

Die magnetische Nestausrichtung der australischen Kompassstermite *Amitermes meridionalis*

Autor(en): **Duelli, Peter / Duelli-Klein, Renate**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Entomologique Suisse = Journal of the Swiss Entomological Society**

Band (Jahr): **51 (1978)**

Heft 4

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-401893>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Die magnetische Nestsaustrichtung der australischen Kompassstermte *Amitermes meridionalis*

PETER DUELLI* und RENATE DUELLI-KLEIN

Department of Neurobiology, Research School of Biological Sciences,
Australian National University, Canberra, Australien

*The magnetic termite mounds of *Amitermes meridionalis** – Exact measurements of the strict north-south orientation of the wedgeshaped mounds of the Australian compass termite *A. meridionalis* FROGGATT around Darwin show that their mean longitudinal direction coincides exactly (0.44°) with magnetic north. At Darwin «true north» ist 3.6° west of magnetic north and thus lies well off the confidence limits of the actually measured nest directions. We therefore suggest that magnetoperception is responsible for the alignment, contradicting current theories which consider the radiation of the sun to be the basic orientation factor.

Auf einer Touristenkarte der Umgebung Darwins (Northern Territory, Australien) findet man 30 km südlich von Darwin den Hinweis auf «numerous magnetic anthills». Dabei handelt es sich um die spektakulären Nestbauten von *Amitermes meridionalis* FROGGATT, einer Termitenart, deren Verbreitungsgebiet auf die Region um Darwin beschränkt ist. Das Auffälligste an diesen grauen, grabsteinartigen Termitenbauten ist die exakte Nord-Süd-Ausrichtung ihrer Längsachsen (Abb. 1–3). Die Nester können bis gegen 4 m hoch und 3 m lang werden, dagegen ist ihre Schmalseite an der Basis nur etwa 20–40 cm breit und verjüngt sich gegen oben keilförmig (Abb. 2). Die obere Kante ist unregelmässig gezackt (Abb. 1). Zudem sind die Nester im hier untersuchten Gebiet häufig gegen Westen leicht konkav.

Bereits 1897 beschrieb der Geologe JACK diese meridionale Nestsaustrichtung bei einer nahe verwandten Art (evtl. *A. laurensis* MJÖBERG) auf der Cape York-Halbinsel und berichtete, dass dort die «tombstones» bei den Einwohnern als Zielobjekte bei Speerwurf- und Schiessübungen sehr beliebt seien. Weitere Beschreibungen von ausgerichteten Termitenbauten finden sich bei HILL (1942), SERVENTY (1967), im Katalog der australischen Termiten von GAY & CALABY (1970) und schliesslich in GRIGG (1973) und GRIGG & UNDERWOOD (1977).

A. meridionalis mit ihrem lokalen Verbreitungsgebiet um Darwin ist die einzige Art, die immer streng Nord-Süd ausgerichtete Nester baut. Bei zwei anderen tropischen Arten, *A. vitiosus* HILL in Nordostaustralien und *A. laurensis*, die von Nordqueensland bis in die Gegend von Darwin vorkommt, ist die Nestsaustrichtung von der Bodenbeschaffenheit abhängig; nur in schlecht gelüfteten und häufig überschwemmten Gebieten ist die Längsachse meridian ausgerichtet.

Sehr bald erhob sich die Frage nach der biologischen Bedeutung dieser Bauweise, was zu verschiedenen Hypothesen führte. So vermutete JACK (1897), dass bei dieser Konstruktionsart infolge der grossen Oberfläche pro Volumeneinheit neu

*Derzeitige Adresse: University of California, Dept. of Entomological Sciences,
Div. of Biological Control, Berkeley, California, USA

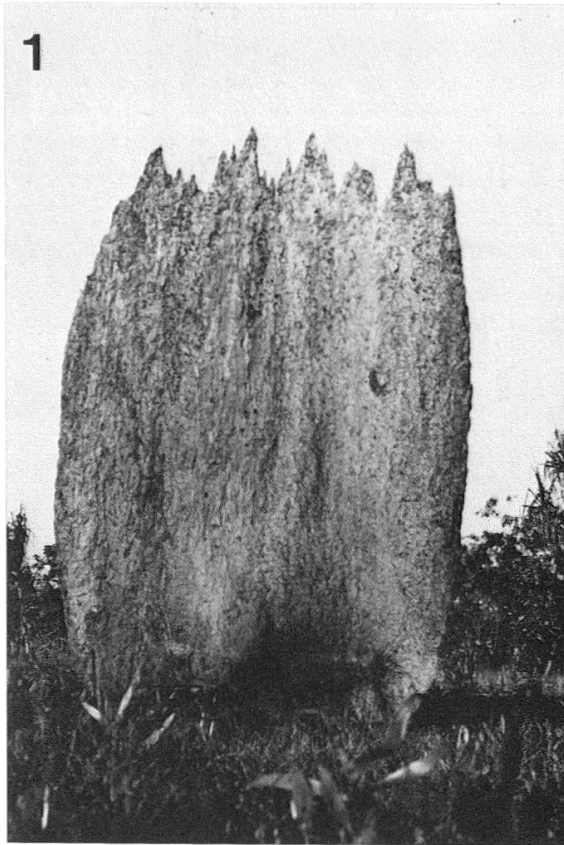


Abb. 1-3: Nesthügel der nordaustralischen Kompassstermte *Amitermes meridionalis*: Westseite eines 210 cm hohen Nestes mit der charakteristisch gezackten oberen Kante (Abb. 1); Aufnahme desselben Nestes, genau von Norden her photographiert (Abb. 2). Die scharfkantige Schmalseite wird durch die Abendsonne hervorgehoben. Am Rande der von den Einwohnern als «graveyard flats» bezeichneten Ebenen (Abb. 3) sind einzelne der Nester von lichten Bäumen teilweise beschattet, was keinen messbaren Einfluss auf ihre exakte Nord-Süd-Ausrichtung hat.

gebaute Teile schneller trocknen können, was vor allem in der Regenzeit von Bedeutung wäre, während MJÖBERG (zitiert in HILL, 1942) in der Nord-Süd-Ausrichtung einen Schutz gegen Windböen und Hagel sah. Diese Hypothese ist für die Region um Darwin kaum stichhaltig, da die Sturmwinde, die tatsächlich oft beträchtlichen Schaden anrichten, hier meist aus Süd-Osten kommen. Heute ist man der Ansicht, dass die Nord-Süd-Ausrichtung der Nester vor allem der Temperaturregulation dient (HILL, 1942; GAY & CALABY, 1970; GRIGG, 1973). Im Gegensatz zu gewissen afrikanischen Termiten, die zur Aufrechterhaltung einer konstanten Temperatur im Nestinnern ein kompliziertes System von Luftschächten und dicken Aussenwänden um den eigentlichen Nestkern besitzen (LÜSCHER, 1961), sind die Nester der australischen *Amitermes*-Arten durchgehend porös gebaut, und ein internes Lüftungssystem fehlt. Durch die Nord-Süd-Orientierung wird der Sonne in der heissesten Tageszeit lediglich eine kleine Fläche zugekehrt. Da Darwin zwischen dem südlichen Wendekreis und dem Äquator liegt, scheint die Sonne über Mittag aus zenitnaher Position je nach Jahreszeit genau von Norden oder Süden. Morgens und abends dagegen wärmt die tiefstehende Sonne die ost- bzw. westexponierte Breitseite des Nestes. GRIGG (1973) zeigte mit einem Experiment, bei dem er Termitennester (*A. laurensis*) an der Basis absägte und um 90° drehte, dass bei West-Ost-Orientierung die Innentemperatur über Mittag auf 40–42° anstieg, wogegen in den gleichzeitig gemessenen Kontrollnestern mit Nord-Süd-Ausrichtung die Temperatur tagsüber immer zwischen 33 und 35° blieb. Weiter bestätigte er die Vermutung SERVENTYS (1967), dass die alternative Erwärmung der Ost- und Westseite während des Tages eine gewisse Luftzirkulation im Nest verursacht, was einerseits zur Kühlung beiträgt und andererseits den O₂/CO₂-Austausch erleichtert. Die Bauweise von *A. meridionalis* kann daher wohl als eine Alternative zu dem von LÜSCHER (1961) beschriebenen internen Lüftungssystem bei hochevo-luiernten Macrotermes-Arten betrachtet werden.

Die bisherige Literatur zur Nestausrichtung von *Amitermes* befasst sich vor allem mit der biologischen Bedeutung dieser auffälligen Bauweise. Die Frage nach dem zugrunde liegenden Orientierungsmechanismus verlor sich dabei etwas in den Spekulationen über den Zweck. Trotz des in Australien allgemein bekannten Ausdrucks «magnetic anthill» wurde bisher die Bedeutung des Erdmagnetfeldes als orientierender Faktor beim Nestbau nicht untersucht. Die schon auf den ersten Blick eindruckliche Genauigkeit der Nord-Süd-Ausrichtung war für uns der Anlass zu den hier beschriebenen Messungen, da uns die in Australien vertretene Hypothese einer Nestausrichtung als direkte oder indirekte Folge der Sonneneinstrahlung nicht überzeugte.

MATERIAL UND METHODE

A. meridionalis kommt ausschliesslich in einem Umkreis von höchstens 80 km um Darwin vor. Von den 50 bekannten *Amitermes*-Arten in Australien bauen nur die 3 eingangs erwähnten tropischen Arten *A. meridionalis*, *A. laurensis* und *A. vitiosus* nord-süd-orientierte Nester. Das untersuchte Nestgebiet liegt 30 km SSW von Darwin, an der Strasse nach Mandorah, 19 km nach Tumbling Waters (12.68°S, 130.79°E). In einem Feld von 50 x 100 m wurden alle intakten Nester, die höher als 1,5 m waren (n = 25), ausgemessen.

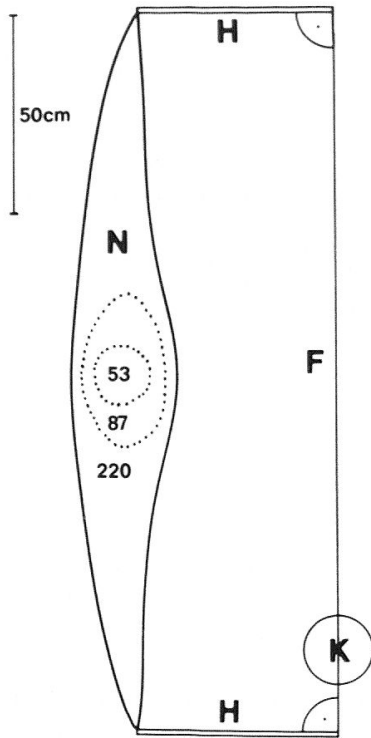


Abb. 4: Halbschematisches Profil eines 220 cm hohen Nesthügels (N) von *Amitermes meridionalis* in einer Höhe von 100 cm, wo mit Hilfe von zwei mit einem Faden (F) verbundenen Holzstäben (H) und einem Kompass (K) die genaue Richtung der Längsachse gemessen wurde. Die punktierten Profile sind halbschematische Grundrisse von jungen Nestern. Bei einem Nest von 53 cm Höhe waren noch keine Anzeichen einer Nord-Süd-Ausrichtung erkennbar, wogegen ein 87 cm hohes Nest schon einen deutlich ovalen Grundriss aufwies. Die zentrale Ausbuchtung ist auch bei «ausgewachsenen» Nestern meist noch erkennbar. Die Schmalseiten sind häufig leicht gegen Westen geneigt.

Vorgehen: Zwei dünne Holzstäbe von 50 cm Länge wurden beidseits in einem rechten Winkel zur Längsachse des Nestes an die scharfkantigen Schmalseiten gehalten, wobei das eine Ende des Stabes mit der Nestkante bündig und das andere Ende durch einen Faden mit dem entsprechenden Ende des anderen Stabes verbunden war (Abb. 4). Es wurde streng darauf geachtet, dass der horizontal gespannte Faden mit beiden Stäben einen rechten Winkel bildete. Die Richtung des Fadens konnte mit einem Kompass auf 1° genau abgelesen werden. Alle Nester wurden in einer Höhe von 1 m ausgemessen. Wiederholte Messungen ergaben auf der 1° -Skala keine erkennbaren Abweichungen.

Die geringe Streuung der Werte erlaubt eine lineare Behandlung der Messdaten, da erst Winkelwerte, die sich über mehr als 80° verteilen, eine Kreisstatistik erfordern (BATSCHULET, 1965). Der Vertrauensbereich wurde nach SACHS (1969) berechnet.

RESULTAT

Wie Abb. 5 zeigt, streuen die Messwerte erstaunlich wenig. Die Extremwerte von 25 Messungen liegen nur 11° auseinander. Die mittlere Richtung der Längsachsen weicht lediglich 0.4° von der magnetischen Nordrichtung ab.

In Darwin beträgt die erdmagnetische Deklination 3.6° Ost, d.h. der geographische Nordpol liegt 3.6° westlich der magnetischen Nordrichtung. Aus der geringen Streuung der Messdaten (Standard-Abweichung $\pm 3.0^\circ$) folgt ein mittlerer Fehler des Mittelwertes (S_m) von nur 0.6° . Mit den Signifikanzschwellen nach «student» ergeben sich bei $p = 0.01$ Vertrauensgrenzen von $\pm 1.7^\circ$.

Die geographische Nordrichtung liegt somit hochsignifikant ausserhalb des Vertrauensbereiches unserer Messwerte. Statistisch gesehen fallen dadurch Orientierungsparameter, deren Referenzachse die geographische Nordrichtung ist (z.B. Sonnenazimut) als massgebliche Faktoren der Nestorientierung in diesem Gebiet ausser Betracht.

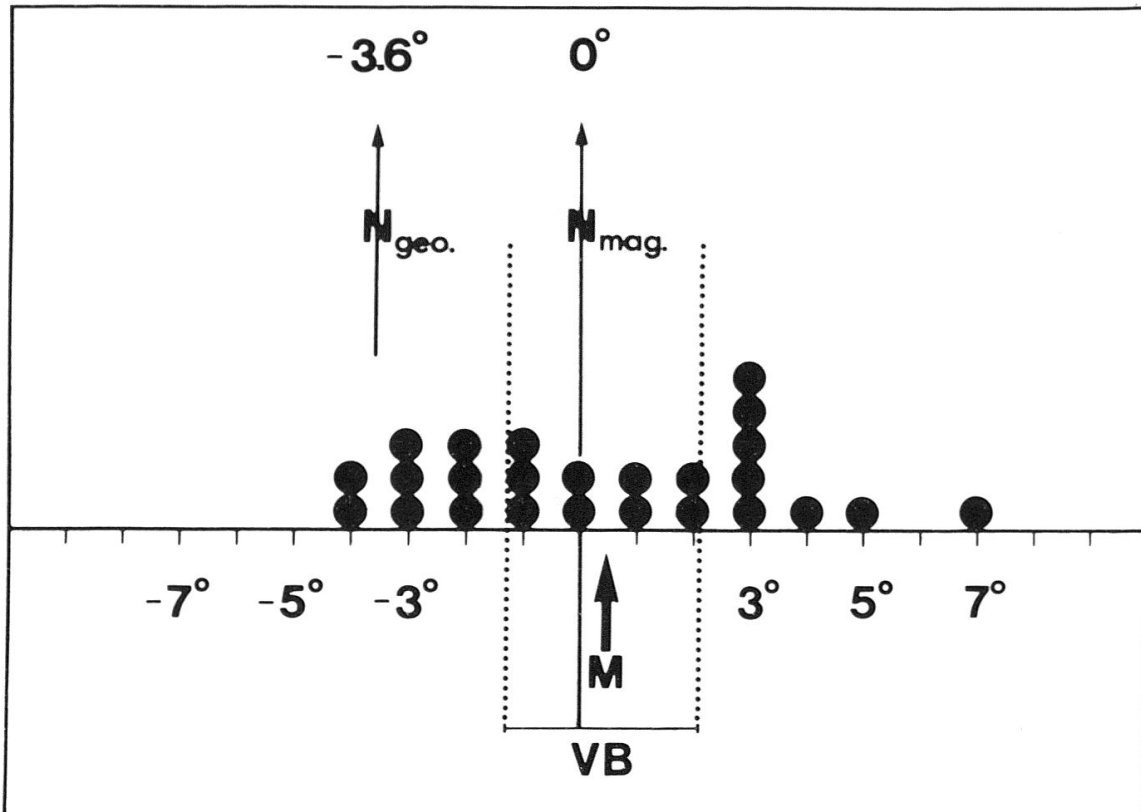


Abb. 5: Winkelwerte der 25 gemessenen Längsrichtungen, bezogen auf die magnetische Nordrichtung (0°). Der Mittelwert (M) liegt bei 0.44°. Der für eine Signifikanzschwelle von 0.01 berechnete Vertrauensbereich (VB) reicht von +2.1° bis -1.3°. Die geographische Nordrichtung (N_{geo.}) in Darwin liegt bei -3.6° und somit weit ausserhalb des Vertrauensbereiches.

DISKUSSION

In Arbeiten, die sich mit der Orientierung im Erdmagnetfeld bei verschiedenen Insekten befassen, wurde gelegentlich die Vermutung geäußert, die australischen Kompassstermiten könnten ihren Nestbau nach den magnetischen Feldlinien richten (BECKER, 1964; MARTIN & LINDAUER, 1973). Unsere Messungen deuten nun tatsächlich auf eine solche Möglichkeit hin, obschon damit noch kein direkter Beweis vorliegt. Dazu müsste man eine *Amitermes*-Population für längere Zeit im künstlichen Magnetfeld einer Helmholtz-Spule halten, und dessen Einfluss auf die Baurichtung testen. Wesentlich einfacher wäre es natürlich, die Nestsaustrichtung in Gebieten mit verschiedener Deklination auszumessen, doch ist dieses Vorgehen durch das beschränkte Verbreitungsgebiet von *A. meridionalis* leider ausgeschlossen. Die beiden anderen *Amitermes*-Arten, deren Vorkommen weniger eingeschränkt ist, bauen nur auf feuchtem Boden meridian ausgerichtete Nester, was eine statistische Behandlung erschwert.

GRIGG & UNDERWOOD (1977) massen die Nestrictungen von *A. laurensis* in Arnhemland (Northern Territory), wobei sie eine durchschnittliche Abweichung von der geographischen Nordrichtung von 8.4° beobachteten. Bei einer Deklination von 4° liegt die magnetische Nordrichtung trotz der beträchtlichen Streuung ihrer Werte ausserhalb des Vertrauensbereiches. Die Autoren ziehen daher eine Beteiligung des Magnetfeldes nicht in Betracht.

Dass Termiten die Richtung des Erdmagnetfeldes wahrnehmen, zeigten schon Beobachtungen von BECKER (1963a, 1964), der die Ruhestellung von Imagi-

nes der Gattungen *Macrotermes* und *Odontotermes* mit künstlichen Magnetfeldern verändern konnte. Spätere Versuche (BECKER, 1971) ergaben, dass afrikanische *Coptotermes* und indische *Heterotermes* die Baurichtung ihrer überdachten Galerien vom Nest zum Futterplatz änderten, wenn sie in ein künstliches Magnetfeld gebracht wurden.

Nach MARTIN & LINDAUER (1973) orientieren auch Bienen ihren Wabenbau mit Hilfe des Erdmagnetfeldes (die Autoren geben zudem einen guten Überblick über die Problematik der Magnetoperzeption). In einer neueren Arbeit zeigen KISLIUK & ISHAY (1977), dass ein zusätzlich gebotenes magnetisches Feld die Nestbauichtung von *Vespa orientalis* L. systematisch verändert.

Diese Befunde machen deutlich, dass eine Beteiligung des Erdmagnetfeldes bei der Nestsauichtung von *A. meridionalis* durchaus in Betracht gezogen werden kann. Sowohl in dem von GRIGG & UNDERWOOD (1977) wie von uns untersuchten Gebiet standen einzelne Nesthügel im Halbschatten von Bäumen, doch wich die Richtung dieser Nester weder bei *A. laurensis* noch bei *A. meridionalis* signifikant von den übrigen Messungen ab. Dies kann als weiteres Argument gegen einen massgeblichen Einfluss der Wärmestrahlung der Sonne als Orientierungsfaktor gewertet werden. Bei *Amitermes* sind alle am Nestbau beteiligten Termiten blind, so dass optische Orientierungshilfen ausser Betracht fallen.

Aus der bisherigen Literatur und aufgrund unserer Messungen kommen wir zum Schluss, dass sich der Nestbau bei den drei erwähnten tropischen *Amitermes*-Arten mit grosser Wahrscheinlichkeit nach den erdmagnetischen Feldlinien orientiert. Die mehrfach beschriebene Tatsache, dass viele Nester auf der Westseite leicht konkav sind, mag darauf beruhen, dass abends die Nord- und Südkante auf der Westseite länger warm bleiben, und dadurch die nächtliche Bauaktivität auf dieser Seite stärker ist. Bei den weniger strikt meridian ausgerichteten Bauten von *A. laurensis* scheinen nichtmagnetische Umwelteinflüsse einen grösseren Einfluss zu haben.

LITERATUR

- BATSCHLET, E. 1965. *Statistical methods for the analysis of problems in animal orientation and certain biological rhythms*. Am. Inst. of Biol. Sciences, Washington.
- BECKER, G. 1963a. *RuheEinstellung nach der Himmelsrichtung, eine Magnetfeldorientierung bei Termiten*. Naturwissenschaften 50, 455.
- BECKER, G. 1964. *Reaktion von Insekten auf Magnetfelder, elektrische Felder und atmosphärische*. Z. ang. Ent. 54, 75-88.
- BECKER, G. 1971. *Magnetfeld-Einfluss auf die Galeriebau-Richtung bei Termiten*. Naturwissenschaften 58, 60.
- GAY, F.J. & CALABY, J.H. 1970. *Termites of the Australian region*. In Krishna, K. & Weesner (eds.), *Biology of Termites*, vol. 2, 393-448. Academic Press, Inc., New York.
- GRIGG, G.C. 1973. *Some consequences of the shape and orientation of «magnetic» termite mounds*. Aust. J. Zool. 21, 231-237.
- GRIGG, G.C. & UNDERWOOD, A.J. 1977. *An analysis of the orientation of «magnetic» termite mounds*. Aust. J. Zool. 25, 87-94.
- HILL, G.F. 1942. *Termites (Isoptera) from the Australian region*. CSIR: Melbourne.
- JACK, R.L. 1897. *Notes on the «meridional ant-hills» on the Cape York Peninsula*. Proc. R. Soc. Qd 12, 99-100.
- KISLIUK, M. & ISHAY, J. 1977. *Influence of an additional magnetic field on hornet nest architecture*. Experimentia 33/7, 885-887.
- LUSCHER, M. 1961. *Air-conditioned termite nests*. Scient. Am. 205, 138-145.
- MARTIN, H. & LINDAUER, M. 1973. *Orientierung im Erdmagnetfeld*. Fortschritte der Zoologie 21, 211-228.
- SACHS, L. 1969. *Statistische Auswertungsmethoden*. Springer: Berlin, Heidelberg, New York; 2. Auflage.
- SERVENTY, V. 1967. *Nature Walkabout*. A.H. and A.W. Reed, Sydney.