

ЗАГАЛЬНЕ МОВОЗНАВСТВО

Karl-Heinz Best
(Göttingen)

EIN MODELL FÜR DIE AUFGLIEDERUNG DER INDOGERMANISCHEN SPRACHFAMILIE IN TOCHTER-SPRACHEN/-SPRACHFAMILIEN

Мета статті – встановити статистичну закономірність розвитку індоєвропейської прамови. У результаті аналізу встановлено, що розпад індоєвропейської прамови на окремі мови описується законом Піотровського.

1. Das Piotrowski-Gesetz als Modell des Sprachwandels

Im Zentrum der Forschungsbemühungen der Quantitativen Linguistik steht die Entwicklung und Überprüfung von Hypothesen für Sprachgesetze, die sprachliche Zustände, Prozesse und die Verwendung von Sprache steuern. Eines dieser Sprachgesetze, das Linguisten begründet und erprobt haben, ist das sogenannte *Piotrowski-Gesetz*, benannt nach den St. Petersburger Forschern A. A. Piotrowskaja und R. G. Piotrowski, die anscheinend als erste den Versuch unternahmen, den Verlauf von Sprachwandelprozessen mit einer arctg- oder einer tanh-Funktion (Altmann 1983, 59; Leopold 2005, 627) mathematisch zu modellieren (Piotrowskaja & Piotrowski 1974). Mit diesem Konzept haben sich Altmann (1983) sowie Altmann, von Buttlar, Rott & Strauß (1983) auseinandergesetzt und einen neuen Ansatz entwickelt, der die Nachteile des Vorschlags der St. Petersburger Forscher vermeidet und in seiner Form dem logistischen Gesetz gleicht, das in der Wissenschaftsgeschichte bis auf Verhulst (1838, 1845) und Pearl (1926) zurückverfolgt werden kann, die damit die Entwicklung der Bevölkerung modellierten.

Das *Piotrowski-Gesetz* hat sich in der Linguistik seitdem in vielen Fällen bewährt und gehört zu den am besten erforschten Gesetzhypothesen. Innersprachlicher Wandel, Entlehnungen, Veränderungen in Idiolekten und Spracherwerb sind Anwendungsgebiete, in denen immer wieder Prozesse beobachtet werden konnten, die sich diesem Gesetz fügen (Best 2003; 2006, 106-123; 2008, 108-123). Es ist außerdem hinreichend

bekannt, dass entsprechende Gesetzmäßigkeiten in ganz anderen Wissenschaften eine große Rolle spielen, so z.B. in der Erforschung der Ausbreitung von Gerüchten, der Bevölkerungsdynamik oder der Epidemiologie (Banks 1994, Dodd 1953, Vogl 2007). Ein bisher noch nicht berücksichtigtes Phänomen, bei dem sich das *Piotrowski-Gesetz* ebenfalls bewährt, wie im Folgenden zu zeigen sein wird, ist die Aufsplitterung der indogermanischen Gemeinschaftssprache in Tochter-Sprachen und -Sprachfamilien. Geeignete Daten hierzu liefern Gray & Atkinson „using computational methods derived from evolutionary biology“ (Gray & Atkinson 2003: 435). Auch wenn diese Daten nicht unumstritten sind (Vogl 2007: 140), wird hier untersucht, wie dieser Prozess der Aufsplitterung abgelaufen ist und ob er dabei dem *Piotrowski-Gesetz* unterliegt, immer unter der Voraussetzung, dass die Annahmen über die Entstehung der einzelnen Tochter-Sprachen und -Sprachfamilien nicht allzu verzerrt sind.

2. Ein Modell für die Entstehung der indogermanischen Sprachfamilien

Gray & Atkinson (2003: 437) präsentieren einen Stammbaum der indogermanischen Sprachen (stark vereinfacht in Vogl 2007: 140) und geben jeweils an, wann sich schätzungsweise aus einer sprachlichen Einheit durch Auseinanderentwicklung zwei Tochter-Sprachzweige entwickeln. Sie nehmen an, dass die erste Aufspaltung vor etwa 8700 Jahren durch die Abtrennung des Hethitischen erfolgte; vor 7900 Jahren spaltete sich das Tocharische ab, vor 7300 Jahren der Vorläufer des Armenischen und Griechischen; usw. Insgesamt kommen sie für 16 geschätzte Zeitpunkte auf achtzehn solcher Abspaltungen, die in unterschiedlichen zeitlichen Abständen erfolgten.

Tabelle 1

Die Aufsplitterung der indogermanischen Sprachgemeinschaft durch Entstehung von Tochter-Sprachfamilien

t	angenommener Zeitpunkt der Aufspaltung vor x Jahren	entstehende Sprachzweige	
0	8700	Hethitisch	andere
8	7900	Tocharisch	andere
14	7300	Griechisch, Armenisch	andere
18	6900	Indo-Iranisch, Albanisch	andere

22	6500	Baltisch, Slawisch	andere
26	6100	Keltisch	andere
32	5500	Romanisch	Germanisch
41	4600	Indisch	Iranisch
53	3400	Baltisch	Slawisch
53	2900	Irish	andere keltische Sprachen
58	2900	indische Sprachen	Kashmiri
62	2500	Ostiranisch	Westiranisch
69.5	1750	Nordgermanisch	Westgermanisch
69.5	1700	Sardisch	andere romanische Sprachen
70	1700	Tocharisch A	Tocharisch B
74	1300	Südslawisch	andere slawische Sprachen
79	800	Aufspaltung des Griechischen	
81	600	Aufspaltung des Albanischen	

Legende zur Tabelle 1: „Angenommener Zeitpunkt der Aufspaltung vor x Jahren“ meint den Zeitpunkt, zu dem eine bestehende sprachliche Einheit sich nach der Darstellung von Gray & Atkinson (2003) in zwei Zweige aufspaltet. Zweimal, vor 2900 und vor 1700 Jahren, gab es gleichzeitig zwei Aufspaltungen. t beginnt mit $t = 0$ für den Zeitpunkt, zu dem die indogermanische Sprachgemeinschaft die erste Abspaltung, in diesem Fall des Hethitischen, erlebte, und gibt dann an, wie viele Jahrhunderte jeweils vergangen sind, bis es zur nächsten Abspaltung einer Tochter-Sprache oder Tochter-Sprachfamilie kam: Nach dem Ablauf von 8 Jahrhunderten ($t = 8$) spaltete sich als nächstes das Tocharische ab, usw. Es sind nur die Abspaltungen erfasst, für die Gray & Atkinson (2003) Datierungen angeben.

Die Tabelle 2 ergibt sich aus Tabelle 1 wie folgt: Vor 8700 Jahren spaltet sich Hethitisch ab, also gibt es eine neu entstandene, selbständig gewordene Tochter-Sprache (n beob. = 1); es folgt vor 7900 Jahren die Abspaltung des Tocharischen: eine weitere und damit insgesamt zwei neu entstandene Tochter-Sprachen (n beob. = 2). Vor 7300 Jahren trennt sich ein Zweig von allen anderen ab, der der Vorläufer von Armenisch und Griechisch ist: 3 durch Abspaltung neu entstandene Sprachzweige (n beob. = 3). Vor 5500 Jahren teilen sich „andere“ in zwei Zweige auf: in die germanischen und romanischen Sprachen. Vor 2900 und vor 1700

Jahren gibt es gleichzeitig zwei Aufspaltungen; daher erhöht sich in diesen Fällen die Zahl der Tochter-Sprachen/-Sprachfamilien jeweils um zwei. Der Zeitpunkt der Abspaltung des Albanischen vom Indo-Arischen ist nicht datiert und fehlt folglich; dasselbe gilt für die Trennung eines unbenannten Zweiges in Armenisch und Griechisch vor 7300 Jahren. Tabelle 2 ist insofern unvollständig, als die undatierten Aufspaltungen fehlen.

Tabelle 2

Die Aufsplitterung der indogermanischen Sprachgemeinschaft durch Entstehung von Tochter-Sprachen und -Sprachfamilien (Tochter-Sprachzweige)

t	angenommener Zeitpunkt der Aufspaltung vor x Jahren	Zahl der neu entstandenen Tochter-Sprachzweige beobachtet (n beob.)	Zahl der neu entstandenen Tochter-Sprachzweige berechnet (n ber.)
0	8700	1	2.32
8	7900	2	2.94
14	7300	3	3.51
18	6900	4	3.94
22	6500	5	4.41
26	6100	6	4.94
32	5500	7	5.82
41	4600	8	7.39
53	3400	9	9.95
58	2900	11	11.17
62	2500	12	12.20
69.5	1750	13	14.27
70	1700	15	14.41
74	1300	16	15.57
79	800	17	17.06
81	600	18	17.22
$a = 15.3323 \quad c = 37.8221 \quad k = 0.0321 \quad D = 0.98$			

Legende zur Tabelle 2: a , c und k sind die Parameter des Modells; c gibt an, auf welchen Zielwert der beobachtete Prozess hinsteuert. Die Anpassung des Modells an die beobachteten Daten ist mit $D = 0.98$ sehr gut. (Der Determinationskoeffizient D soll mindestens 0.80 erreichen, um eine gute Übereinstimmung zwischen Modell und Beobachtungswerten anzuzeigen; er kann aber nicht größer als $D = 1.00$ werden.)

Mit den so erhaltenen Daten ergibt sich eine sehr gute Grundlage dafür, die Hypothese zu prüfen, dass die Bildung immer neuer Tochter-Sprachzweige dem *Piotrowski-Gesetz* in seiner Form für den unvollständigen Sprachwandel folgt.

Dieses Modell lautet nach Altmann (1983: 60f.):

$$(1) n = \frac{c}{1 + ae^{-kt}},$$

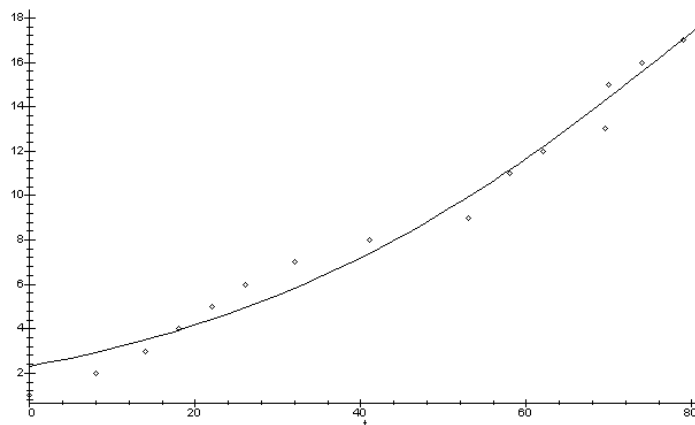
wobei n die Zahl der neu entstandenen Tochter-Sprachen bzw. – Sprachfamilien, der Tochter-Sprachzweige, bezeichnet.

Wenn man nun testet, ob damit das Entstehen von Tochter-Sprachzweige in zufriedenstellender Weise dargestellt werden kann, so erhält man das Ergebnis, das in Tabelle 2 vorgestellt wird.

Setzt man die berechneten Größen in Modell (1) ein, so ergibt sich für diesen Ausbreitungsprozess die Formel

$$(1) n = \frac{37.8221}{1 + 15.3323e^{-0.0321t}}.$$

Die folgende Graphik veranschaulicht das Ergebnis:



Graphik zu Tab. 2: Die Aufsplitterung der indogermanischen Sprachgemeinschaft durch Entstehung von Tochter-Sprachzweigen (Die t -Achse beziffert den zeitlichen Ablauf, beginnend mit $t = 0$ für den Zeitpunkt von vor 8700 Jahren, gestaffelt nach Jahrhunderten.)

Das Piotrowski-Gesetz für den unvollständigen Sprachwandel erweist sich damit als geeignet, den Prozess der Entwicklung von Sprachfamilien

innerhalb der indogermanischen Sprachen angemessen zu modellieren. Der bisher ausweisbare Trend zeigt, dass die Aufspaltung ständig zunimmt; eine Abflachung dieser Tendenz deutet sich noch nicht an. Technisch ausgedrückt: der Wendepunkt des Prozesses ist aufgrund der bisher bekannten Daten noch nicht eindeutig erkennbar. Eine Prognose über den weiteren Verlauf erscheint damit als verfrüht (Best 2009). Dies ist zu berücksichtigen, um dem Parameter c als Zielgröße des Prozesses keine zu große Bedeutung beizumessen; er ist nichts anderes als eine rechnerische Größe, bezogen auf die vorhandene, nicht unproblematische Datengrundlage.

3. Zusammenfassung

Das Ergebnis dieser Untersuchung zeigt, dass auch die Entwicklung einer Sprachfamilie dem Gesetz des Sprachwandels folgt. Damit ist ein weiteres Phänomen gefunden, bei dem sich das Piotrowski-Gesetz bewährt; die „Reichweite“ (Best 2003) des Sprachwandelgesetzes hat sich als noch größer erwiesen, als bisher schon bekannt war.

Die Modellierung der Aufspaltung der indogermanischen Gemeinschaftssprache ist natürlich von der Richtigkeit der geschätzten Daten abhängig. Unter der Annahme, dass die Schätzungen zutreffen und die Lücken in der Darstellung nicht allzu gravierend sind, ist nachgewiesen, dass der Prozess des Entstehens von immer weiteren Tochter-Sprachen/-Sprachfamilien sehr gut mit dem Modell für den unvollständigen Sprachwandel erfasst werden kann. Auch wenn die Abweichungen zwischen den angenommenen Daten und der berechneten Kurve besonders in der Anfangsphase deutlich sind, ist das Testergebnis für den Gesamtprozess mit $D = 0.98$ überzeugend. Sollte sich herausstellen, dass die eine oder andere Datierung tatsächlich zu verbessern ist, wird sich das Gesamtbild vermutlich dennoch nicht einschneidend ändern. Das Gleiche gilt auch für das Zugeständnis: „our initial analysis is likely to have underestimated the age of Indo-European“ (Gray & Atkinson 2007: 436).

LITERATUR

1. Altmann, Gabriel (1983). Das Piotrowski-Gesetz und seine Verallgemeinerungen. In: Best, Karl-Heinz, & Kohlhase, Jörg (Hrsg.) (1983). *Exakte Sprachwandelforschung* (S. 54-90). Göttingen: edition herodot.
2. Altmann, Gabriel, von Buttlar, H., Rott, W., & Strauß, U. (1983). A law of change in language. In: Brainerd, B. (ed.), *Historical linguistics* (S. 104-115). Bochum: Brockmeyer.

3. Banks, Robert B. (1994). *Growth and Diffusion Phenomena. Mathematical Frameworks and Applications*. Berlin u.a.: Springer.
4. Best, Karl-Heinz (2003). Spracherwerb, Sprachwandel und Wortschatzwachstum in Texten. Zur Reichweite des Piotrowski-Gesetzes. *Glottometrics* 6, 9-34.
5. Best, Karl-Heinz (2006). *Quantitative Linguistik: Eine Annäherung*. 3., stark überarbeitete und ergänzte Auflage. Göttingen: Peust & Gutschmidt.
6. Best, Karl-Heinz (2008). *LinK: Linguistik in Kürze*. 5., durchgesehene Ausgabe. Skript. Lüdenscheid: RAM-Verlag.
7. Best, Karl-Heinz (2009). Sind Prognosen in der Linguistik möglich? In: *Typen von Wissen. Begriffliche Unterscheidung und Ausprägungen in der Praxis des Wissenstransfers* (S. 164-175). Hrsg. v. Tilo Weber und Gerd Antos. Frankfurt/M.: Lang.
8. Dodd, Stuart Carter (1953). Testing Message Diffusion in Controlled Experiments: Charting the Distance and Time Factors in the Interactance Hypothesis. *American Sociological Review* 18, 410-416.
9. Gray, R.D., & Atkinson, Q.D. (2003). Language-tree divergence times support the Anatolian theory of Indo-European origin. *Nature* 426, 435-439.
10. Leopold, Edda (2005). Das Piotrowski-Gesetz. In: Köhler, Reinhard, Altmann, Gabriel, & Piotrowski, Rajmund G. (Hrsg.), *Quantitative Linguistik – Quantitative Linguistics. Ein internationales Handbuch* (S. 627-633). Berlin/ NewYork: de Gruyter.
11. Pearl, Raymond (1926). *The Biology of Population Growth*. London: Williams and Norgate.
12. Piotrovskaja, A.A., & Piotrovskij, R.G. (1974). Matematičeskie modeli diachronii i tekstoobrazovanija. In: *Statistika reči i avtomatičeskij analiz teksta* (S. 361-400). Leningrad: Nauka.
13. Verhulst, P.-F. (1838). Notice sur la loi que la population suit dans son accroissement. *Correspondance Mathématique et Physique, Tome X*, 3-21.
14. Verhulst, P.-F. (1845). Recherches mathématiques sur la loi d'accroissement de la population. *Nouveaux Mémoires de l'Académie Royale des Sciences et Belles-Lettres de Bruxelles, Tome XVIII*, 5-38.
15. Vogl, Gero (2007). *Wandern ohne Ziel. Von der Atomdiffusion zur Ausbreitung von Lebewesen und Ideen*. Berlin/Heidelberg: Springer.

VERWENDETE SOFTWARE

MAPLE V Release 4 (1996). Berlin u.a.: Springer.

NLREG. Nonlinear Regression Analysis Program. Ph. H. Sherrod. Copyright (c) 1991 – 2001.