

# Das Thermometerhuhn

*Ein ganz besonderer Vogel*



Verfasser: Birte Löffler

Leitung: Prof. Antonia Kesel

Fach: Bionik

Juni 2005

**INTERNATIONALER STUDIENGANG BIONIK**

Auf dem Deckblatt:

Abb. 1)

Fotographie eines Thermometerhuhnes auf seinem Nest in Südastralien

(<http://galliform.bhs.mq.edu.au>)

## **INHALTSVERZEICHNIS**

<b><i>Zusammenfassung</i></b> .....	1
<b><i>Einleitung</i></b> .....	1
Die Megapoden.....	2
<b>DAS THERMOMETERHUHN</b> .....	2
Nestbau und Brutsaison.....	3
Energieverbrauch / Effizienz .....	5
Das Nest als Bio-Reaktor.....	5
Gasaustausch und Wärmeleitung .....	6
Spezielle Anpassungen des Eies.....	7
Das Küken: Atmung im Ei, Schlüpfen und erster Atemzug .....	9
<b><i>Abschlußbetrachtung</i></b> .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
<b><u>LITERATURVERZEICHNIS</u></b> .....	11
<b><u>ANHANG</u></b> .....	13

## ***Zusammenfassung***

Das Thermometerhuhn ist ein ganz besonderer Vogel. Es benutzt als einziges Großfußhuhn sowohl Wärme, die Pilze bei der Zersetzung von organischem Material erzeugen als auch Sonnenenergie um sein Nest zu beheizen. In der Brutzeit von 11 Monaten verbraucht es allerdings zur Nestpflege doppelt soviel Energie wie andere Vögel, wird aber dadurch entlastet, dass die Küken soweit entwickelt sind, dass sie keinerlei Fürsorge brauchen.

Die Nesttemperatur modifiziert das Huhn durch Aufschichten von Sand bzw. Freilegen der Eier bis auf 0,5° C genau. Dabei wird das Nestmaterial locker gehalten, so dass Gasaustausch über Diffusion stattfindet. Darüber hinaus sind die Eierschalen extrem dünn, so dass mehr von dem raren Sauerstoff aufgenommen werden kann, zumal die Pilze viel davon verbrauchen. Durch Absorption von Kalzium verdreifacht der Embryo im letzten Entwicklungsstadium die Sauerstoffleitfähigkeit der Schale zusätzlich. Das Küken bricht innerhalb weniger Minuten aus und fängt sofort an das erste Mal mit der Lunge zu atmen.

## ***Einleitung***

Über Jahrzehnte hinweg hat das Thermometerhuhn Wissenschaftler inspiriert. Frith hat bereits Ende der 50er Jahre auf seine hervorragende Fähigkeit zur Bestimmung der optimalen Nesttemperatur hingewiesen. Seitdem haben sich viele andere Forscher mit dem Gasaustausch unter der Erde und den dadurch speziellen Anpassungen des Eies beschäftigt: alles Ansätze, die eventuell auch Anregung zu bionischen Projekten liefern könnten. Seit den letzten 10 Jahren gibt es allerdings fast nur noch Aufsätze über die aktuelle Verbreitung und notwendige Schutzmaßnahmen, da dieser wundersame Vogel und Nationalheld bedauerlicherweise vom Aussterben bedroht ist.

## **Die Megapoden**

Die Familie der Großfußhühner (Megapodiidae) sind die einzigen Vögel, die zur Brut auf fremde Wärmequellen zugreifen: entweder die Wärme von organischen Zersetzungsprozessen, der Sonne oder Vulkanen. Neuere Studien verweisen darauf, dass dies eine Weiterentwicklung der Körperbrut (Booth und Jones 2002) und nicht von den Reptilien abzuleiten ist (Marchant und Higgins 1993).

Das Thermometerhuhn (*Leipoa ocellata*) ist eine Besonderheit, da es sowohl Abwärme von organischen Zersetzungsprozessen sowie Sonnenenergie benutzt und aktiv die Temperatur seines hoch entwickelten Nestes beeinflussen kann. Die Fähigkeit, die Temperatur zu messen (die ihm letzten Endes auch seinem Namen zu trug) wird allerdings allen Megapoden zugeschrieben. Der physiologische Mechanismus ist noch nicht erforscht (Booth und Jones 2002; Waag, pers. com.). Bei beiden Geschlechtern aller Arten wurde beobachtet, dass sie das Substrat in das die Eier gelegt werden vorher in ihren Schnabel nehmen (Frith 1957; Booth und Jones 2002).

## **DAS THERMOMETERHUHN**

Das Thermometerhuhn ist ein ca. 55 cm großer Vogel. Es lebt in den trockenen Eukalyptus Steppen Süd-Australiens (engl.: mallee) (Marchant und Higgins 1993).

Thermometerhühner werden mit 2 Jahren geschlechtsreif und leben über 12 Jahre monogam zusammen, wobei sie bis zu 150 Nachkommen produzieren können. Allgemein wird ihre Lebensweise als solitär beschrieben (Frith 1956), obwohl andere Studien ein relativ aktives Sozialverhalten aufzeigen. Es liegt die Vermutung nahe, dass das Verhalten räumlich wie auch saisonabhängig ist. Gleiches gilt für die Mitarbeit des Weibchen am Nest (Immelmann und Böhner 1984; Weathers, Seymour 1998; Waag 2005).

## Nestbau und Brutsaison

Allgemein dauert eine Brutsaison bis zu 11 Monate. Die Dauer hängt von verschiedenen Faktoren ab, unter anderem von dem Einsetzen des ersten Regens zu Beginn, Nahrungs-Versorgung während und Temperatur am Ende der Saison (Frith 1956a).



Abb. 2)

Foto eines verlassenen Thermometerhuhnneses in einer Eukalyptussteppe in Südaustralien. Die Aushöhlung in der Mitte zeigt, wo sich während der Nestaktivität die Eierkammer befand.

(Wiseman 2002)

Nach beenden der letzten Brut (März), wird meistens ein altes Nest komplett ausgegraben und 2 - 3 Wochen in Ruhe gelassen. Die ungefähre Nestgröße entspricht einer 60 - 75 cm tiefen Ausgrabung, über die ein Hügel aus Laub und Sand bis zu 1,5 m hoch getürmt wird. Das Nest misst ungefähr 2,7 - 4,5 m im Durchmesser und bis zu 13,5 m im Umfang. Im frühen Winter scharrt das Paar Laub und anderen organischen Abfall zusammen und befüllt das Nest. Nach dem ersten Regen, wenn das gesamte Laub gut durchgefeuchtet ist, vermischt der Hahn das Material und bedeckt es mit einer dünnen Schicht aus Sand, wahrscheinlich um Feuchtigkeit und Hitze zu speichern. Eine Ansammlung Mikroorganismen, vor allem thermophile Pilze, zersetzen das Material unter Verbrauch von Sauerstoff und produzieren dabei Wärme (Jones et al. 1995).

In der letzten Augustwoche wird die 60 cm Tiefe Eierkammer ausgegraben und mit einer Mischung aus Sand und Laubabfall aufgefüllt. Hat das Nest die richtige Temperatur werden im Abstand von 5 - 7 Tagen 10 - 25 Eier gelegt, wobei der Hahn das Nest öffnet. Ist aufgrund schlechten Wetters ein Öffnen der Eierkammer gefährlich, verweigert das Männchen dem Weibchen die Eiablage (Frith 1956b).

Mit fortschreitendem Sommer ebbt die Wärmeproduktion der Mikroorganismen ab, das Material trocknet und im Herbst versiegt sie vollständig. Das Thermometerhuhn nutzt nun die heißen Sonnenstrahlen aus, indem es die Isolationschicht des Nestes morgens abträgt und auf dem Boden ausbreitet. Die Sonne erhitzt den Sand, bevor er wieder am späten Nachmittag in das Nest gefüllt wird und über Nacht die Eier wärmt.

Die durchschnittliche Brutzeit für ein Ei beträgt 50 - 90 Tage (Frith 1957).

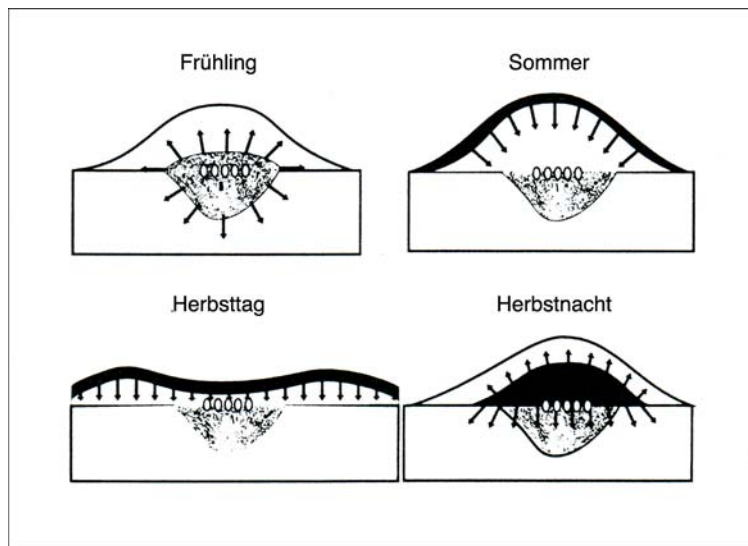


Abb. 3)

Manipulationen am Nest im Jahresverlauf. Die schwarzen Pfeile zeigen die Wärmestrahlung. Es ist deutlich zu erkennen, dass im Frühling vor allem das organische Material im Nest die Wärmequelle ist, während im Sommer das Nest gegen die heiße Sonne geschützt werden muss. Im Herbst benutzt das Thermometerhuhn die Sonnenwärme, indem es zuerst den Sand abträgt und um das Nest verteilt und dann den erwärmten Sand nachts über die Eier aufschichtet. (verändert nach Seymour 1995)

Verschiedene Versuche durch Manipulationen von Nestern haben ergeben, dass die Hühner bis auf 0,5° C genau Temperaturunterschiede feststellen können und entsprechend reagieren (Jones et al. 1995). Dabei war ihre Reaktion jeweils den Umgebungstemperaturen angepasst, d.h. war das Nest im Frühling zu kalt, wurde mit Sand isoliert; im Herbst hingegen die Eier freigelegt (Frith 1956b).

Die Brutzeit endet, wenn die Sonne nicht mehr genügend Wärme liefert und die Zukunft der Brut nicht mehr gewährleistet werden kann (Frith 1956a).

Der Bruterfolg liegt bei 49,5 - 79,2 % (Jones et al. 1995).

### **Energieverbrauch / Effizienz**

Thermometerhühner bauen zwar nicht die größten Nester, aber die mit dem größten Arbeitsaufwand. Jedes Jahr werden 3400 kg Material zusammen gescharrt und ein Öffnen des Nestes erfordert den Transport von 850 kg Material (Dauer ca. 518 min), was das 500 fache Gewicht des Vogels entspricht, oder einem Menschen, der 32 000 kg Sand bewegt. 90 % der Zeit Scharren die Hühner im 1,5 s Takt und entfernen pro Scharren 78,3 g Sand. Vor allem bei hohen Temperaturen geraten die Vögel beim Arbeiten in Hitzestress, den sie über Flattern und Ruhen im Schatten ausgleichen müssen. Der Gesamtenergieverbrauch ist doppelt so hoch wie bei anderen Vögeln, aber die Menge der vom Nest produzierten Wärme übersteigt die von körperbrütenden Vögeln um den Faktor 20. Die Megapoden können damit weit mehr Eier bebrüten, was als evolutiver Vorteil gewertet werden kann (Weathers et al. 1992).

Da das Gewicht eines Eies 10 % und das gesamte Gelege 2 - 3 mal dem Körpergewicht des Weibchens entspricht, ging Frith (1956a) davon aus, das Weibchen sei nicht an der Nestpflege beteiligt, da es die Zeit zur Nahrungsaufnahme braucht. Weather und Seymour (1998) belegen anhand Versuchen, dass die Energie, die ein Weibchen zur Produktion eines Eis in einem Intervall von 5 Tagen aufnehmen muss, 1,4 Stunden tägliche Nahrungsaufnahme entspricht. 2,5 Stunden Nestpflege kosten die Energie von einer halben Stunde Fressen. Da die Vögel meistens nicht länger als 3 - 5 Stunden pro Tag arbeiten, stehen Eiersynthese und Nestpflege nicht im Widerspruch.

### **Das Nest als Bio-Reaktor**

Leider muss die genaue Rolle der Mikroorganismen bei der Funktion der Nester noch erforscht werden (Jones et al. 1995).

Fest steht, dass die gesamte organische Zersetzung aerob verläuft. Sie entsteht durch die Aktion von Mikroorganismen, Gasaustausch des Pflanzenmaterials und Oxidation der organischen Substanz ((Seymour und Ackermann 1980)).

### Gasaustausch und Wärmeleitung

Anders als bei Körperbrut, sind die Thermometerhuhn-Eier extremen Gasspannungen durch Respiration der Mikroorganismen ausgesetzt. Diese verbrauchen 20 Liter Sauerstoff pro Stunde, 60-mal mehr als alle Eier zusammen (Jones et al. 1995).

Die Temperatur steigt mit der Tiefe des Nestes, dasselbe gilt allerdings auch für Sauerstoff- ( $P_{O_2}$ ) und Kohlendioxid- ( $P_{CO_2}$ ) Drücke in Abweichung von dem Atmosphärendruck (Seymour und Ackermann 1980).

Ein Gasaustausch findet mit der 60 cm entfernten Atmosphäre durch Diffusion statt. Die Gasflüsse durch das Nestmaterial sind abhängig von dem Diffusionskoeffizienten des Materials und der Respirationsrate (Mikroorganismen und Eier). Die beiden Faktoren werden beeinflusst durch die Temperatur, Wassermenge und Dichte des Nestmaterials. Wasser ist unerlässlich für die Wärmeproduktion und steigert sie proportional, aber damit auch den Sauerstoffverbrauch der Mikroorganismen. Es kann zu Gasspannungen kommen, die letal für den Embryo sind. Diffusion funktioniert zwar am besten in trockenen Nestern, da Wasser nicht die Diffusionspfade blockieren kann, aber ein wenig Wasser ist wiederum gut, da es sackgassenartige Räume schließt und die Diffusion effektiver macht. Häufiges Umgraben des Materials verändert seine Dichte und es wird sehr fein unterteilt (poröser). Die Lufträume sind klein,

wodurch Konvektion eingeschränkt wird (Seymour et al. 1986).

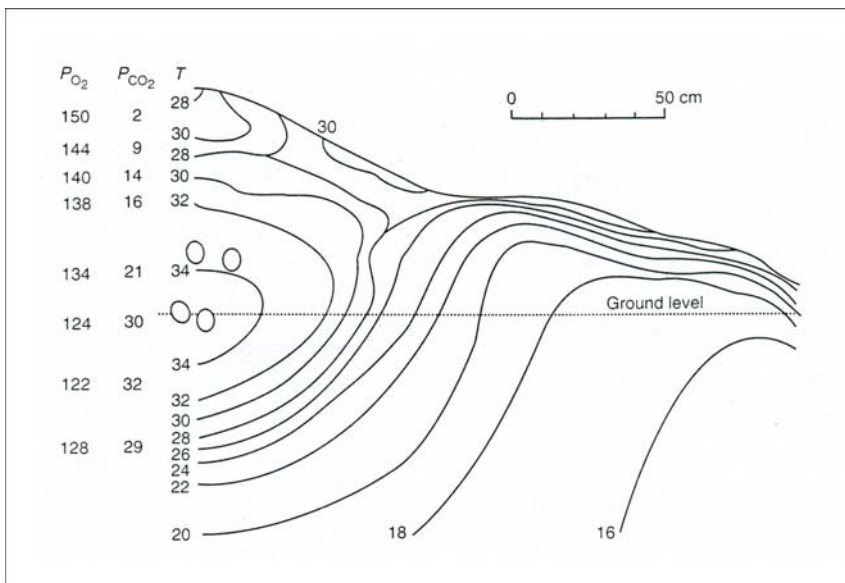


Abb. 3)

Diagramm eines Nestes im Querschnitt. Links Gasspannungen von  $O_2$  und  $CO_2$  in Torr, Temperatur in Celsius.

Deutlich erkennbar sind die hohen Gasspannungen, d.h. die hohe Kohlendioxidkonzentration in der Nähe der Eier im Vergleich zur Atmosphäre.

(Seymour und Ackermann 1980)

### **Spezielle Anpassungen des Eies**

Das hohe Entwicklungsniveau des Kükens und die langen Brutzeiten bedingen die außergewöhnliche Größe des Eis und seinen hohen Anteil an nahrhaftem Dotter (Seymour und Ackermann 1980). Hohe Konzentrationen von  $CO_2$ , erschwerter Gasaustausch, Feuchtigkeit und lange Inkubationszeiten erzwingen physiologische Anpassungen der Eier, denn die Gasspannungen in ihnen sind äquivalent denen aller anderen Vögeln (Seymour 1985).

Vogelembryos tauschen Gas und Wasserdampf über Poren in der Eischale aus. Die Leitfähigkeit hängt von der Anzahl, der Oberflächengröße und Länge der Poren ab. (die Grenzschicht auf der Oberfläche ist vernachlässigbar). Anzahl und Struktur werden bestimmt, wenn das Ei geformt wird (Booth und Seymour 1987). Aufgrund der feuchteren Umgebung können Megapoden die Eischale bei gleich bleibender Porenanzahl verdünnen (um die Leitfähigkeit zu steigern) ohne den Embryo mit Dehydrierung zu bedrohen. Ferner bietet das Nest mechanischen Schutz und dünnere Schalen sind einfacher zu synthetisieren. Diese Maßnahme

reicht allerdings nicht um den metabolischen- und damit mehr O<sub>2</sub> benötigten Anforderungen des wachsenden Embryos über die gesamte Brutzeit gerecht zu werden

Beim Thermometerhuhn nimmt die Wasserleitfähigkeit während der 60 tägigen Brutzeit um das 3 fache zu. Gleichzeitig wird ein hoher Wasserverlust im letzten Drittel der Embryoentwicklung beobachtet. Ursache: Die progressive Absorption des Kalziums (wie bei jedem Vogel wird dies zum Aufbau des Skeletts verwendet) durch den Embryo führt zu einer konsequenten Verdünnung und Verkürzung der speziell geformten Poren. Die Poren sind nicht zylinderförmig, sondern trichterförmig mit dem engen Ende zur Ei-Innenseite. Dieses Ende trägt den größten Beitrag für den Widerstand: Es ist teilweise mit anorganischem Material verstopft, so dass der Pfad für die Gasdiffusion von verästelten Sub-Trichtern gebildet wird. Durch den Angriff des Embryos an der Innenseite wird eine große Proportion dieser Diffusionsbarriere beseitigt und die Gasleitfähigkeit entscheidend gesteigert. Es gehen 21 % der Schale und damit der engste Teil der Pore verloren: Diese ist für 85 % des Widerstandes verantwortlich. Dadurch wird eine ausreichende Sauerstoffversorgung des Embryos möglich ohne ihn in der Anfangszeit zu gefährden: Falls die Durchlässigkeit über den gesamten Entwicklungsverlauf so hoch gewesen wäre wie am Ende, würde das Thermometerhuhn 26 % seiner Initialmasse verdampfen und so viel kann nicht toleriert werden. Die Außenseite der Pore bleibt während der gesamten Brutzeit gleich(Booth und Seymour1987).

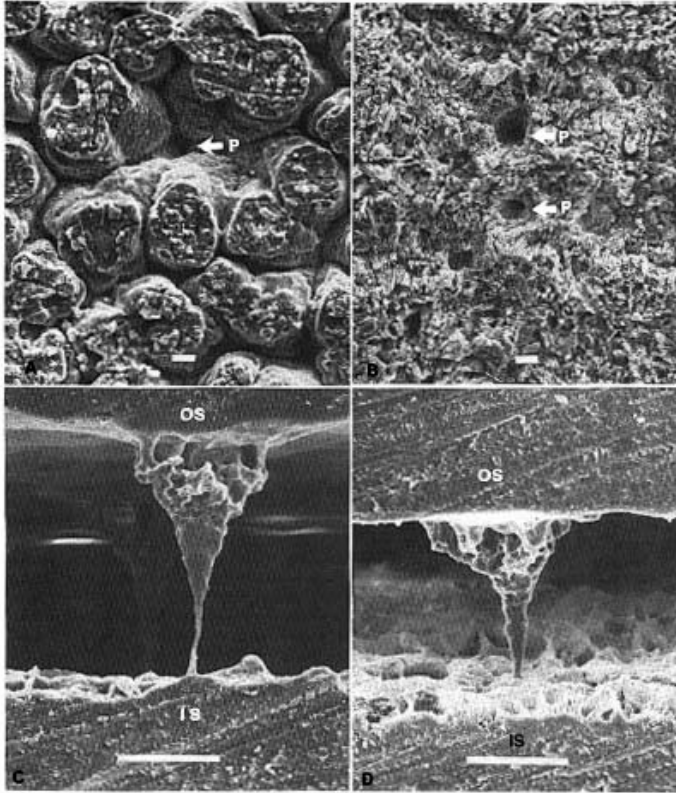


Abb. 4)

Raster- Elektronen- Mikroskop-  
Aufnahmen:

**A:** Innere Oberfläche der Eischale  
vor der Inkubation und **B:** danach.

P= Poren

Messbalken = 10  $\mu\text{m}$

**C:** Aufnahme eines "Spurr" - Gusses  
durch die Pore der Eischale vor der  
Inkubation und **D:** danach

OS = Schalenaußenseite

IS = Schaleninnenseite

Messbalken = 100  $\mu\text{m}$

(Booth und Seymour 1987)

### Das Küken: Atmung im Ei, Schlüpfen und erster Atemzug

Wenn im Thermometerhuhn Wasser verloren geht entstehen kleine Luftblasen, die räumlich nicht fixiert sind und daher nicht mit der Luftzelle der normalen Vögel verglichen werden können. Darum können Megapoden nicht wie andere Vögel von der Chorioallantois-Atmung auf Lungenatmung im Ei umsteigen. (Seymour und Ackermann 1980): Ungleich anderer Vögel brechen sie in wenigen Minuten durch harte Schläge mit den kräftigen Beinen aus (ein weiterer Vorteil der dünneren Schalen) und fangen sofort nachdem die Restflüssigkeit vom Kopf getropft ist an das erste Mal mit der Lunge zu atmen (Seymour 1985).

Für ein paar Stunden atmet das Küken langsam und bewegt sich kaum. Dann beginnt es sich langsam die ca. 50 cm bis an die Oberfläche mit vielen Pausen zu graben. Dies dauert durchschnittlich 2 - 15 Stunden und das Küken schafft es nur, wenn das Material entsprechend gelockert wurde.

Die Küken können nach 1 Stunde an der Oberfläche laufen und nach 24 Stunden fliegen. Sie können sofort thermoregulieren und überleben Umgebungstemperaturen von 3° - 46° C (Jones et al. 1995).



Abb. 5)

Wenige Stunden altes Küken.

Das Gefieder ist bereits voll ausgeprägt und dient zur Tarnung. Die Küken müssen nach dem Schlüpfen ohne elterliche Fürsorge auskommen.

(Benshemesh, [www.malleefowlvictoria.org.au](http://www.malleefowlvictoria.org.au))

### ***Abschlussbetrachtung***

Früher war das Thermometerhuhn über weite Teile Süd-Australiens verbreitet; heute ist es durch verschiedene Einflüsse wie Zerstörung des Habitats, Raub der Eier bzw. Küken und Nahrungsdruck durch eingeführte Tiere (Füchse, Schafe, Kaninchen) stark gefährdet und kommt nur noch fragmentiert vor ([www.deh.gov.au](http://www.deh.gov.au)). Es ist zu hoffen, dass das Thermometerhuhn unserer Welt auch weiterhin erhalten bleibt, Dann würde wohl auch wieder mehr an den unglaublichen physiologischen Anpassungen und sensorischen Leistungen, die dieses Tier erbringt, geforscht.

### ***Danksagung***

*Ein sehr großes Dankeschön für die Zuverfügungstellung ihrer Honours Thesis Introduction und der Mitteilung aktueller Forschungsstandpunkte an*

***Jessica van der Waag***, PhD Student, University of WA Albany Campus,  
Australien

## **LITERATURVERZEICHNIS**

Booth, D. T., Seymour, R.S. (1987): Effect of Eggshell thinning on water vapour conductance of Malleefowl eggs. *The Condor* 89: 453 - 459

Booth, D.T., Jones, D.N. (2002): Underground nesting in the megapodes. *Oxford-Ornithology Series* 13: 192 - 206

Frith, H. J. (1956a): Breeding of the Malleefowl. *CSIRO Wildl. Res.* 4: 31 - 60

Frith, H.J. (1956b): Temperature Regulation in the Nesting Mounds of the Malleefowl. *CSIRO Wildl. Res.* 1: 79 - 95

Frith, H.J. (1957): Experiments on the Control of Temperature in the Mound of Malleefowl. *C.S.I.R.O. Wildl. Res.* 2: 101 - 111

Immelmann, K. , Böhner, J. (1984): Beobachtungen am Thermometerhuhn in Australien. *J. Orn.* 125: 141 - 155

Jones, D.N., Dekker, R.W.R., Roselaar, C.S. (1995): *The Megapodes*. Oxford University Press

Marchant, S., Higgins, P.J. (Herausgeber) (1993): *Handbook of Australian, New Zealand and Antarctic Birds*. Oxford University Press: Vol 2.

Seymour, R.S., Ackermann R.A. (1980): Adaptations to Underground Nesting in Birds and Reptiles. *Amer. Zool.* 20: 437 - 447

Seymour, R.S. (1985): Physiology of Megapode Eggs and incubation mounds. Acta XVIIIth Orn. Congress, Moskau: 854 - 863

Seymour, R.S., Vleck, D., Vleck, C.M. (1986): Gas Exchange in the incubation mounds of megapode birds. J. Comp. Physiol. B 156: 773 - 782

Waag, van der, J.A.E. (2005): Honours Thesis Introduction. Unpublished

Weathers, W.W., Seymour, R.S., Baudinette, R.V. (1992): Energetics of mound-tending behaviour in the malleefowl. Anim. Behav. 45: 333 - 341

Weathers, W.W., Seymour R.S. (1998): Behaviour and Time-Activity Budgets of Malleefowl in South Australia. EMU 98: 299 - 296

[www.deh.gov.au/biodiversity/threatened/action/birds2000/pubs/malleefowl.pdf](http://www.deh.gov.au/biodiversity/threatened/action/birds2000/pubs/malleefowl.pdf);  
12.Mai 2005

### **Abbildungsverzeichnis**

*Abb. 1:* <http://galliform.bhs.mq.edu.au>; 12.05.2005

*Abb. 2:* Wiseman, R. (2002): [www.malleefowlvictoria.org.au/malleefowl2.html](http://www.malleefowlvictoria.org.au/malleefowl2.html);  
24.05.2005

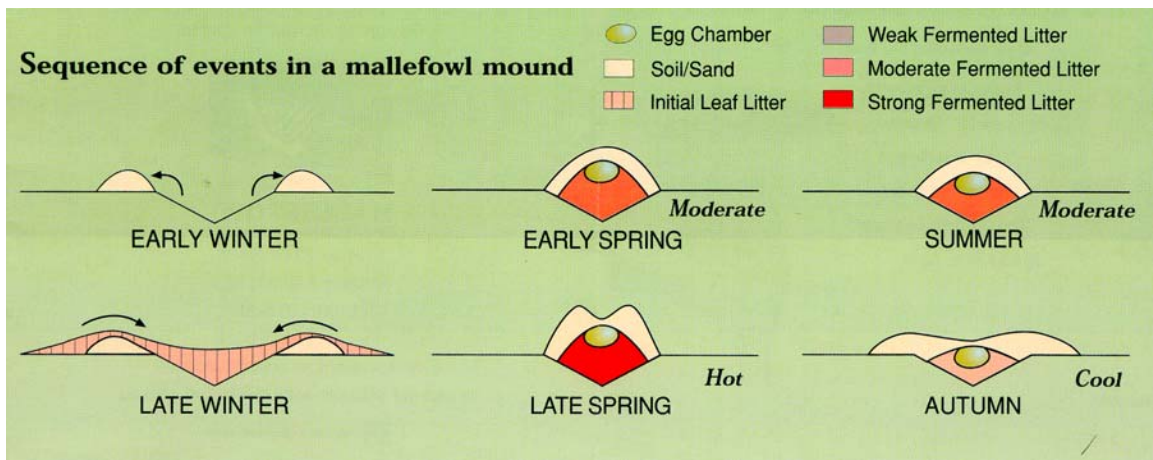
*Abb. 3:* Seymour, R. S. (1995): Calorimetric investigations on mound-building birds. Thermochemica Acta 250: 322

*Abb. 4:* siehe Literaturverzeichnis: Booth, D. T., Seymour, R.S. (1987)

*Abb. 5:* Benshemesh, J.: [www.malleefowlvictoria.org.au/malleefowl2.html](http://www.malleefowlvictoria.org.au/malleefowl2.html); 24.05  
2005

## ANHANG

### ABBILDUNGEN:



Malleefowl Preservation Group (2005): "The Magnificent Malleefowl", Faltblatt

Anmerkung: die organische Zersetzung ist bewiesen keine Gärung (= fermentation), sondern verläuft ausnahmslos aerob (unter anderem: Seymour und Ackermann 1980).

# 11 Monate Nestpflege

OG = Organisches Material

SAISON	BESUCH	STD	ARBEIT	WÄRME
Herbst (März)			Nest wird ausgegraben	-----
2 -3 Wochen Pause				
Winter	täglich/ morgens	1 Std.	Nest wird m. OG befüllt u. durchgegraben	OG beginnt zu heizen
Nach erstem Regen mischt Hahn Material, bedeckt Nest mit Sand				
Ende August: Graben der 60 cm tiefen Eikammer				
<i>SEPTEMBER - APRIL: Eiablage: alle 5 - 7 Tage (→ insg. 10 - 25 Eier) Arbeit 3 - 5 Stunden</i>				
Frühling	täglich/ morgens	1 Std.	engerKegel, so breit wie die Eikammer.	OG
Frühsomm er	Täglich: morgens - 16 Uhr	Mit Pau- sen	Leer-Räumen d. Nestes, Füllen in Intervallen	OG zu heiß, höhere Umgebungstemp.eratur
Sommer	1x Woche	2 - 3 Std.	Bis Eier frei gegraben, sofort wieder zu u. mit Sand isoliert	OG schwächer, Umgebung zu heiß
Herbst	Alle 2 Tage: Morgens + abends		Sand vom Nest → Unter- tassenform, ausgebreitet in Sonne; abends warm auf Nest	OG versiegt : Solar- energie

**Winter:**

3 Monate

Pause

**Sommer:**

2 Monate

1x Woche

**übriges**

**Jahr:**

5 Stunden

täglich

verändert nach Frith (1956a, 1957)

blaue Daten: Seymour, R.S. (1995) ,(siehe Abbildungsverzeichnis)

## ZUSÄTZLICHE INFORMATIONEN:

### **Das Buschhuhn**

Das Buschhuhn (*Alectura lathamii*), ebenfalls in Australien heimisch und im tropischen Wald ansässig, brütet wie das Thermometerhuhn gelegentlich in trockeneren Gebieten. Sein Nest ist um einiges einfacher, da es nur eine Wärmequelle benutzt (Mikroorganismen) und zwar hin- und wieder frisches Laub hinzufügt, aber ansonsten keine anspruchsvolle Nestpflege betreibt. Allerdings gerade bei schlechten Wetterfronten kontrolliert auch das Buschhuhn sein Nest und greift bei Bedarf ein. Bei bevorstehendem Regen deckt es z.B. das Nest zum Schutz mit Sand ab. Für das Buschhuhn hat Seymour (1985) das Modell der Homothermie entwickelt. Aufgrund der Größe der Nester, der Isolierung bzw. Wärmeträgheit stellt sich ein Gleichgewicht ein: Die Mikroorganismen produzieren neue Wärme und etwas Wärme wird kontinuierlich abgegeben: die Nester brauchen nur wenig Aufmerksamkeit, da die Temperatur gleich bleibt.

Versuche zeigten, dass längst verlassene Nester bis zu 7 Wochen eine Temperatur um die 35° C gehalten haben (Jones et al. 1995).

Anne Göth (pers. com.) vermutet ebenfalls Wärmerezeptoren am Schnabel des Buschhuhns. Hierzu fehlen allerdings noch Studien.

### **Gasaustausch in den Eiern und Embryoatmung bei Vögeln:**

Bei allen Vögeln findet der Gasaustausch in den Eiern über Poren in der Eischale statt. Über Diffusion werden O<sub>2</sub> und CO<sub>2</sub> ausgetauscht und Wasserdampf abgegeben.

Über die Brutzeit verdünnt sich die Schale bei den meisten körperbrütenden Vögeln um 4 - 8 % da der Embryo Calcium aufnimmt aus dem es sein Skelett baut. Diese kleinen Mengen haben im Gegensatz zum Thermometerhuhn keinen Effekt auf die Leitfähigkeit der Schale (Priddel und Wheeler 2001).

Evolutiv hat sich ein Gesamtwasserverlust von 15 % über die gesamte Brutzeit als Optimum herauskristallisiert: Es ist genügend Wasser vorhanden, um eine

Dehydrierung zu vermeiden, aber es wird auch genügend Platz geschaffen, um eine Luftzelle auszubilden (Jones et al. 1995).

Ein Tag vor dem Schlüpfen pickt der Embryo die Luftzelle an und fängt an über seine Lunge im Ei zu atmen. Die Chorioallantois, ein Netzwerk aus Blutgefäßen und Membranen, die an der Innenseite der Schale anliegen und bis jetzt die einzige Methode zum Atmen waren, hört auf zu arbeiten (Priddel und Wheeler 2001).

Priddel, D. Wheeler, R. (2001): Malleefowl: Mounds of Difference. *Nature Australia* 27: 42 - 51