dem trockenen und warmen postglazialen Klima nicht behaupten. Tropische halblaubwerfende Wälder, oder in noch trockeneren Gebieten Savannen (Cerrado), ersetzten das subtropische Grasland einschließlich seiner Gale-riewälder. Die Araukarien konnten nur noch in die wenigen feuchten und kühleren Gebirgs- regionen ausweichen und bildeten so ihre heutigen isolierten Areale.

Bei der holozänen Ausbreitung der Araukarien hat vermutlich auch der Mensch eine gewisse Rolle gespielt. Ihre relativ großen Samen sind essbar und waren für die indigene Bevölkerung eine wichtige Nahrungsquelle. Araukariensamen mögen so über größere Strecken, z. B. vom Hochland ins Tiefland, transportiert worden sein. Dies mag vielleicht auch der Grund sein, warum es auch im Küstentiefland an wenigen Stellen Araukarien gibt oder gegeben hat.

Der Mensch hat bereits im Spätglazial verschiedene Regionen Südamerikas erreicht (siehe z.B. DILLEHAY et al. 1992; ROOSEVELT et al. 1996; BEHLING 1996). Sein Einfluss auf die Umwelt war durch die relativ kleinen Populationen zu dieser Zeit noch nicht sehr groß. Durch Menschen verursachte Brände (z.B. bei der Jagd auf Tiere) können jedoch schon einen bedeutenden Einfluss auf Ökosysteme gehabt haben. Die Häufigkeit der Brände hat im frühen Holozän zu unterschiedlichen Perioden in den verschiedenen Regionen Südbrasilien zuge- nommen, zum Beispiel auch in der Serra Campos Gerais oder Cambará do Sul Region, (BEH- LING 1997a; BEHLING et al. 2004). Während der glazialen Periode waren Brände auf dem südbrasilianischen Hochland jedoch eher selten. Von einem stärkeren Eingriff des Menschen in die Umwelt ist seit dem mittleren und vor allem seit dem späten Holozän ab etwa 3000 Jah- ren auszugehen.

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Die pollenanalytischen Studien an mehrten terrestrischen und marinen Sedimentkernen geben neue und interessante Einblicke in die spätquartäre Dynamik von Vegetation und Klima

im südlichen und südöstlichen Brasilien.

Die paläoökologischen Forschungen zeigen, dass auch die Tropen und Subtropen während des Spätquartärs starken Veränderungen unterworfen waren. Ökosysteme haben sich sowohl in ihrer Artenzusammensetzung als auch in ihrer Verbreitung im Spätpleistozän und im Holozän verändert. Auch der Beginn und die Intensität menschlicher Eingriffe kann durch die Pollenanalyse und Analyse von karbonisierten Partikeln ermittelt werden.

Die Ökosysteme in Südost- und Südbrasilien waren während des Pleistozäns und auch während des Holozäns einem starken Wandel unterworfen. Das heute noch in kleinen Gebieten auf dem südbrasilianischen Hochland vorkommende Grasland war während der letzten Kaltzeit, insbesondere während des LGM, weit in den Südosten Brasiliens ausgedehnt. Subtropisches Grasland gab es auch im südlichen, heute tropischen atlantischen Tiefland. Die vermutete Verschiebung der Araukarienwaldzone von Süd- nach Südostbrasilien lässt sich nicht bestätigen. Das pleistozäne Klima war dafür in Südostbrasilien viel zu trocken. Araukarienwälder gab es vermutlich nur in Form von kleinen Refugialgebieten in Form von schmalen Galeriewäldern im Hochland von Südostbrasilien und in Form von kleinen Refugien in tiefen und geschützten Tälern auf dem Hochland im südlichen Brasilien.

Die ermittelte durchschnittliche Jahresmitteltemperatur war während des LGM um 5 - 7 °C niedriger. Die antarktischen Kaltfronten müssen während des Pleistozäns intensiver gewesen und wesentlich weiter nach Norden vorgedrungen sein.

Die südbrasilianischen Araukarienwälder haben sich nicht mit Beginn des Holozäns, sondern – unerwartet – erst sehr spät ab etwa 3500 - 3000 14C-J.v.H. und insbesondere in den letzten 1500 bis 1000 Jahren ausbreiten können, bedingt durch ein deutlich feuchteres Klima ohne ausgeprägte Trockenperioden.

Literatur

- AB'SABER, A.N. (1977): Espaços ocupados pela expansão dos climas secos na América do Sul, por ocasião do períodos glaciais quaternários. – *Paleoclimas* **3**: 1-19.
- BEHLING, H. (1993): Untersuchungen zur spätpleistozänen und holozänen Vegetations- und Klimageschichte der tropischen Küstenwälder und der Araukarienwälder in Santa Catarina (Südbrasilien). – *Dissertationes Botanicae* **206**. J. Cramer, Berlin, 149pp.
- BEHLING, H. (1996): First report on new evidence for the occurrence of *Podocarpus* and possible human presence at the mouth of the Amazon during the Late-glacial. – *Vegetation History and Archaeobotany* **5**, 241-246.
- BEHLING, H. (1997a): Late Quaternary vegetation, climate and fire history in the Araucaria forest and campos region from Serra Campos Gerais (Paraná), S Brazil. – *Review of Palaeobotany and Palynology* **97**: 109-121.
- BEHLING, H. (1997b): Late Quaternary vegetation, climate and fire history from the tropical mountain region of Morro de Itapeva, SE Brazil. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **129**: 407-422.
- BEHLING, H. (1998): Late Quaternary vegetational and climatic changes in Brazil. – *Review of Palaeobotany and Palynology* **99**: 143-156.
- BEHLING, H. (2002): South and Southeast Brazilian grasslands during Late Quaternary times: a synthesis. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **177**: 19-27.
- BEHLING, H., ARZ, H. W., PÄTZOLD, J. & WEFER, G. (2002): Late Quaternary vegetational and climate dynamics in southeastern Brazil, inferences from marine core GeoB 3229-2 and GeoB 3202-1. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **179**: 227-243.
- BEHLING, H., BAUERMANN, S.G. & NEVES, P.C. (2001): Holocene environmental changes from the São Francisco de Paula region, southern Brazil. – *Journal of South American Earth Sciences* **14**: 631-639.
- BEHLING, H. & LICHTHE, M. (1997): Evidence of dry and cold climatic conditions at glacial times in

- tropical Southeastern Brazil. – *Quaternary Research* **48**: 348-358.
- BEHLING, H., LICHTÉ, M. & MIKLOS, A. W. (1998): Evidence of a forest free landscape under dry and cold climatic conditions during the last glacial maximum in the Botucatú region (São Paulo State), Southeast Brazil. – *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula* **11**: 99-110.
- BEHLING, H. & NEGRELLE, R.R.B. (2001): Late Quaternary tropical rain forest and climate dynamics from the Atlantic lowland in southern Brazil. – *Quaternary Research* **56**: 383-389.
- BEHLING, H., PILLAR, V. ORLÓCI, L. & BAUERMANN, S.G. (2004): Late Quaternary *Araucaria* forest, grassland (Campos), fire and climate dynamics, studied by high resolution pollen, charcoal and multivariate analysis of the Cambará do Sul core in southern Brazil. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **203**: 277-297.
- BEHLING, H. & PILLAR, V. (2008): Vegetation and fire dynamics in southern Brazil during the late Quaternary and their Implication for conservation and management of modern grassland ecosystems. In: SCHRÖDER, H.G. (ed) *Grasslands: Ecology, Management and Restoration*. Nova Science Publishers, 181-194 pp.
- BEHLING, H. & SAFFORD, H.D. (2010): Late-glacial and Holocene vegetation, climate and fire dynamics in the Serra dos Órgãos Mountains of Rio de Janeiro State, southeastern Brazil. – *Global Change Biology* **16**: 1661-1671.
- COLINVAUX, P.A., DE OLIVEIRA, P.E., BUSH, M.B., MILLER, M.C. & STEINITZ-KANNAN, M. (1996): Temperature depression in the lowland tropics in glacial times. – *Climate Change* **32**: 19-33.
- DILLEHAY, T.D., CALDERÓN, G.A., POLITIS, G. & BELTRAO, M.C. DE M.C. (1992): Earliest Hunters and Gatherers of South America. – *Journal of World Prehistory* **6**: 145-204.
- GOLTE, W. (1978): Die südandine und die südbrasilianische Araukarie. Ein ökologischer Vergleich. – *Erdkunde* **32**: 279-296.
- HUECK, K. (1953): Distribuição e habitat natural do Pinheiro do Paraná (*Araucaria angustifolia*). – *Bolm. Fac. Filos. Ciênc. Univ. São Paulo, Bot.* **10**: 1-24.
- HUECK, K. (1966): *Die Wälder Südamerikas*. Fischer, Stuttgart, 422 pp.
- NIMER, E. (1989): *Climatologia do Brasil*. IBGE, Rio de Janeiro, 421pp.
- REITZ P.R. & KLEIN R.M. (1966): *Araucariáceas*. Flora Ilustrada Catarinense.
- ROOSEVELT, A.C., LIMA DA COSTA, M., LOPES MACHADO, C., MICHAB, M., MERCIER, N., VALADAS, H., FEATHERS, J., BARNETT, W., IMAZIO DA SILVEIRA, M., HEDERSON, A., SLIVA, B., CHERNOFF, B., REESE, D.S., HOLMAN, J.A., TOTH, N. & SCHICK, K. (1996): Paleoindian cave dwellers in the Amazon: The peopling of the Americas. – *Science* **272**: 373-384.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Hermann Behling, Abteilung Palynologie und Klimadynamik, Georg-August-Universität Göttingen, Untere Karspüle 2, D-37073 Göttingen

E-mail: Hermann.Behling@bio.uni-goettingen.de

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 2015

Band/Volume: [27](#)

Autor(en)/Author(s): Behling Hermann

Artikel/Article: [Die Entwicklung der Araukarienwälder und des Campos im südlichen Brasilien im Spätquartär 146-152](#)