

7. Morphometrische Messungen

7.1 Mess- und Arbeitsmethoden

Die morphometrischen Messungen am Albanerpetontiden-Material aus der Kohlengrube Guimarota (*Celtenham guimarotae* sp. nov.), Porto Dinheiro (*Celtenham guimarotae* sp. nov.), Uña (Albanerpetontidae indet.), Pio Pajarón (Albanerpetontidae indet.) und aus den Spaltenfüllungen von Petersbuch 2 (*Albanerpeton inexpectatum*) wurden mit einer AxioCam der Firma Zeiss durchgeführt. Bei diesem Messverfahren werden die Objekte durch ein Mikroskop mit einer digitalen Kamera fotografiert. Die zweidimensionale Vermessung der fotografierten Objekte erfolgte unter Verwendung des Bildverarbeitungs- und Analysesystems AxioVision 3.0.6.38. Die gewonnenen Messdaten wurden mit Hilfe des Programmes Excel 2000 in Bezug auf biometrische Zusammenhänge ausgewertet und liegen als Messwerttabelle vor (siehe Anhang). Die einzelnen Messstrecken der verschiedenen Kieferelemente sind auf Tafel XVII abgebildet.

7.2 Grundlagen für die Auswertung der morphometrischen Messungen

Für die einzelnen Datensätze der verschiedenen Merkmalkombinationen wurden mit Hilfe der Regressionsanalyse Trendlinien erstellt. Der r -Wert (Pearson'scher Korrelationskoeffizient) charakterisiert die linearen Trendlinien bzw. Regressionsgeraden (R-Geraden). Dieser Koeffizient ist ein Index mit dem Wertebereich $-1,0 \leq r \leq 1,0$ und ist ein Maß dafür, inwieweit zwischen zwei Parametern (x und y) eine lineare Abhängigkeit besteht. Das Vorzeichen beschreibt die Steigung des errechneten Linears. Liegt r bei 1 oder -1, so besteht für die Stichprobe eine vollkommene Korrelation, d.h. alle Punkte liegen auf der Geraden. Im anderen Extremfall, wenn $r = 0$ ist, ist keine Übereinstimmung vorhanden, d.h. es liegt kein Punkt auf der Geraden. Der Pearson'sche Korrelationskoeffizient kann aber ebenfalls den Wert 0 annehmen, wenn einer der beiden Parameter sich nicht verändert. Demnach erreicht r bei einer größeren Streuung kleinere Werte als 1 bzw. größere als -1. Bei der hier durchgeführten Regressionsanalyse werden alle Merkmalkombinationen mit einem Wert von $1 \geq r \geq 0,7$ bzw. $-1 \leq r \leq -0,7$ als signifikant betrachtet.

Der Pearson'sche Korrelationskoeffizient berechnet sich aus der folgenden Formel:

$$r = \frac{n(\sum XY) - (\sum X) \times (\sum Y)}{\sqrt{[n\sum X^2 - (\sum X)^2] \times [n\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

7.3 Zielsetzung der morphometrischen Messungen

Die Diskussion des Materials aus der Kohlengrube Guimarota und den Spaltenfüllungen von Petersbuch 2 hat gezeigt, dass in jeder dieser beiden Lokalitäten nur eine Art vorhanden ist: *Celtdens guimarotae* sp. nov. bzw. *Albanerpeton inexpectatum*. Das Ziel der morphometrischen Messungen war es, zu untersuchen, ob man die Gattungen anhand des Verlaufes der Trendlinien bzw. Regressionsgraphen (Wachstumstrends) für ausgesuchte Messstrecken an den zahntragenden Elementen unterscheiden kann. Mit Hilfe der morphometrischen Messungen an der distalen Epiphyse der Humeri aus der Grube Guimarota, Porto Dinheiro, Uña und Pio Pajarón wurden ebenfalls Wachstumsunterschiede bei den verschiedenen Taxa untersucht.

7.4 Fehleranalyse

Für die Messungen wurden nur gut erhaltene Knochen verwendet. Eine Messreihe von 200 Durchgängen an einer auf einen Millimeter geeichten Linie hat einen Fehlerwert von $\pm 0,02$ mm ergeben.

Eine Überprüfung der Normalverteilung der für die Messungen verwendeten zahntragenden Kieferelemente aus Guimarota und aus Petersbuch 2 ist aufgrund der unvollständigen Überlieferung des ontogenetischen Größenspektrums nicht möglich. Für die Messungen am Prämaxillare und Maxillare aus der Grube Guimarota standen überwiegend nur kleinere Exemplare bzw. Jungtiere zur Verfügung. Die Knochen adulter bzw. seniler Tiere sind zwar überliefert, aber sie sind stärker beschädigt. Daher konnten an diesen Knochen weniger Messungen vorgenommen werden. Zusätzlich ist die Gesamtzahl der ausreichend erhaltenen Kieferelemente gering (siehe Messwerttabelle). Aus Petersbuch 2 liegen bei den Prämaxillaria und Maxillaria überwiegend adulte Tiere vor. Jungtiere bzw. senile *Albanerpetontiden* sind seltener. Die Gesamtzahl vermessbarer Kieferknochen für eine Überprüfung der Normalverteilung ist aber dennoch zu gering. Nur wenige ausreichend erhaltene *Dentalia* juveniler,

adulter und seniler Albanerpetontiden sind aus der Grube Guimarota und Petersbuch 2 überliefert.

Albanerpeton inexpectatum aus Petersbuch 2 ist deutlich kleiner als *Celtenham guimarotae* sp. nov. aus der Grube Guimarota, bzw. seine Kieferknochen sind kürzer (siehe Messwerttabelle, Tab. 6.1 und Kapitel 5.5). Die Messwerte für die einzelnen Kieferelemente liegen daher beim Albanerpetontiden aus Petersbuch 2 fast immer enger zusammen als bei *Celtenham guimarotae* sp. nov. aus Guimarota. Gleichzeitig kann durch weniger Messwerte die Punktdichte verringert werden. Der r -Wert ist abhängig von der Messpunktdichte. Bis auf eine Messung (siehe Abb. 7.8) ist der r -Wert für die Kieferelemente aus Petersbuch 2 immer kleiner als für die Kieferknochen aus der Grube Guimarota. Zusätzlich beeinflussen sog. „Ausreißer“ den r -Wert, die aber aus der Datenmatrix nicht entfernt wurden. Die unterschiedliche Punktdichte und die nicht mögliche Überprüfung der Normalverteilung der vermessenen Kieferelemente erschweren die Vergleichbarkeit der Messergebnisse aus den beiden Lokalitäten. Die überwiegend geringe Anzahl von Messwerten verringert außerdem die Aussagefähigkeit der erhaltenen Trendlinien bzw. Regressionsgeraden.

7.5 Auswertung der morphometrischen Messungen

7.5.1 Prämaxillare

Die Höhe der Pars dorsalis, die Höhe der Pars dentalis, die maximale Breite und die obere Breite wachsen im Verhältnis zur Gesamtlänge bei beiden Arten linear an (siehe Abb. 7.1 bis 7.4). Die Höhe der Pars dorsalis nimmt im Verhältnis zur Gesamthöhe bei *Celtenham guimarotae* sp. nov. stärker zu. Bei *Albanerpeton inexpectatum* wächst die Höhe der Pars dentalis im Vergleich zur Gesamthöhe dagegen stärker an. Das Verhältnis von maximaler Breite zur Gesamthöhe bzw. von oberer Breite zur Gesamthöhe zeigt bei beiden Arten eine annähernd gleich stark ansteigende Trendlinie. Aus der Abbildung 7.3 ist ersichtlich, dass die Prämaxillaria von *Albanerpeton inexpectatum* relativ breiter sind. Die Abbildung 7.4 verdeutlicht die relativ größere obere Breite bzw. den schwächer ausgebildeten präfrontalen Einschnitt bei *Celtenham guimarotae* sp. nov. Der r -Wert für das Verhältnis zwischen der oberen Breite und der Gesamthöhe bei *Albanerpeton inexpectatum* liegt allerdings unter 0,7 und ist dementsprechend nicht signifikant.

7.5.2 Maxillare

Die vordere Gesamthöhe wächst im Verhältnis zur Gesamtlänge bei beiden Arten fast gleichmäßig linear (siehe Abb. 7.5). Die Abbildung 7.5 verdeutlicht die relativ und absolut größere vordere Höhe bei *Albanerpeton inexpectatum*. Die vordere Länge bzw. die Länge des lateralen prämaxillaren Fortsatzes wächst im Vergleich zur vorderen Gesamthöhe bei *Celtenham guimarotae* sp. nov. deutlich stärker linear. Die Trendlinie von *Albanerpeton inexpectatum* besitzt einen r-Wert von unter 0,4 (siehe Abb. 7.6). Aus der Abbildung 7.6 wird außerdem der relativ und absolut längere laterale prämaxillare Fortsatz bei *Celtenham guimarotae* sp. nov. ersichtlich. Die vordere Höhe 2 steigt im Verhältnis zur vorderen Höhe 1 bei *Albanerpeton inexpectatum* stärker linear an. Allerdings liegt der r-Wert unter 0,5. Die Trendlinie für *Celtenham guimarotae* sp. nov. ist signifikant (siehe Abb. 7.7). Die Abbildung 7.7 belegt einen relativ höher ausgebildeten lateralen prämaxillaren und nasalen Fortsatz bei *Albanerpeton inexpectatum*.

7.5.3 Dentale

Die Länge der Zahnreihe wächst im Verhältnis zur Gesamtlänge bei beiden Arten nur minimal unterschiedlich linear (siehe Abb. 7.8). Das gleiche gilt für das Verhältnis vom Abstand zwischen dem vorderen Ende und der hinteren Öffnung des Meckel'schen Kanals zur Gesamtlänge (siehe Abb. 7.9). Die Höhe hinter der Zahnreihe wächst zur Gesamtlänge bei *Celtenham guimarotae* sp. nov. stärker. Allerdings liegt der r-Wert bei *Albanerpeton inexpectatum* unter 0,2. Der Abstand zwischen der hinteren Öffnung des Meckel'schen Kanals und dem hinteren Ende des Dentale wächst im Vergleich zur Gesamtlänge bei beiden Arten annähernd gleich stark linear (siehe Abb. 7.11). Die Steigung der linearen Trendlinie für das Verhältnis vom Abstand zwischen der Öffnung des 2. Kanals und dem hinteren Ende des Dentale ist nahezu identisch. Der Abstand zwischen der Öffnung des 2. Kanals und dem hinteren Ende des Dentale ist bei *Albanerpeton inexpectatum* relativ größer.

7.5.4 Humerus

Das Verhältnis zwischen der Höhe und der Breite des radialen Condylus bei *Celtenham guimarotae* sp. nov. aus der Grube Guimarota bzw. von Porto Dinheiro sowie bei *Albanerpetontiden* indet. aus Uña und Pio Pajarón zeigt einen linearen Wachstumstrend (siehe

Abb. 7.13). Diese Beobachtung steht im Einklang mit dem kontinuierlichen Wachstum der Gliedmaßen bei allen rezenten Lissamphibia (DUELLMANN & TRUEB 1986).

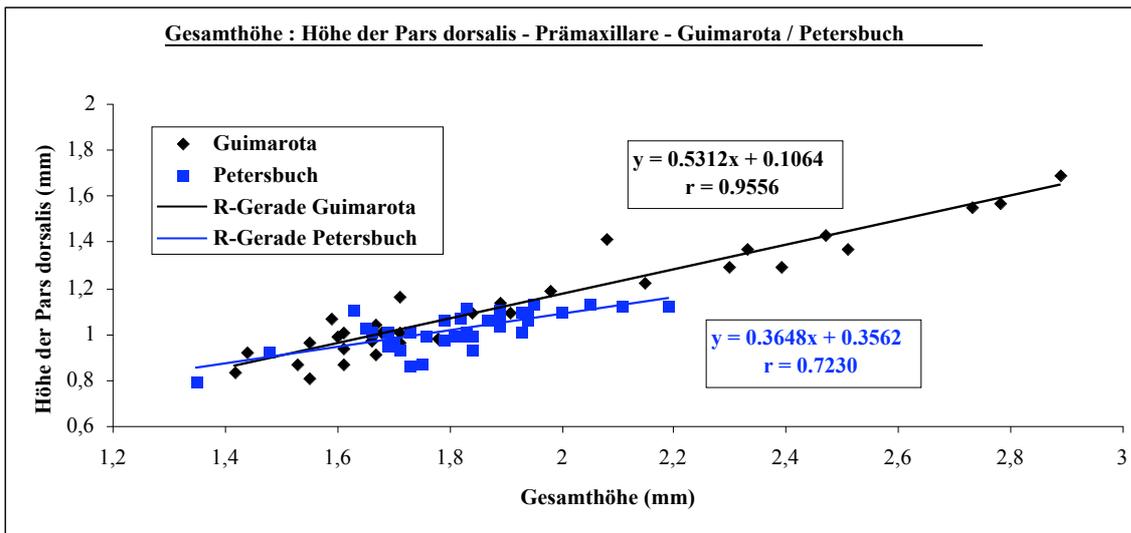


Abb.7.1 Verhältnis zwischen der Gesamthöhe und der Höhe der Pars dorsalis beim Prämaxillare von *C. guimarotae* sp. nov. (Guimarota) und *A. inexpectatum* (Petersbuch 2).

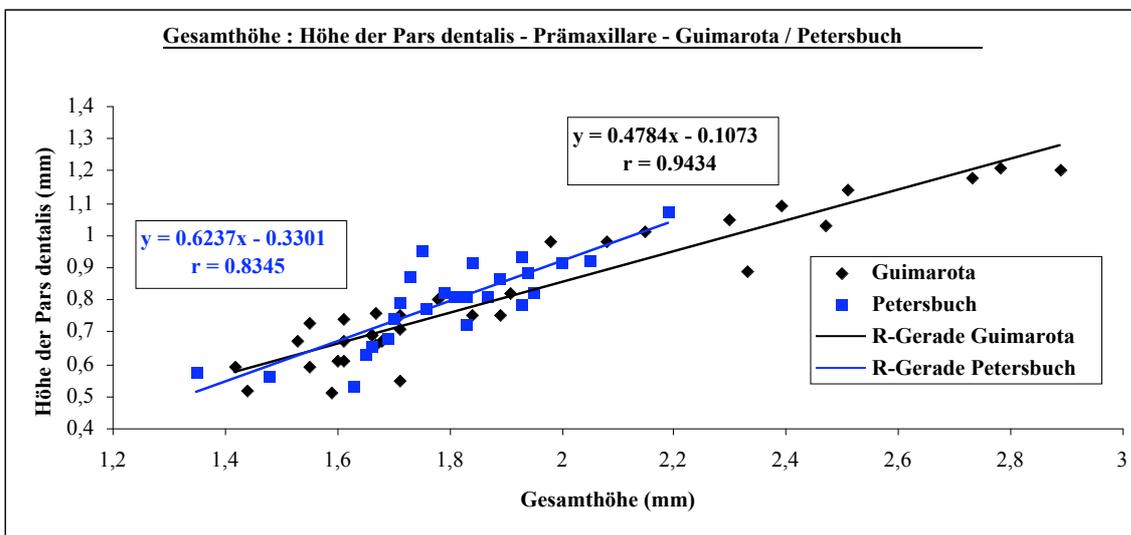


Abb. 7.2 Verhältnis zwischen der Gesamthöhe und der Höhe der Pars dentalis beim Prämaxillare von *C. guimarotae* sp. nov. (Guimarota) und *A. inexpectatum* (Petersbuch 2).

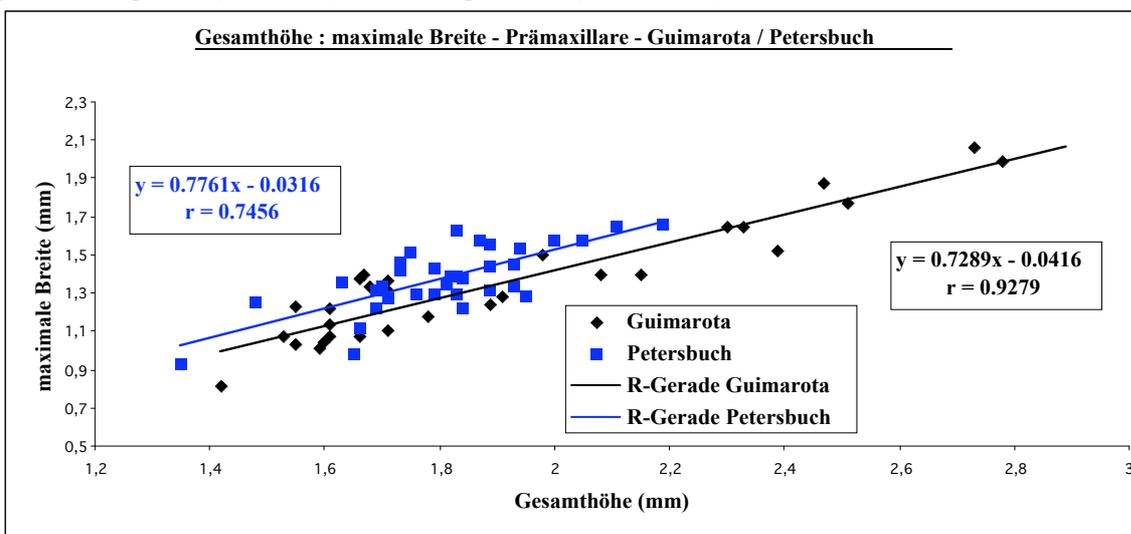


Abb. 7.3 Verhältnis zwischen der Gesamthöhe und der maximalen Breite beim Prämaxillare von *C. guimarotae* sp. nov. (Guimarota) und *A. inexpectatum* (Petersbuch 2).

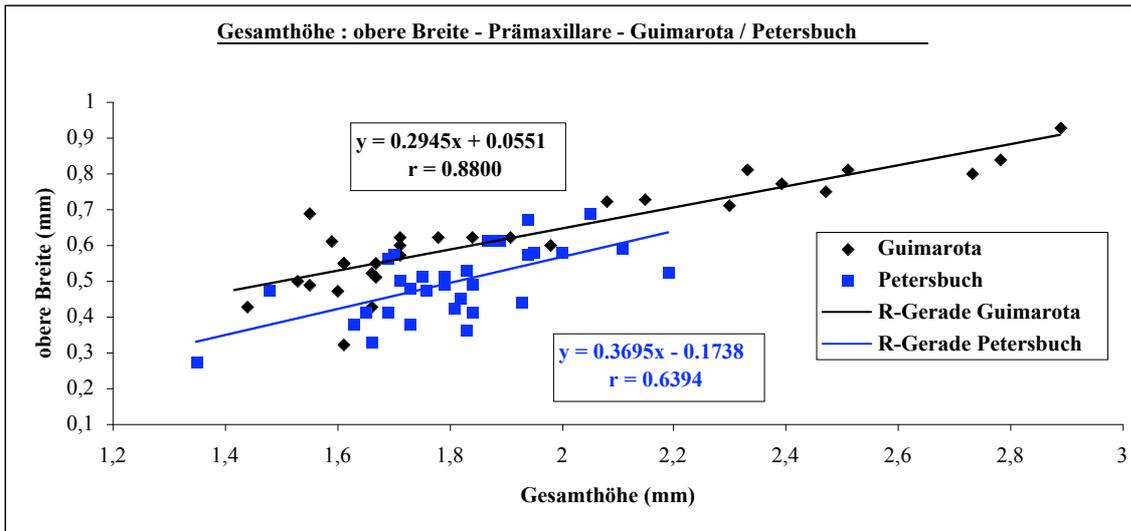


Abb. 7.4 Verhältnis zwischen der Gesamthöhe und der oberen Breite beim Prämaxillare von *C. guimarotae* sp. nov. (Guimarota) und *A. inexpectatum* (Petersbuch 2).

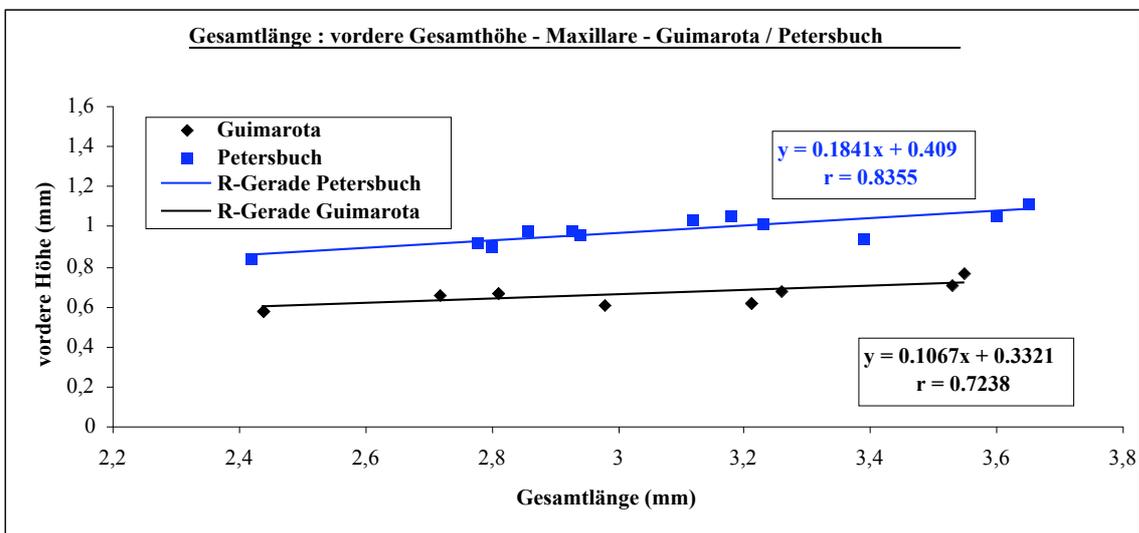


Abb. 7.5 Verhältnis zwischen der Gesamtlänge und der vorderen Gesamthöhe beim Maxillare von *C. guimarotae* sp. nov. (Guimarota) und *A. inexpectatum* (Petersbuch 2).

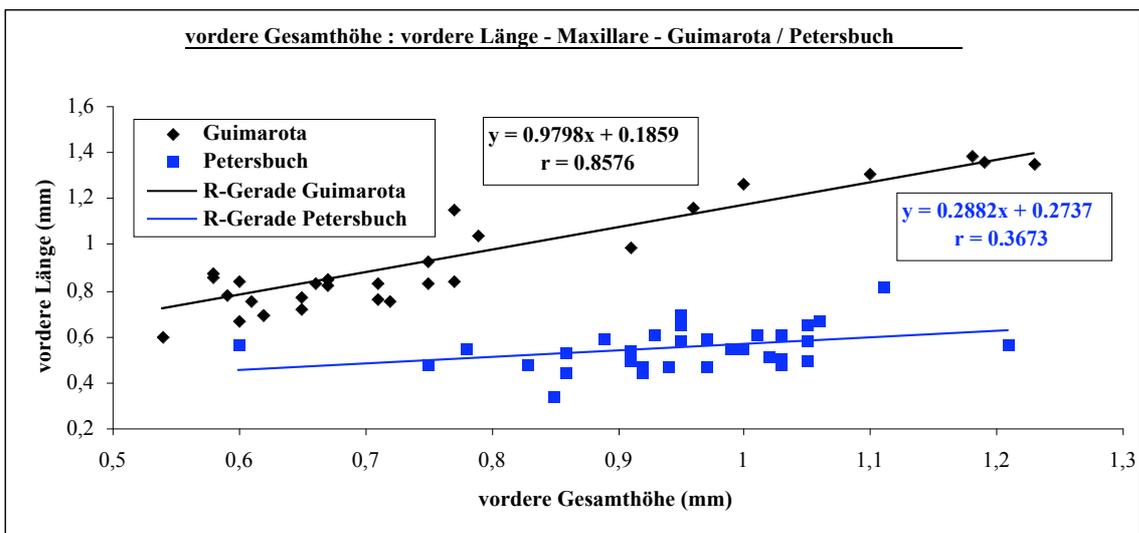


Abb. 7.6 Verhältnis zwischen der vorderen Gesamthöhe und der vorderen Länge beim Maxillare von *C. guimarotae* sp. nov. (Guimarota) und *A. inexpectatum* (Petersbuch 2).

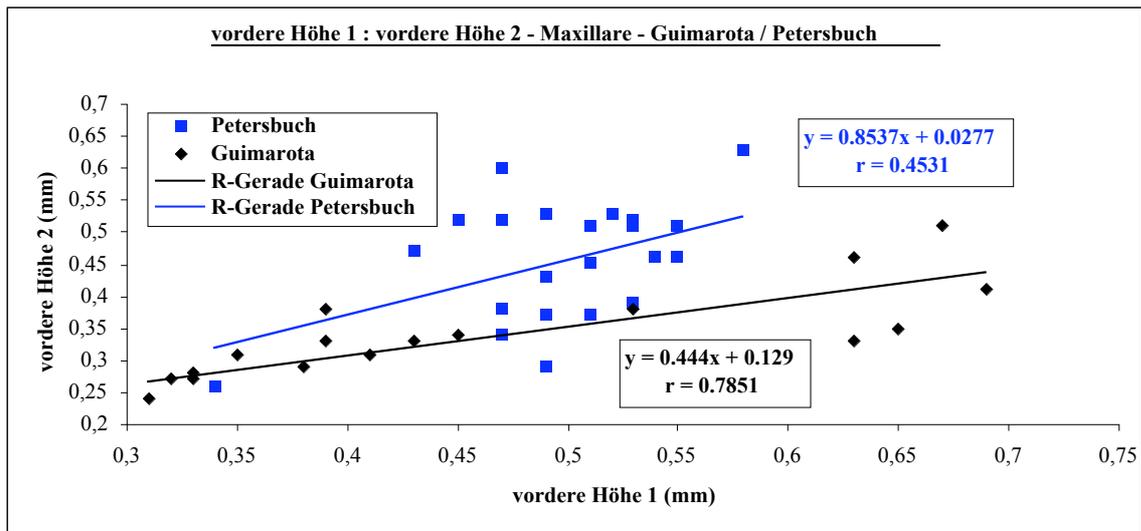


Abb. 7.7 Verhältnis zwischen der vorderen Höhe 1 und der vorderen Höhe 2 beim Maxillare von *C. guimarotae* sp. nov. (Guimarota) und *A. inexpectatum* (Petersbuch 2).

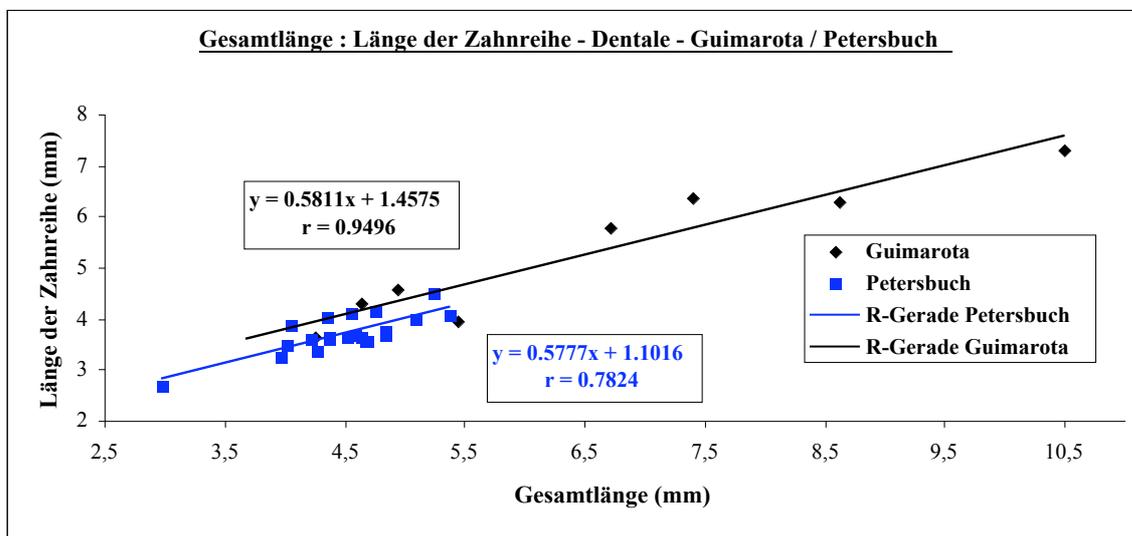


Abb. 7.8 Verhältnis zwischen der Gesamtlänge und der Länge der Zahnreihe beim Dentale von *C. guimarotae* sp. nov. (Guimarota) und *A. inexpectatum* (Petersbuch 2).

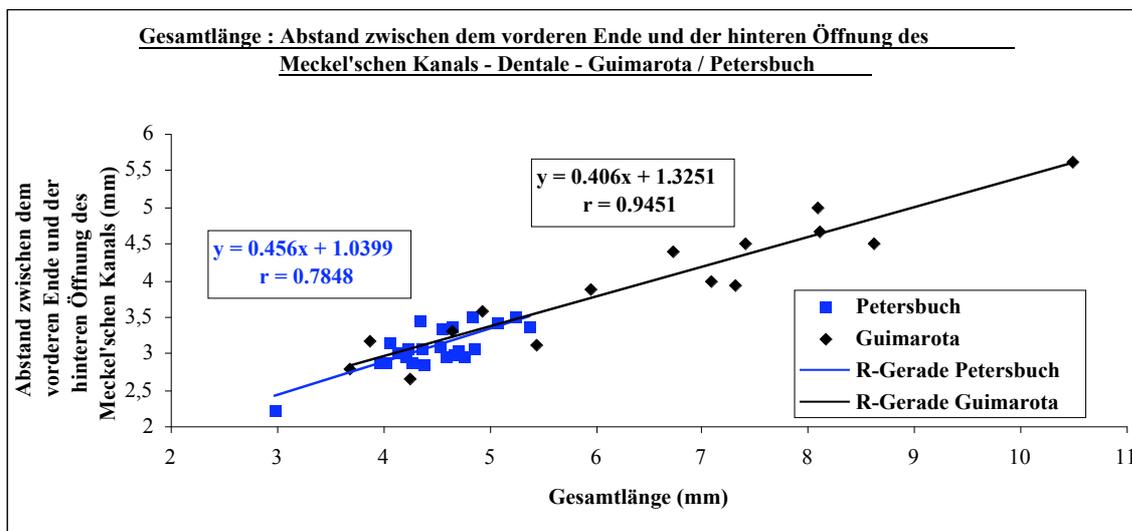


Abb. 7.9 Verhältnis zwischen der Gesamtlänge und dem Abstand zwischen dem vorderen Ende und der hinteren Öffnung des Meckel'schen Kanals von *C. guimarotae* sp. nov. (Guimarota) und *A. inexpectatum* (Petersbuch 2).

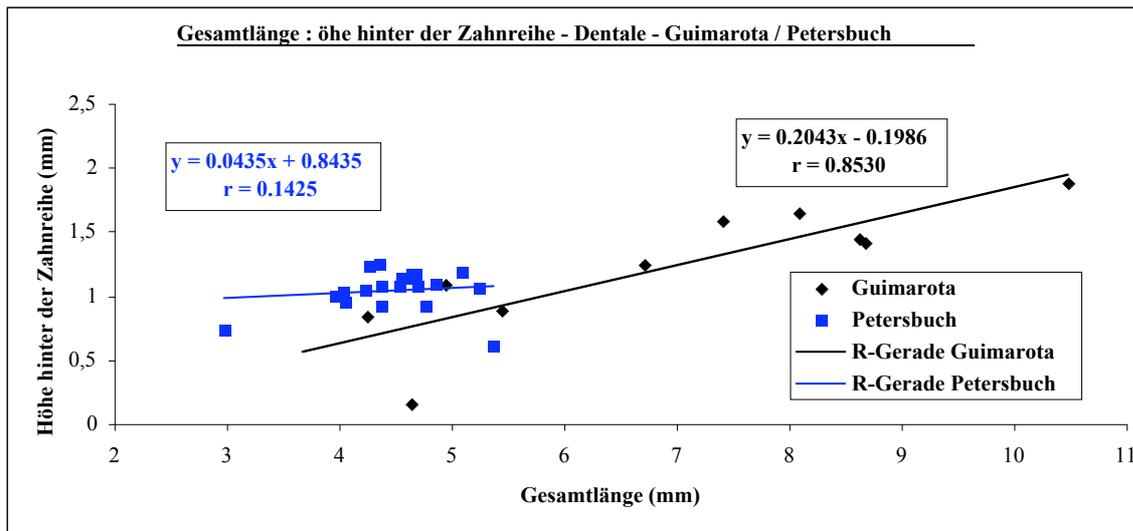


Abb. 7.10 Verhältnis zwischen der Gesamtlänge und der Höhe hinter der Zahnreihe beim Dentale von *C. guimarotae* sp. nov. (Guimarota) und *A. inexpectatum* (Petersbuch 2).

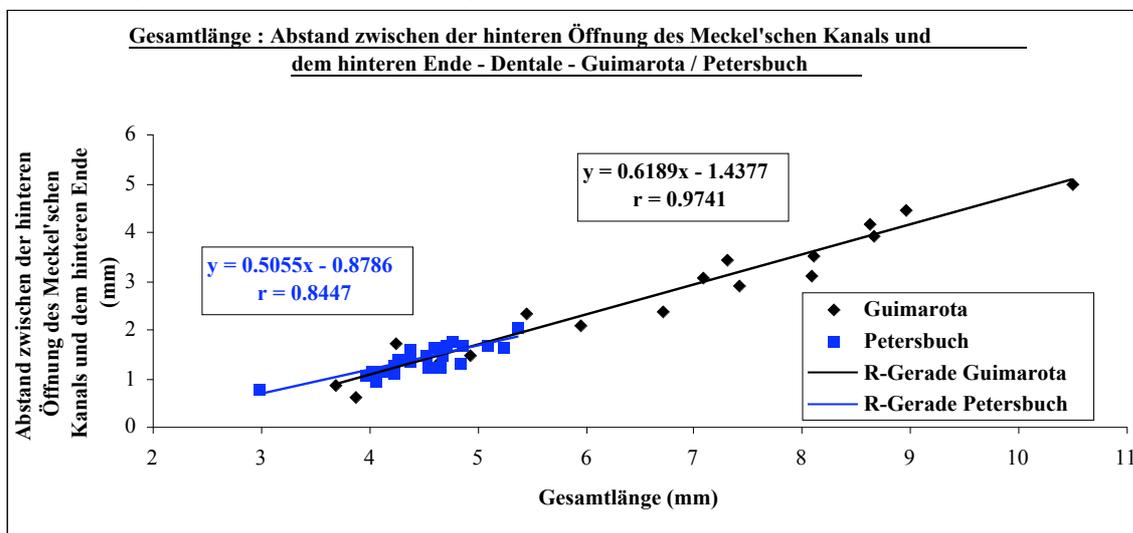


Abb. 7.11 Verhältnis zwischen der Gesamtlänge und dem Abstand zwischen der hinteren Öffnung des Meckel'schen Kanals und dem hinteren Ende von *C. guimarotae* sp. nov. (Guimarota) und *A. inexpectatum* (Petersbuch 2).

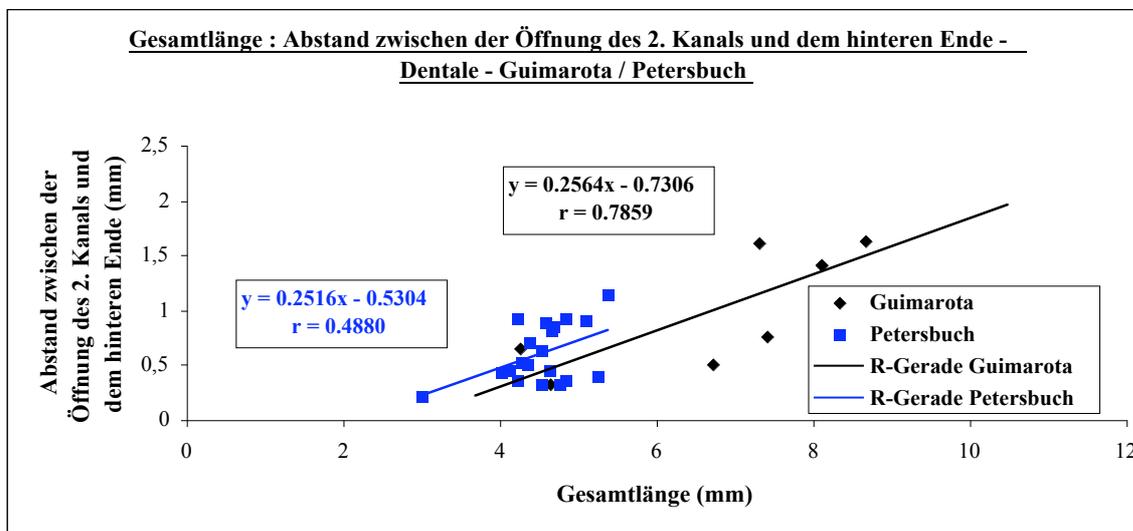


Abb. 7.12 Verhältnis zwischen der Gesamtlänge und dem Abstand zwischen der Öffnung des 2. Kanals und dem hinteren Ende beim Dentale von *C. guimarotae* sp. nov. (Guimarota) und *A. inexpectatum* (Petersbuch 2).

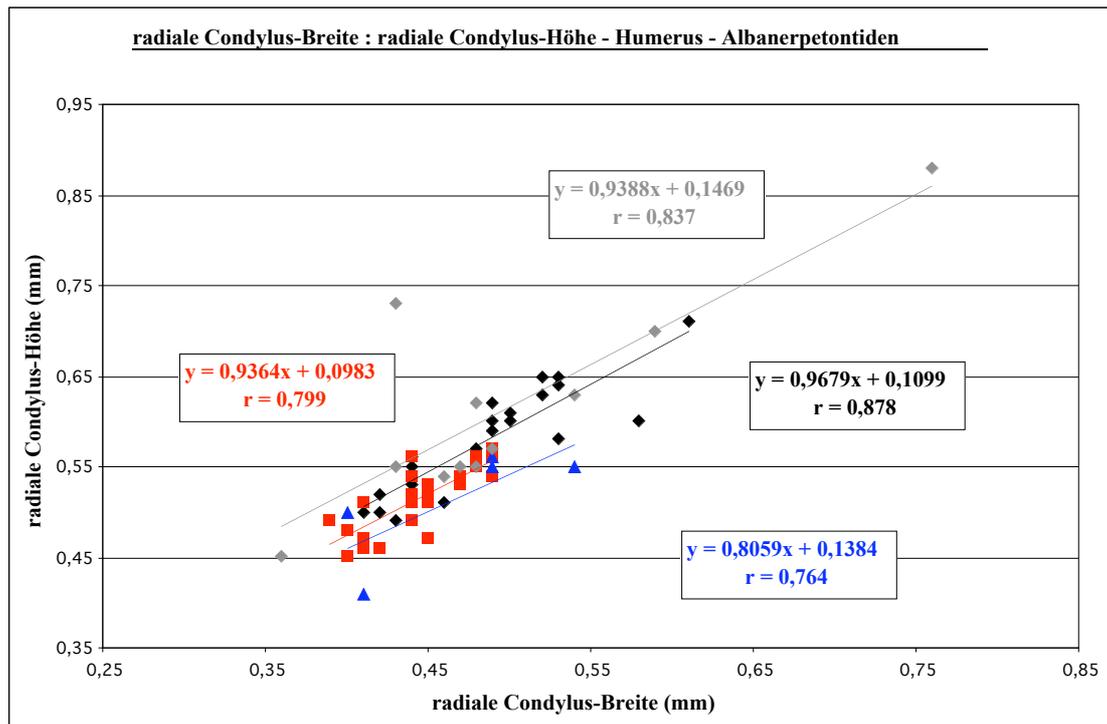


Abb. 7.13 Verhältnis zwischen der Höhe und der Breite des radialen Condylus bei Albanerpetontiden. ◊: Guimarota, ◻: Porto Dinheiro, ◴: Uña, ◴: Pio Pajarón. — : R-Gerade Guimarota, — : R-Gerade Porto Dinheiro, — : R-Gerade Uña, — : R-Gerade Pio Pajarón.

7.5.5 Zusammenfassung der morphometrischen Messergebnisse

Celtenham guimarotae sp. nov. aus der Grube Guimarota und *Albanerpeton inexpectatum* aus Petersbuch 2 unterscheiden sich teilweise im Verlauf der Trendlinien einzelner Messstrecken an ihren zahntragenden Elementen. Die Unterscheidung der beiden Gattungen anhand unterschiedlicher Wachstumstrends ist aufgrund des fehlenden ontogenetischen Gesamtspektrums bei beiden Populationen, einer unterschiedlichen Körpergröße und einer verschiedenen großen Messpunktdichte allerdings kritisch zu betrachten. Vielleicht entspricht der unterschiedliche r -Wert der Trendlinien auch einem Gattungsunterschied. Demnach wachsen die Kieferelemente von *Albanerpeton inexpectatum* aus Petersbuch 2 unregelmäßiger bzw. zeigen eine größere Wachstumsvariabilität. Messwerte weiterer Arten beider Gattungen bzw. Messwerte anderer Populationen von *Albanerpeton inexpectatum* und *Celtenham guimarotae* sp. nov. sind notwendig um zu klären, ob die ermittelten Wachstumstrends und r -Werte tatsächlich diagnostisch für die jeweiligen Gattungen bzw. Arten sind. Die Messungen an der distalen Epiphyse belegen bei den Albanerpetontiden ein genauso kontinuierliches Wachstum der Gliedmaßen wie bei allen rezenten Lissamphibia.