

Die Kohlendioxid-Konzentration der Luft in Nestern der Kahlrückigen Roten Waldameise, *Formica polyctena* Foerst. (Hymenoptera, Formicidae)

W. Kirchner

1. Einführung

Die zuweilen bis über 1,50 m hohen Nestkuppeln der hügelbauenden *Formica*-Arten gehören in unseren heimischen Wäldern zu den beeindruckendsten Bauten, die von Insekten errichtet werden. Daß Waldameisennester in der Vergangenheit Gegenstand zahlloser Untersuchungen waren, verdanken sie nicht allein der Bewunderung für die Bauleistung ihrer Bewohner, sondern auch der Entdeckung, daß in der Nestkuppel während der Vegetationsperiode Temperaturen zwischen 20 und 30°C herrschen - auch während sonnenarmer Witterungsperioden, in denen die Außentemperaturen deutlich unter 20°C absinken.

Der Temperatur in der Nestkuppel von *Formica* sind zahlreiche Untersuchungen gewidmet worden; ein anderer Aspekt des Nestmilieus - die Zusammensetzung der Luft - blieb dagegen bisher fast völlig unbeachtet (Ausnahme: PORTIER & DUVAL 1929). Dabei erscheint insbesondere die CO₂-Konzentration von besonderem Interesse, denn dieses Gas führt bereits bei Konzentrationen von einigen Tausend ppm zu einer deutlichen Reduktion des Atmungsstoffwechsels der Waldameisen (KIRCHNER, unveröff.) und wirkt in hohen Konzentrationen sogar narkotisierend.

Rein theoretisch betrachtet sind in einem Waldameisennest hohe CO₂-Anreicherungen zu erwarten: Zum einen besteht die Nestkuppel aus zahllosen pflanzlichen Partikeln, die durch ein großes Spektrum verschiedenster Mikroorganismen (und auch tierischer Kleinlebewesen) unter Freisetzung von CO₂ schnell zersetzt werden. Zum anderen leben in einem starken Waldameisenvolk auf engstem Raum einige Hunderttausend ständig atmender Arbeiterinnen zusammen, welche die Luft aufgrund ihres (wärmebedingt) intensiven Stoffwechsels in erheblichem Maße mit Kohlendioxid anreichern. Nach Labormessungen von KNEITZ 1965 gibt eine Waldameisenarbeiterin bei 25°C im Mittel $8,42 \pm 0,85$ mm³ CO₂/h ab. Aus solchen Daten errechnet sich - angenommen, das Waldameisennest wäre ein abgeschlossenes System - bereits für einen Zeitraum von wenigen Stunden eine CO₂-Anreicherung von einigen Prozent; dabei ist das Mikroorganismen-CO₂ noch gar nicht berücksichtigt.

Der Stoffwechselkollaps der Ameisenarbeiterinnen, der aufgrund dieser CO₂-Anreicherung zu erwarten wäre, wurde indessen in der Natur nie beobachtet. Dies läßt vermuten, daß Waldameisen - entgegen den theoretischen Erwartungen - in ihren Nestern keinen stoffwechselschädlichen CO₂-Konzentrationen ausgesetzt sind. Es war Ziel der vorliegenden Untersuchung zu überprüfen, ob dies zutrifft, und - wenn ja - herauszufinden, welche Gründe es dafür geben könnte.

2. Material und Methoden

Bisher habe ich an vier Waldstandorten der Nordeifel (Breinig, Strauch, Schmidt und Bergstein) in unterschiedlichen Baumbeständen insgesamt rund 40, in der Größe sehr variierende Nester der Kahlrückigen Roten Waldameise (*Formica polyctena* Foerst.) untersucht. Für den größten Teil dieser Nester liegen Meßdaten von wenigstens zwei jahreszeitlich unterschiedlichen Zeitpunkten vor; einzelne Nester habe ich - über das Jahr verteilt - mehrfach gemessen, besonders häufig das in dieser Veröffentlichung wiederholt erwähnte "Gatternest" - ein nahe dem Ort Breinig gelegenes Nest, das geschützt vor menschlichen Störungen auf einer eingegatterten Fläche liegt.

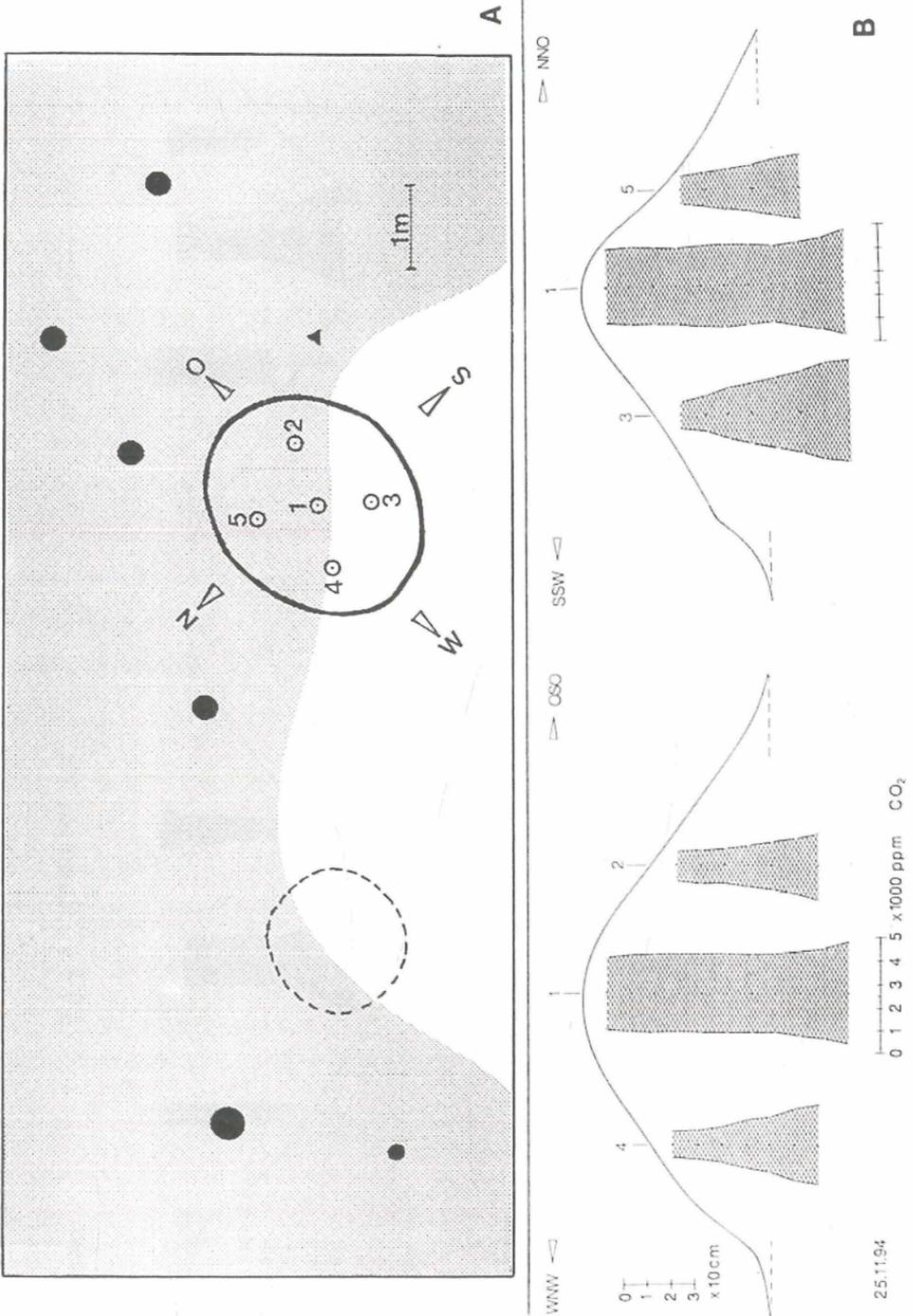
Des Vergleiches wegen habe ich nicht nur bewohnte, sondern auch einige verlassene Waldameisennester in meine Messungen einbezogen. Eines dieser "toten" Nester liegt in unmittelbarer Nachbarschaft des Gatternestes (vgl. Abb. 1A) - eine für einen Vergleich besonders günstige Gegebenheit.

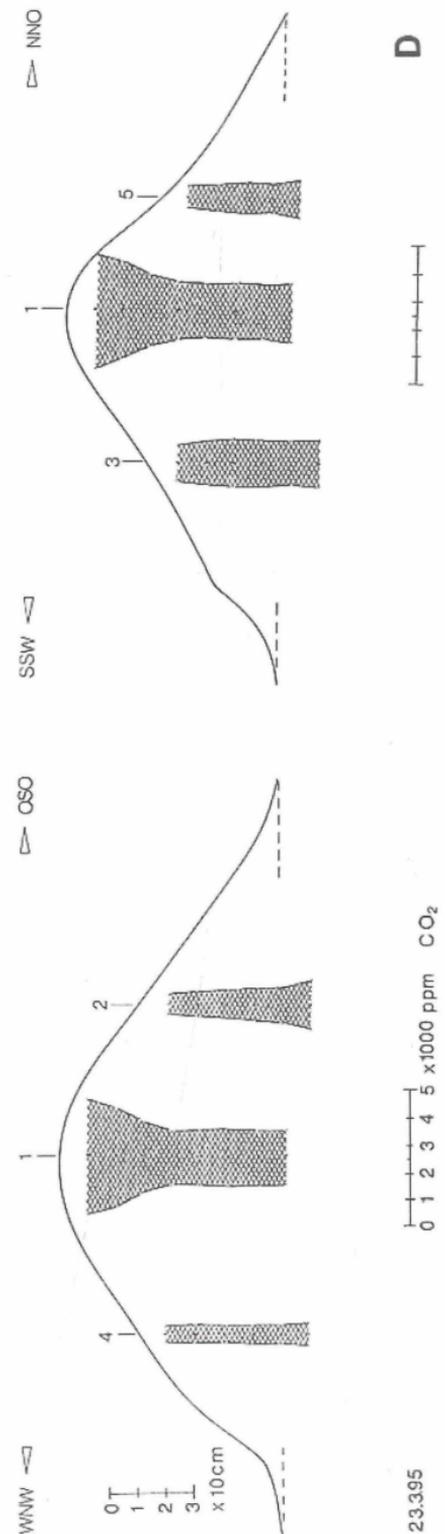
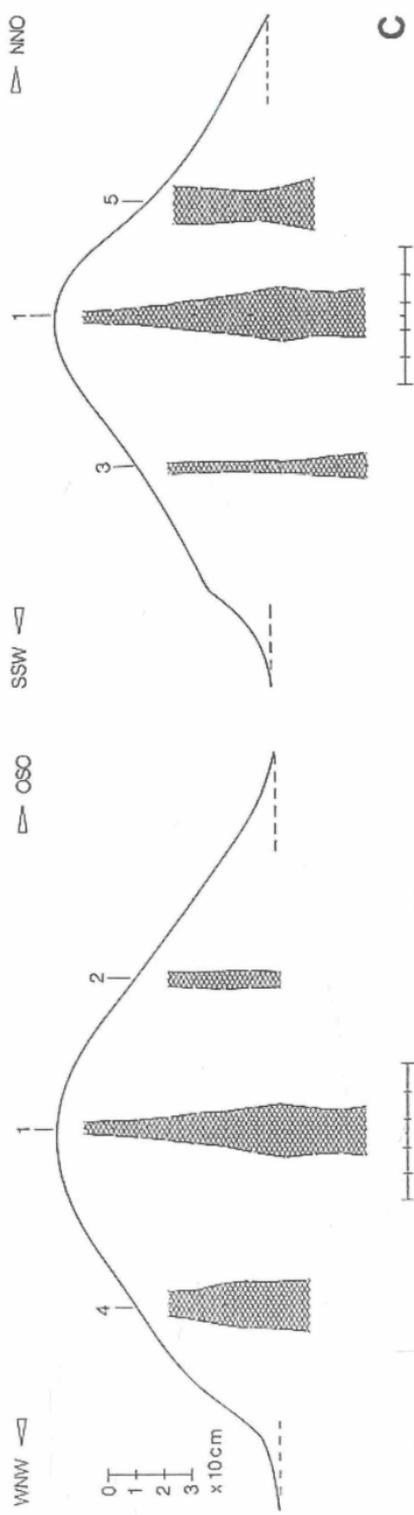
Bei fast allen Nestern habe ich die CO₂-Konzentration in mehreren Nestbereichen bestimmt: in verschiedenen Tiefen der Kuppelmitte und bei einigen Nestern auch in verschiedenen Nestsektoren.

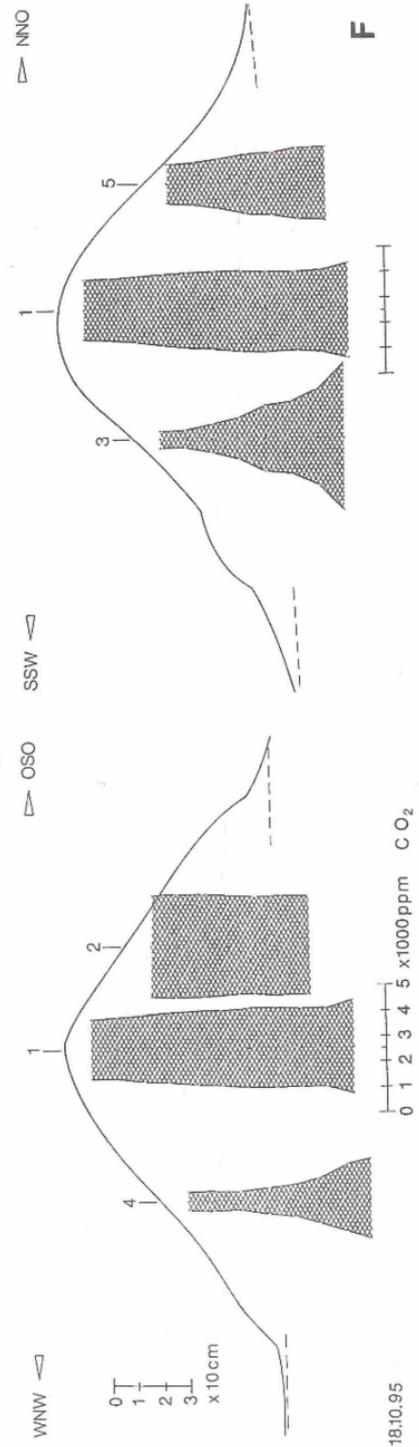
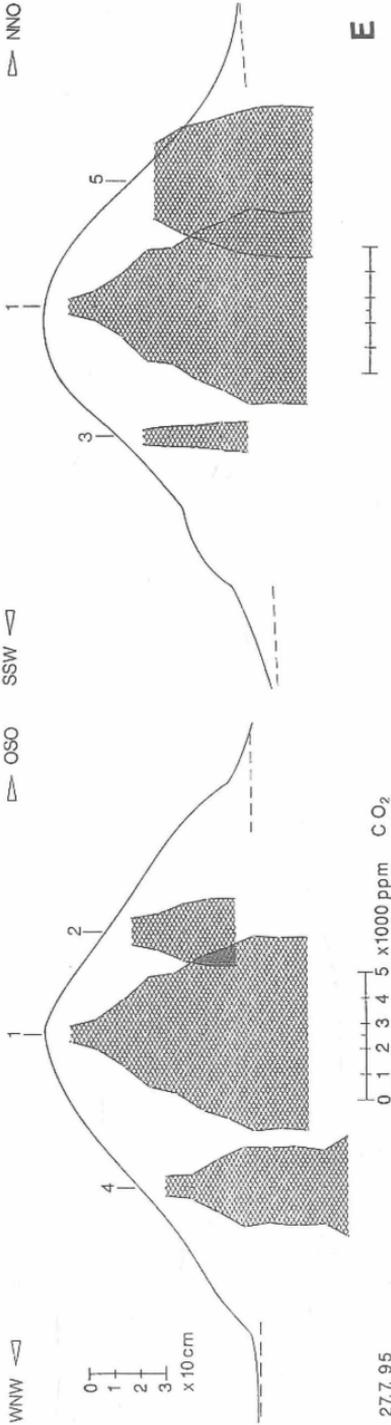
Die zu analysierende Luft wurde mit 7 mm dicken hohlen Stechsonden aus Stahl, die in 10cm-Abständen markiert waren, dem Nest entnommen. Das Einstechen der Sonden erfolgte - von einigen speziellen Messungen abgesehen - stets in senkrechter Richtung von oben. Die Sonden waren durch dünne Schläuche mit dem Meßgerät verbunden: ein Mehrwegehahn unmittelbar vor dem Eingang zum Meßgerät erlaubte, wechselweise die Luftzufuhr von verschiedenen Meßstellen freizugeben. Bei einem der Nester - dem Gatternest - wurde bereits im Frühjahr 1993 ein Entnahmeschlauch fest in die Kuppel eingebaut; dieser ermöglichte - ohne jede Störung des Volkes - zu verschiedenen Jahreszeiten an genau der gleichen Neststelle die CO₂-Konzentration zu messen.

Abb. 1: Die CO₂-Konzentration in verschiedenen Tiefen und Sektoren eines Nestes von *Formica polyctena* ("Gatternest" bei Breinig) in Abhängigkeit von der Jahreszeit (s. Seite 205-207)

A: Lage des untersuchten Nestes (schwarz umrandet) im Grenzbereich eines Fichtenbestandes (= graue Fläche) und einer kleinen Lichtung (= weiße Fläche). **Schwarze Kreise:** Fichtenstämme; **schwarzes Dreieck:** Jungbuche; **unterbrochen umrandeter Bereich:** Lage eines von den Ameisen verlassenen Nesthügels; **1-5:** Kuppelbereiche, in denen die CO₂-Konzentration durch senkrechtetes Einstechen der Meßsonden ermittelt wurde. **B-F:** Ergebnisse der CO₂-Messungen in den Nestbereichen 1-5 zu verschiedenen Jahreszeiten. Die Dicke der schraffierten Säulen gibt die Höhe der CO₂-Konzentration wieder. Die CO₂-Konzentration der Außenluft lag an allen Meßtagen im Bereich zwischen 350 und 370 ppm .







Das Ansaugen der Nestluft erfolgte mit einer Pumpe, die in das Meßgerät integriert ist und deren Förderleistung 200 ml Luft/Minute beträgt. Das Absaugen von Luft, das in der Regel pro Meßstelle nur 2 Minuten dauerte, veränderte, wie die weitgehende Übereinstimmung aufeinanderfolgender Meßwerte zeigte, die CO₂-Konzentration an der Entnahmestelle nahezu nicht.

Zur Bestimmung der CO₂-Konzentration setzte ich einen 20 x 15,5 x 6 cm großen, mit einer wiederaufladbaren Batterie betriebenen Infrarot-Gasanalysator (Typ EGM-1) der Firma PP Systems, England ein. Die Meßgenauigkeit dieses Gerätes ist nach den Angaben des Herstellers besser als $\pm 0,5\%$, dürfte aber unter Freilandbedingungen durch Störfaktoren (z.B. temperaturbedingte Änderungen der Gasdichte beim Absaugen oder wechselnden Wasserdampfgehalt der Luft) nicht ganz so hoch sein.

Die Nesttemperatur habe ich mit Quecksilber-Stockthermometern und elektrischen Thermosonden gemessen. Weitere Einzelheiten zum methodischen Vorgehen bei bestimmten Fragestellungen finden sich in den folgenden Kapiteln.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1. Die Höhe der CO₂-Konzentration in bewohnten Nestern

Ausgangspunkt der vorliegenden Untersuchung war die Frage, in welchen Grenzen die CO₂-Konzentration der Nestluft schwankt und ob dabei eine Abhängigkeit von bestimmten Faktoren (Nestgröße und -tiefe, Kuppeltemperatur sowie Jahres- und Tageszeit) zu erkennen ist.

3.1.1 Minima und Maxima

Faßt man alle bisher vorliegenden Einzeldaten (>2000) aus über 40 Nestern zusammen, so lagen die höchsten Werte zwischen 12000 und 14000 ppm (= 1,2-1,4%) CO₂. Solche extrem hohen Konzentrationen wurden gemessen

- in 10-40 cm Tiefe eines großen Fichtenwaldnestes in Breinig am 11.7.95;
- in 10 cm Tiefe eines flachen Mischwaldnestes in Breinig am 11.7.95;
- in 40 cm Tiefe eines 20 cm hohen Laubwaldnestes bei Bergstein am 25.7.95.

Alle drei Nester wiesen an der Meßstelle eine extrem hohe Ameisendichte auf.

Die niedersten CO₂-Konzentrationen fand ich am 24.10.95 in einem Fichtenwald bei Strauch in 30-50 cm Kuppeltiefe bei sechs (noch auslaufaktiven) Waldameisenvölkern, deren Nester z.T. über 1 m hoch waren: hier herrschten an dem sehr windigen Meßtag (Windstärke 4) in den untersuchten Nestern CO₂-Konzentrationen, welche die Werte der umgebenden Luft (345-355 ppm) nur um 10-70 ppm übertrafen.

Die weitaus meisten Werte, die ich bisher in Waldameisennestern gemessen habe, lagen zwischen 1000 und 5000 ppm CO₂ - mithin in einem Bereich, der deutlich

unter den CO₂-Werten vieler Böden liegt (vgl. SCHWERDTFEGER 1963). CO₂-Konzentrationen zwischen 8000 und 10000 ppm traten nur relativ selten auf und sind im Hinblick auf die Luftzusammensetzung in der Mehrheit der Nester schon als sehr hoch zu bezeichnen.

Ähnliche Werte wie ich haben bereits PORTIER & DUVAL (1929) in zwei von ihnen gemessenen *F. rufa*-Nestern gefunden; von ihren 37 Meßwerten liegen allerdings 9 über den von mir festgestellten Maximalwerten (höchster von PORTIER & DUVAL gemessener Wert: 2,4% CO₂). Aufgrund meines erheblich größeren Datenmaterials erscheinen mir diese hohen Werte, die - den damaligen Möglichkeiten entsprechend - mit einer relativ umständlichen chemischen Bestimmungsmethode gewonnen wurden, fraglich, doch läßt sich vielleicht auch durch die andere geographische Lage der von PORTIER & DUVAL untersuchten Nester die partielle Diskrepanz zu meinen Befunden erklären.

3.1.2. Nestgröße und CO₂-Konzentration

Hohe Kohlendioxidkonzentrationen können sowohl in großen wie in kleinen Nestern auftreten (vgl. oben), doch ist insgesamt bei niederen, individuenreichen Nestern, wie sie sich u.a. häufig im Laubwald finden, eine Tendenz zu höheren Werten erkennbar.

Dies mag z.T. dadurch bedingt sein, daß in Nestern mit einem geringen Kuppelvolumen zwangsläufig eine höhere Wohndichte herrscht. Möglicherweise aber funktioniert in niederen Nestern mit ihrer deutlich kleineren Grenzfläche zwischen Nest und umgebendem Luftraum die Entlüftung nicht so gut.

3.1.3. Die CO₂-Konzentration in verschiedenen Nesttiefen und -regionen

Angaben über die CO₂-Konzentration in Waldameisennestern sind stets nur in Bezug zu einer bestimmten Nesttiefe sinnvoll. Mißt man durchgehend von der Kuppelspitze bis in den Mineralbodenbereich eines Nestes hinein, stellt man in den meisten Fällen ein deutliches Konzentrationsgefälle fest: manchmal von oben nach unten abnehmend (vgl. z.B. Abb. 1D), manchmal umgekehrt (Abb. 1B/C/E; Abb. 3: Messung am 22.2.95); zuweilen liegt das Minimum auch in mittlerer Tiefe (Abb. 3: Messung des bewohnten Nestes am 28.4.95).

Es gibt in einem Waldameisennest indessen nicht nur tiefenbedingte Unterschiede der CO₂-Konzentration, sondern auch solche der Nestregion: Fast immer unterscheiden sich Kuppelmitte und randliche Nestbereiche - letztere auch untereinander (Abb. 1).

Da die in verschiedenen Nestregionen gemessenen CO₂-Konzentrationen keine Konstantwerte sind, sondern starken zeitlichen Fluktuationen unterliegen (vgl. unten), ändern sich offensichtlich ständig bestimmte Faktoren, welche die Höhe der CO₂-Konzentration beeinflussen. Solche Faktoren sind vermutlich: Temperatur, Anzahl der Ameisen, die sich in einer bestimmten Kuppelregion aufhalten, Durchlüftung des Nestes und Veränderungen der Neststruktur (nach KLOFT 1959

schichten Waldameisen einen Teil des Nestmaterials ständig um). Z.T. sind diese Faktoren eng miteinander verknüpft.

3.1.4. Zeitliche Veränderungen der CO₂-Konzentration

Ebenso wie die Temperatur in einer bestimmten Nestregion schwankt auch die CO₂-Konzentration in Abhängigkeit von der Jahreszeit. Abb. 2 zeigt CO₂-Meßwerte, die an einer stets gleichen Stelle im Kuppelzentrum des Gatternestes an unterschiedlichen Meßtagen der Jahre 1994 und 1995 ermittelt wurden. Wie aus der Grafik hervorgeht, schwankten die Meßwerte zwischen 673 ppm (22.2.95) und 5757 ppm (22.2.95). Selbst im Abstand nur eines Tages (vgl. 22.3. und 23.3.95) können Änderungen in Höhe von fast 1000 ppm eintreten. Eine strenge Proportionalität zwischen CO₂-Konzentration und Nesttemperatur besteht nicht, doch ist unverkennbar, daß in Zeiträumen mit Kuppeltemperaturen über 15°C im Mittel auch höhere CO₂-Werte auftreten als in kühleren Phasen.

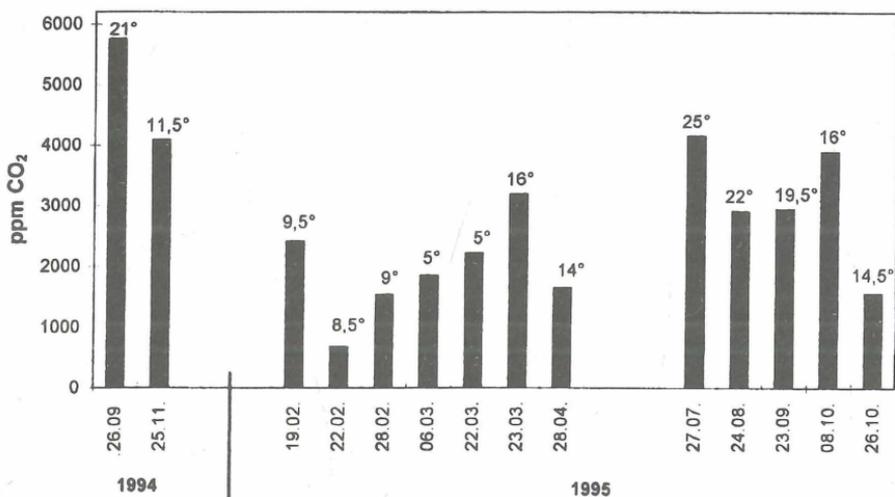


Abb. 2: CO₂-Konzentration an der gleichen Meßstelle (Kuppelzentrum, 40 cm Tiefe) eines Nestes von *Formica polyctena* an verschiedenen Tagen im Jahresverlauf. Zahlen über den Säulen: Nesttemperatur in °C.

In Abb. 1 sind - beispielhaft für das "Gatternest" - jahreszeitliche Änderungen der CO₂-Konzentration in Abhängigkeit von der Nestregion und -tiefe dargestellt. Während zu Beginn und zu Ende des Winters (Abb. 1B und 1C) die höchsten Konzentrationen in der Tiefe des Nestes zu finden sind (Überwinterung der Ameisen in den tief gelegenen Nestkammern!), finden sich im März (Abb. 1D) die höchsten Konzentrationen in den obersten Kuppelbereichen und zwar zentral sowie (weniger deutlich ausgeprägt) auf der nach SSW ausgerichteten (besonnten) Nestseite; dies dürfte darauf zurückzuführen sein, daß sich die Ameisen vor der Messung

gesonnt und die absorbierte Wärme in die oberflächennahen Kuppelbereiche eingetragen hatten (vgl. in diesem Zusammenhang auch die Temperaturverteilung im bewohnten Nest der Abb. 3, Messung am 28.4.95). Im Juli (Abb. 1E) - während einer sehr sonnenreichen Hitzeperiode - bietet sich ein völlig anderes Bild: wenig CO₂ in den oberflächennahen Kuppelbereichen, aber sehr viel CO₂ in der Nesttiefe - besonders ausgeprägt im Nestzentrum und auf der Schattenseite des Nestes (= Sektor 5). Offensichtlich waren die Ameisen zu dieser Zeit auf der Flucht vor der Hitze und hielten sich bevorzugt in den kühlen Nestzonen auf. Mitte Oktober (Abb. 1F) schließlich findet sich im Zentrum und in Sektor 2 eine weitgehend gleichbleibende CO₂-Konzentration über die gesamte Nesttiefe, in den anderen Sektoren deutet sich - besonders auffallend in Sektor 3 - bereits die winterliche Zunahme der CO₂-Werte nach unten hin an.

Neben jahreszeitlich bedingten Schwankungen gibt es auch tageszeitliche Veränderungen der CO₂-Konzentration. Manchmal verlaufen diese langsam - der Grund könnte eine Zu- oder Abnahme der Ameisendichte in bestimmten Nestbereichen sein. In einigen Fällen konnte ich aber auch ein in Minutenabständen wechselndes Auf und Ab der CO₂-Konzentration feststellen (vgl. Abb. 6b).

3.2. Die CO₂-Konzentration in unbewohnten Nestern

Wie nicht anders zu erwarten kommt es auch in Nestern, die von den Waldameisen verlassen worden sind, durch die dort befindlichen Mikroorganismen und sonstigen Kleinlebewesen zu einer \pm großen CO₂-Anreicherung. Die CO₂-Werte solcher Nester bewegen sich in einer ähnlichen Größenordnung wie in besiedelten Kuppeln, wobei allerdings nicht so hohe Maximalwerte erreicht werden: die höchsten von mir ermittelten Werte lagen zwischen 8000 und 9000 ppm, die niedersten bei 400 ppm; in den weitaus meisten Fällen ermittelte ich bei verlassenen Nesthügeln Werte zwischen 1000 und 5000 ppm.

Die von mir gemessenen Nester wichen in der CO₂-Konzentration \pm stark von einander ab; dies war zu erwarten, da die von mir untersuchten Nester hinsichtlich der Lage im Baumbestand, der Nestgröße, des Baumaterials und des Zersetzungsgrades keineswegs gleich waren.

Wie bei besiedelten Nestern zeigt die CO₂-Konzentration auch in unbewohnten Kuppeln jahreszeitliche Schwankungen und eine ausgeprägte Abhängigkeit von der Nesttiefe (vgl. Abb. 3). Anders als in lebenden Nestern nimmt die CO₂-Konzentration in verlassenen Nesthügeln jedoch zu allen Jahreszeiten von oben nach unten zu.

Wie aus Abb. 3 ersichtlich ist, kann ein verlassenes Nest zu bestimmten Zeitpunkten deutlich höhere CO₂-Werte aufweisen als ein unmittelbar daneben befindliches besiedeltes Nest. Für diesen auf den ersten Blick überraschenden Befund sind mehrere Gründe denkbar: Hemmung des Mikroorganismenwachstums im bewohnten Nest durch Tragen von Bauteilchen aus dem Kuppelinnern zur (besonnten) Nestoberfläche (vgl. KLOFT 1959); Absondern von bakterien- und pilztötenden

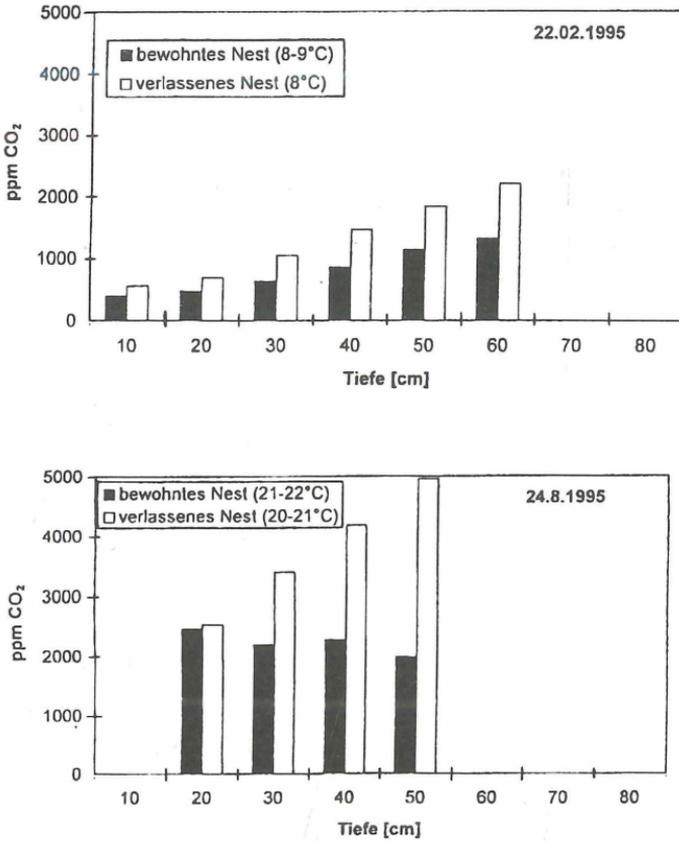
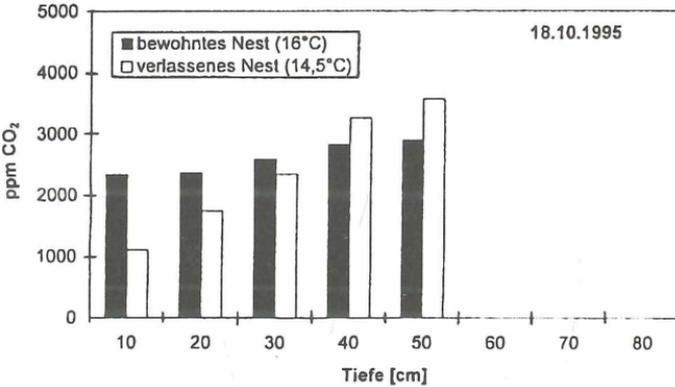
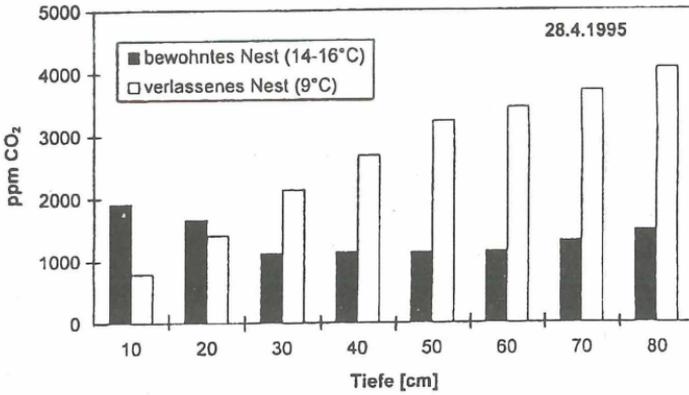


Abb. 3: Jahreszeitlicher Vergleich der CO₂-Konzentration in der Kuppelmitte zweier benachbarter *F. polyctena*-Nester, von denen das eine bewohnt, das andere verlassen ist (Lage vergl. Abb. 1A).

Drüsensekreten seitens der Ameisen, z.B. Ameisensäure (SAUERLÄNDER 1961) oder Metathorakaldrüsensekret (MASCHWITZ et al. 1970); bessere Durchlüftung des bewohnten Nestes (Nestöffnungen!); Verdichtung des Nestmaterials im verlassenen Nest (mehr pflanzliche Partikel pro Volumeneinheit erhöhen nicht nur die relative Zahl der Mikroorganismen, sondern verkleinern im Nestinnern auch den Luftraum, in den das CO₂ abgegeben wird).

3.3. Die Entlüftung des Waldameisennestes

Wie aus noch nicht abgeschlossenen Messungen, die ich z.Zt. durchführe, hervorgeht, ist auf die Gewichtseinheit bezogen die CO₂-Produktion der Ameisen



erheblich höher als die des Nestmaterials; auf die Volumeneinheit Nest bezogen übertrifft indessen wegen des viel größeren Gewichtsanteils des Nestmaterials dessen CO₂-Produktion weitaus diejenige der Ameisen. Beide CO₂-Produzenten zusammengenommen erzeugen bei den sommerlichen Nesttemperaturen soviel CO₂, daß in einem Liter Nestmaterial, der mit 500 Ameisen besetzt ist, die CO₂-Konzentration der Luft bereits in einer einzigen Stunde um mindestens 5000 ppm zu nehmen müßte.

Da dies in der Realität nicht der Fall ist, muß das Waldameisennest über eine wirksame Entlüftung verfügen. Daß Überkonzentrationen von CO₂ im Nest tatsächlich

schnell abgebaut werden, geht aus vier Versuchen hervor, bei denen ich an einer bestimmten Stelle im oberen Kuppelbereich durch Einleiten von CO_2 aus einer Druckflasche die Konzentration dieses Gases künstlich auf das Zehnfache des Ausgangswertes erhöht habe: nach längstens 15 Minuten waren die Meßwerte wieder auf das Ausgangsniveau abgesunken!

Das in Waldameisennestern gebildete Kohlendioxid dürfte die Kuppel über die Nestoberfläche verlassen; dies legen Versuche nahe, bei denen ich kurzfristig Nesthügel mit einer Kunststoffolie völlig überdeckt habe. Dies führte schon innerhalb einer Stunde zu einem deutlichen Anstieg der CO_2 -Konzentration; im extremsten von mir gemessenen Fall stieg die CO_2 -Konzentration in 80 Minuten um rund 250% (vgl. Abb. 4). Nach Entfernen der Abdeckfolie war wieder ein rasches Absinken der CO_2 -Werte zu verzeichnen.

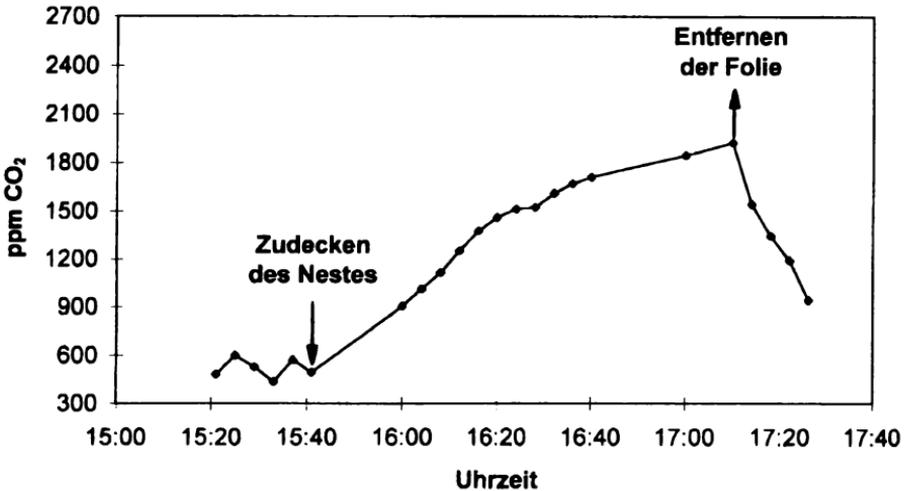


Abb. 4: Anstieg der CO_2 -Konzentration in einem *F. polyctena*-Nest nach Abdecken der Nestkuppel mit einer Plastikfolie (Standort des Nestes: Breinig-Roggenläger; Datum: 3.3.95).

Ob das CO_2 das Nest vorwiegend über die Nestöffnungen oder durch Lücken zwischen den Partikeln der Nestdecke verläßt, kann beim gegenwärtigen Stand meiner Untersuchungen noch nicht endgültig beantwortet werden. Vermutlich ist der zuletzt genannte Weg der wichtigere, denn bei einem Versuch, bei dem ich sämtliche Nesteingänge an der Oberfläche einer Kuppel verstopfte, konnte ich keine Erhöhung der CO_2 -Konzentration im Nestinnern feststellen.

An Tagen, an denen in der Kuppel eines Nestes hohe CO_2 -Konzentrationen herrschen, läßt sich im Nestmantel ein steiles CO_2 -Gefälle messen: so habe ich direkt an der Oberfläche eines Nestes - also in 0 cm Tiefe - bereits die 2fache CO_2 -Konzentration wie in der umgebenden Luft gemessen, in 1 cm Tiefe der Nestkuppel die 4,7-fache, bei 3 cm die 12,5-fache, bei 10 cm die 24,5-fache und bei 20 cm Tiefe die 29,4-fache Konzentration (vgl. Abb. 5).

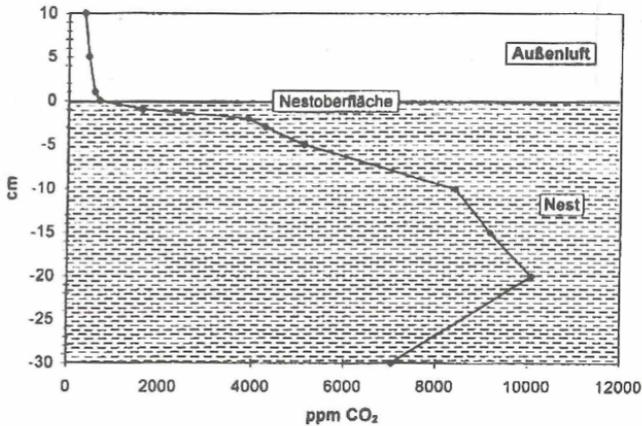


Abb. 5: Steiles CO_2 -Konzentrationsgefälle in der Außenschicht eines sehr individuenreichen Waldameisennestes (*F. polyctena*; Lage des Nestes: am Rand einer Waldschneise bei Schmidt; Meßdatum: 18.9.95)

Ein derart steiles CO_2 -Gefälle fördert natürlich einen raschen Gasaustausch zwischen Nest und umgebender Luft, zumal die Luftbewegungen um ein Ameisennest durch sofortigen Abtransport des abgegebenen CO_2 für die Aufrechterhaltung dieses Gefälles sorgen. Luftströmungen an der Nestoberfläche sind - wie mir erste orientierende Untersuchungen in diesem Jahr gezeigt haben - selbst an windarmen Tagen zu beobachten; sie dürften an sonnigen Tagen durch das Aufsteigen warmer Luft von der erwärmten Nestdecke verstärkt werden (letztere kann sich bei voller Besonnung auf der sonnenzugewandten Seite bereits im April auf über 60°C erhitzen, im Sommer noch stärker!).

Da verschiedene Nestregionen eines Waldameisennestes oft erhebliche Temperaturunterschiede zeigen, ist nicht auszuschließen, daß es in Waldameisennestern zu Konvektionsströmungen kommt, die einer zu starken CO_2 -Anreicherung in bestimmten Nestregionen entgegenwirken. Abschließende Aussagen hierzu sind z.Zt. nicht möglich, doch weisen starke CO_2 -Oszillationen (bis weit über 1000 ppm), die ich in Einzelfällen bei Nestern in Minutenabständen (!) messen konnte (vgl. Abb. 6b), auf das zeitweilige Auftreten von Luftströmungen im Nestinnern hin - welche Ursache sie auch immer haben mögen.

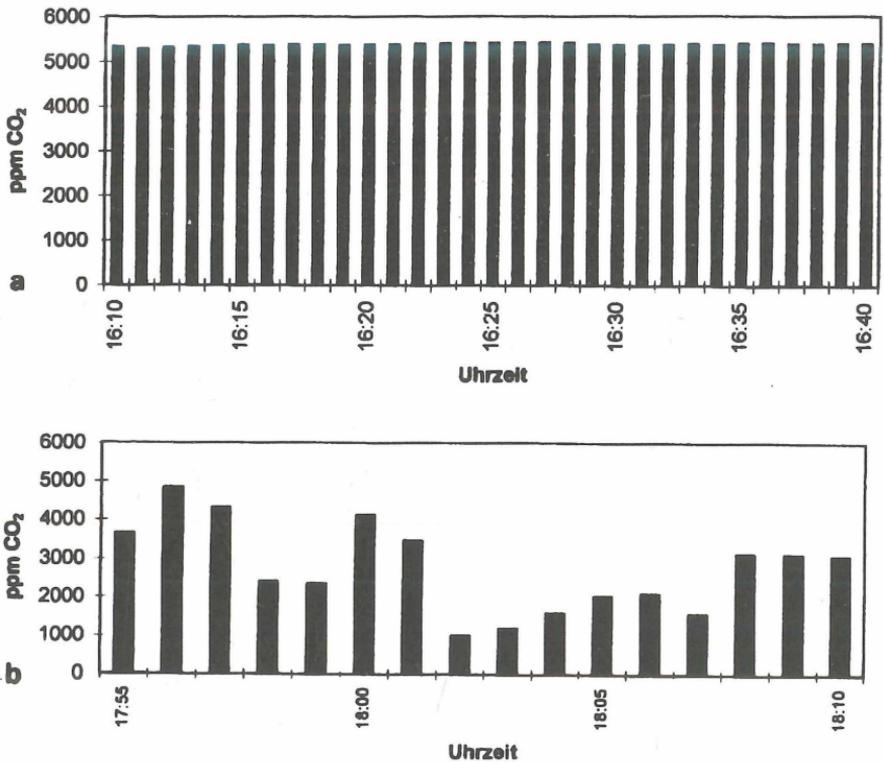


Abb. 6: Beispiele für Messungen in Minutenabständen an der gleichen Neststelle mit hoher Konstanz der CO₂-Konzentration (a) und starken Fluktuationen der CO₂-Werte innerhalb kurzer Zeit (b).

- a) *F. polyctena*; "Gatternest" in Breinig-Roggenläger; Kuppelmitte in 40 cm Tiefe; 31.8.93
- b) *F. polyctena*; 60 cm hohes, auf einer Waldschneise bei Schmidt völlig frei liegendes Nest mit zahlreichen Öffnungen; Messung in 30 cm Tiefe der Kuppelmitte. 14.9.95

Ungeklärt ist in diesem Zusammenhang auch die Rolle des Windes für die Durchlüftung des Nestes: An windigen Tagen stellt man gelegentlich eine deutliche "Unruhe" bei der Anzeige der Meßwerte fest, aber dies ist keinesfalls immer der Fall. Andererseits ist auffällig, daß ich die geringsten CO₂-Werte, die ich je in Waldameisennestern fand, an einem sehr windigen Tag gemessen habe (vgl. Abschnitt 3.1.1).

Die Vorteile der großen Hügelnester der Waldameisen wurden bisher vor allem unter den Gesichtspunkten des Wärme- und Feuchtigkeitshaushaltes sowie der

Wohnraumkapazität diskutiert. Die Befunde, über die in diesem Referat berichtet wurden, zeigen einen nicht minder wichtigen ökologischen Aspekt auf: Der Bau eines Nestes, das mit einer großen, porösen Oberfläche in den Luftraum hineinragt und dadurch eine wirksame Entlüftung garantiert, ist eine wesentliche Voraussetzung für ein schadloses Zusammenleben vieler hunderttausender Ameisen - trotz des (thermisch bedingten) intensiven Stoffwechsels der Nestbewohner und der Mikroorganismen im Baumaterial.

4. Literatur

- KLOFT, W. (1959): Zur Nestbautätigkeit der Roten Waldameise.- Waldhygiene 3: 94-98.
- KNEITZ, G. (1965): Untersuchungen zum Atmungsstoffwechsel der Arbeiterinnen von *Formica polyctena* Foerst. (Hym., Formicidae). Actes du V^e Congres de l'Union Internationale pour l'Etude des Insectes sociaux (Toulouse.): 277-291.
- MASCHWITZ, U., KOOB, K. & SCHILDKNECHT, H. (1970): Ein Beitrag zur Funktion der Metathorakaldrüse der Ameisen.- J. Ins. Physiol. 16: 387-404.
- PORTIER, P. & DUVAL, M. (1929): Recherches sur la teneur en gaz carbonique de l'atmosphère interne des fourmilieres.- Comptes rendus des seances de la Societe der Biologie, Paris 102 (35): 906-908.
- SAUERLÄNDER, S. (1961): Das Gift von *Formica polyctena* Foerst. als ein möglicher Schutzmechanismus dieses Insekts gegen Mikroorganismen.- Naturw. 48: 629.
- SCHWERDTFEGGER, F. (1963): Ökologie der Tiere: Autökologie.- Paul Parey, Hamburg und Berlin.

Prof. Dr. Walter Kirchner
RWTH Aachen, Lehrstuhl für Biologie VII
Kopernikusstr. 16
D 52056 Aachen

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen des Westdeutschen Entomologentag
Düsseldorf](#)

Jahr/Year: 1996

Band/Volume: [1995](#)

Autor(en)/Author(s): Kirchner Walter

Artikel/Article: [Die Kohlendioxid-Konzentration der Luft in Nestern der
Kahlrückigen Roten Waldameise, *Formica polyctena* Foerst.
\(Hymenoptera, Formicidae\) 203-217](#)