

Running head: HEMISPHÄRENDOMINANZ

Hemisphärendominanz bei unbewusster Wortverarbeitung.
Ein Prime-Experiment im linken und rechten Gesichtshalbfeld.

Helen Kreutz and Bruno Sternath
Institut für Psychologie, Universität Bern, Schweiz

Korrespondenzadresse:

Bruno Sternath

Hombergstrasse 65, 4600 Olten

Schweiz

E-Mail: bruno.sternath@bluewin.ch

Tel. ++41 62 212 59 91

Fax ++ 41 62 212 59 91

Abstract

In der kognitiven neurowissenschaftlichen Forschung wurde nachgewiesen, dass die beiden Hemisphären in unterschiedlicher Weise an der unbewussten Sprachverarbeitung beteiligt sind. In dieser Studie untersuchen wir die Asymmetrien bei der Verarbeitung von unterschiedlich bedeutungsassoziierten und unterschiedlich abstrakten Wörtern im linken und rechten Gesichtshalbfeld. Zu diesem Zwecke unterzogen wir eine anfallende Stichprobe von 10 Versuchspersonen einem E-Prime-Experiment mit 3 verschiedenen stark semantisch assoziierten Wortpaaren (nicht-indirekt-stark), 2 verschiedenen Worttypen (abstrakt-konkret), 2 verschiedenen Positionen im Gesichtshalbfeld (links-rechts), und einem langen Prime-Target Intervall von 750 msec (SOA). Zwischen den verschiedenen Bedingungen liessen sich insgesamt zwar keine signifikanten Unterschiede aber doch deutliche Trends zu schnelleren und akkurateren Wortverarbeitungen im rechten Gesichtshalbfeld und bei bedeutungsverwandten Wortpaaren feststellen. Im Bereich des linken Gesichtshalbfeldes fand sich eine ungewöhnliche asymmetrische Interaktion mit besonders schnellen Reaktionszeiten bei abstrakten und nur indirekt bedeutungsassoziierten Wortpaaren. Unsere Hypothese, dass sich bei der Wortverarbeitung Asymmetrien zwischen rechts und links finden lassen, wurde bestätigt: nur nicht im erwarteten Ausmass und nicht überall in der erwarteten Richtung. Die Interaktion im linken Gesichtshalbfeld jedenfalls ist sehr ungewöhnlich und verdient weitere Beachtung.

Wir erfassen Wörter schneller als uns bewusst ist, wobei die beiden Hemisphären in unterschiedlicher Weise an dieser impliziten Wahrnehmung beteiligt sind (Beeman & Chiarello, 1998; Zaidel, 1990). In der kognitiven neurowissenschaftlichen Forschung wurde nachgewiesen, dass – entgegen der weit verbreiteten Meinung – auch die rechte Hemisphäre zur Sprachverarbeitung beiträgt, und zwar vor allem dann, wenn es um den gesamten Bedeutungsumfang eines Wortes geht (Burgess & Chiarello, 1996). Zur experimentellen Erfassung der unterschiedlichen Verarbeitungsprozesse in den beiden Hemisphären wird gerne die Technik der visuellen Halbfeld-Präsentation benutzt. Dabei wird die Tatsache ausgenützt, dass visuelle Reize aus der Peripherie auch beim Gesunden primär in der kontralateralen Hirnhemisphäre verarbeitet werden. Zur Untersuchung der impliziten Sprachverarbeitung werden häufig semantische Prime-Experimente benutzt. Dabei wird einem Testwort (Target) ganz kurz ein Prägewort (Prime) vorangestellt. Es zeigte sich dabei, dass die Antworten auf die Targets schneller und akkurater sind, wenn der Prime eine positive semantische Assoziation aufweist, auch wenn die Versuchsperson das Prime-Wort nicht bewusst wahrgenommen hat (Koivisto, 1999).

Chiarello, Liu, Shears, Quan und Kacirik (2003) untersuchten in einer Studie den Priming-Effekt von semantisch stark assoziierten Wörtern im linken und rechten Gesichtsfeld. Sie benutzten dazu ein semantisches Priming mit lexikalen Entscheidungsaufgaben, das bedeutet eine Aufgabe, bei welcher die Versuchsperson ein Target-Wort klassieren muss, zum Beispiel als Wort oder Nichtwort. Dabei wurde der Anteil der semantisch assoziierten Wortpaare niedrig (25%) gehalten durch Beigabe von Füllwörtern und Nichtwörtern. Zur Beurteilung des zeitlichen Ablaufs des semantischen Primings wurde ein langer Intervallbereich zwischen Prime und Target untersucht mit einer „stimulus onset asynchrony“ (SOA) von 150ms bis 800 ms. Die Autorinnen fanden dabei erwartungsgemäss einen signifikanten Priming-Effekt, einerseits abhängig vom Gesichtshalbfeld (rechts schneller und akkurater als links) und andererseits von der semantischen Assoziation (stark assoziiert schneller und akkurater als nicht assoziiert). Eine

signifikante Interaktion zwischen semantischer Assoziation und Gesichtshalbfeld wurde bei keiner SOA-Bedingung gefunden. Bei der isolierten Analyse der einzelnen SOA-Bedingungen mit Einzelvergleichen und Trendtests fanden sich immerhin Hinweise auf eine rechts-links Asymmetrie sowohl bei der kürzesten (150 ms) als auch bei der längsten (800 ms) SOA: dort fehlte im Gegensatz zu allen übrigen Bedingungen der Priming-Effekt im linken Gesichtshalbfeld.

In Anlehnung an die Studie von Chiarello et al. (2003) untersuchen wir nun mit derselben Methode den Wort-Prime-Effekt im linken und rechten Gesichtshalbfeld, in Form eines "lexical decision priming paradigm", bei einer langen SOA von 750 ms (als eine von 5 untersuchten und innerhalb der Seminargruppe aufgeteilten SOA-Bedingungen). Um allfällige Asymmetrien besser erfassen zu können, untersuchen wir aber drei anstatt nur zwei verschiedene semantische Assoziationsstufen, von nicht assoziiert über indirekt assoziiert bis stark assoziiert. Zusätzlich führen wir eine weitere Variable mit einer Worttyp-Differenzierung zwischen abstrakten und konkreten Wörtern ein.

Unter diesen Bedingungen erwarten wir – ebenfalls - einen stärkeren Prime-Effekt bei den semantisch assoziierten Wortpaaren, bei den konkreten Wortpaaren und im rechten Gesichtshalbfeld. Der Unterschied zwischen rechts und links dürfte allerdings bei der langen SOA von 750 ms wegen Ueberlagerung mit sekundären Wortverarbeitungsprozessen nicht mehr sehr gross sein. Dafür rechnen wir mit Interaktionen zwischen Gesichtshalbfeld und den zwei Wort- und drei semantischen Assoziationsvariablen, zumindest als Trends.

Methode

Versuchspersonen

Im Rahmen des Experiments wurden insgesamt 10 Personen im Alter von 23 bis 61 Jahren getestet, wovon 3 Männer und 7 Frauen. 1 Mann war Linkshänder, die anderen 9 Personen Rechtshänder. Alle waren Psychologie-Studenten, die meisten aus der mit der Experimentdurchführung beauftragten Seminargruppe, welche sich wechselseitig als Versuchspersonen zur Verfügung stellten.

Versuchsplan

Wir benutzten für unser Experiment drei unabhängige Variablen (UV) in einem 2 (Gesichtshalbfeld: links, rechts) x 2 (Worttyp: abstrakt, konkret) x 3 (semantische Assoziation: nicht assoziiert, indirekt assoziiert, stark assoziiert) Versuchsplan mit wiederholter Messung auf allen 3 Faktoren. Als abhängige Variablen (AV) wurden die Reaktionszeit und der Anteil der korrekten Antworten erfasst.

Material

Die Daten wurden am Computer erhoben mit Hilfe eines mit E-Prime generierten Programms, das wir im Seminar zu Übungszwecken selber geschrieben hatten.

Das Stimulus-Material wurde von Meier (2004) in Form von fertigen Wortpaarlisten zur Verfügung gestellt: 6 Listen mit je 30 nicht, indirekt oder stark semantisch assoziierten konkreten und abstrakten Wortpaaren sowie 1 Liste mit 92 Wort-Nichtwort - Paaren. Die Wörter waren alle 3 bis 9 Buchstaben lang und kamen in keiner Liste doppelt vor. Die Nichtwörter wurden durch Buchstaben-Tausch aus normalen Wörtern gebildet, waren aussprechbar und ebenfalls 3 bis 9 Buchstaben lang.

Die Stimulusliste enthielt für das linke und das rechte Gesichtshalbfeld je $6 \times 15 = 90$ Wortpaare und je 90 Wort-Nichtwort-Paare. Dies entspricht total 360 Stimuli (trials); die entsprechenden Paare wurden zufällig aus den vorgegebenen Wortpaarlisten ausgewählt. Zusätzlich stellten wir eine kurze Übungsliste zusammen aus je 3 Wort-Wort und Wort-Nichtwort-Paaren, die nicht aus den vorgegebenen Wortlisten stammten. Das Versuchdesign mit den Angaben zum Stimulusmaterial und der Anzahl Worte ist aus der Tabelle 1 ersichtlich. Alle Wortpaare wurden horizontal auf dem Bildschirm präsentiert, mit einer Schriftgröße 30 und einem Seitenabstand von 37% für das linke, und 63% für das rechte Gesichtshalbfeld.

Versuchsablauf.

((Tabelle 1))

Die Versuchspersonen (VP) saßen in ungezwungener Haltung vor dem PC-Bildschirm;

das über Windows laufende E-Prime Programm steuerte den gesamten Versuchsablauf und zeichnete alle Antworten und Reaktionszeiten der VP auf. Die Stimuli erschienen schwarz auf weiss; die Antworten wurden auf der Tastatur eingegeben: mit der linken Hand die Antwort „Wort“ auf der x-Taste und mit der rechten Hand die Antwort „Nichtwort“ auf der m-Taste. Jeder Versuch begann mit einer schriftlichen Instruktion auf dem Bildschirm. Darin wurde den VP gesagt, dass sie das zuerst erscheinende Wort (Prime) nicht beachten sollten, weil es nur auf das nachfolgende Wort (Target) aufmerksam machen soll. Die Antwort, ob Wort oder Nichtwort, sollte aber so schnell und akkurat wie möglich eingegeben werden. Danach folgte ein kurzer Übungsdurchgang mit den je 3 Wort-Wort- und 3 Wort-Nichtwort-Paaren. Nach einer Pause, welche für Fragen und Feedback benutzt werden konnte, begann das eigentliche Experiment mit den in zufälliger Reihenfolge dargebotenen 360 Stimuli (trials) aus der Versuchsliste (triallist).

Der einzelne Trial begann mit der Präsentation eines schwarzen Fixationspunktes in der Bildschirmmitte für 450 ms. Nach einem freien Intervall von 50 ms erschien ein rotes Fixationskreuz für 50 ms in der Mitte, gleichzeitig mit dem Prime im rechten oder linken Gesichtshalbfeld, welches während 100 ms stehen blieb. Danach erschien während 650 ms ein weiteres schwarzes Fixationskreuz in der Mitte, gefolgt vom Target, welches während 115 ms stehen blieb. Die Reaktionszeit (RT) für die Antwort (Taste x oder m) wurde nach Beendigung der Target-Präsentation gemessen ($SOA-RT = \text{gemessene RT} + 115 \text{ ms}$). Die SOA RT ist aus der Abbildung 1 ersichtlich.

((Abbildung 1))

Resultate

Die Mittelwerte von den medianen Reaktionszeiten und den Trefferquoten (accuracy) sind aus Tabelle 2 und 3 ersichtlich.

((Tabelle 2 und Tabelle 3))

Die medianen Reaktionszeiten bei den semantisch assoziierten Wörtern sind im Mittel kürzer und akkurater (504,3 ms; 0,92) als bei den nicht assoziierten (623,4 ms; 0,89), ganz im Sinne des erwarteten Prime-Effekts. Dieser ist besonders stark bei den indirekt semantisch

assoziierten, abstrakten Wörtern im linken Gesichtshalbfeld (573,6 ms; 0,87); bei den übrigen Bedingungen ist er deutlich geringer. Die medianen Reaktionszeiten im rechten Gesichtshalbfeld sind im Mittel etwas kürzer und akkurater (607,8 ms; 0,93) als links (613,4 ms; 0,89).

Die medianen Reaktionszeiten für die korrekten Antworten unterzogen wir einer 3-faktoriellen (2x3x3) Varianzanalyse mit wiederholten Messungen. Es fanden sich dabei weder bei den Reaktionszeiten noch bei der Trefferquote signifikante Effekte, und zwar weder Haupteffekte noch Interaktionen.

Bei den Mittelwertsvergleichen der Variablen-Stufen (Tests der Innersubjektkontraste) fand sich ein deutlicher linearer Trend beim Faktor semantische Assoziation $F(1,9) = 7,602$, $p < .05$. und ein noch deutlicherer quadratischer Trend bei der Kombination semantische Assoziation x Gesichtshalbfeld $F(1,9) = 8,422$; $p < .05$. Bei der graphischen Darstellung (s. Abbildungen 2-5) ist der Trend zu kürzeren Reaktionszeiten im Sinne des Prime-Effekts bei semantisch stark assoziierten Wortpaaren klar ersichtlich ebenso wie der Trend zu kürzeren Reaktionszeiten im Bereich des rechten Gesichtshalbfeldes. Einzig aus dem Rahmen fällt – und zwar ganz massiv – die Kombination von indirekter semantischer Assoziation x abstraktes Wort x linkes Gesichtshalbfeld, mit den tiefsten Reaktionszeiten überhaupt. Hier zeigt sich der quadratische Trend von den Innersubjektkontrasten als Knick in der Kurve, als Ausdruck einer wie auch immer gearteten Interaktion.

((Abbildungen 2-5))

Diskussion

Die mit der vorliegenden Versuchsanordnung bei einer SOA von 750 ms erzielten Ergebnisse zeigen einen deutlichen Trend mit stärkerem Priming bei den semantisch stark assoziierten Wortpaaren, aber keinen erkennbaren Trend beim abstrakten oder konkreten Worttyp. Das Priming im Bereich des rechten Gesichtshalbfeldes ist insgesamt stärker als links; die Unterschiede sind allerdings gering und nicht über alle Bedingungen gleichmässig vorhanden. Insgesamt entsprechen aber diese Resultate unseren Erwartungen, wenn auch nicht in der gewünschten Effektstärke. Angesichts der kleinen Stichprobe und der nicht ganz

störungsfreien Testbedingungen ist dies gar nicht so selbstverständlich. Diese Resultate bestätigen aber auch die Resultate früherer Untersuchungen. Bei langen SOAs wird der Priming-Effekt generell schwächer, und zwar im bevorzugten rechten Gesichtshalbfeld rascher als links. Dies führt zu einer Angleichung der Priming-Effekte zwischen links und rechts, so wie wir das in unserem Experiment ebenfalls gefunden haben (Chiarello et al., 2003). Erklärt wird diese Erscheinung mit der Tatsache, dass bei den kurzen SOAs die frühe Bedeutungsaktivierung für den starken semantischen Priming-Effekt verantwortlich ist. Bei den langen SOAs spielen dagegen wohl schon sekundäre, höhere Wortverarbeitungsprozesse mit. Dies dürfte auch die Ursache für den insgesamt geringen Unterschied zwischen rechts und links bei unseren Resultaten sein.

Etwas aus dem Rahmen unserer Erwartungen fällt eine gefundene Asymmetrie bei den abstrakten, indirekt semantisch assoziierten Wortpaaren. Bei dieser begrifflich anspruchsvollen Kombination – und nur da – findet sich im Bereich des linken Gesichtshalbfeldes ein ausgeprägter Priming-Effekt. Bei umfassender semantischer Wortverarbeitung ist die rechte Hemisphäre bekanntermassen beteiligt (Burgess & Chiarello, 1996). Dass sie aber so selektiv, schnell und unbewusst reagiert, erstaunt doch sehr. Was immer die Ursachen dieses aussergewöhnlichen Effektes sind: sie sind es jedenfalls wert, weiter untersucht zu werden.

Referenzen

Beeman, M., & Chiarello, C.,. (1998). Right hemisphere language comprehension:

perspectives from neuroscience. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum,

Gelöscht: vgl. APA-Manual

Burgess, C., & Chiarello, C.,. (1996). Neurocognitive mechanisms underlying metaphor

comprehension and other figurative language. *Metaphor & Symbolic Activity*, 11,225-284.

Chiarello, C., Liu S., Shears C., Quan N. & Kacinik N. (2003). Priming of strong semantic

relations in the left and right visual fields: a time-course investigation. *Neuropsychologia* 41, 721-732.

Gelöscht: and

Gelöscht:

Koivisto, M. (1999). Semantic priming in the cerebral hemispheres: brain asymmetries in

automatic, expectancy-based, and post-lexical processing. *Annales Universitatis Turkuensis*, B230. Turku: Turun Yliopisto.

Meier, B. (2004). Wortlisten, nicht publiziert.

Zaidel, E. (1990). Language functions in the two hemispheres following complete

commissurotomy and hemispherectomy. In: F. Boller & J. Grafman (Eds), *Handbook of neuropsychology*, vol.4., 115-150. Amsterdam: Elsevier.

Gelöscht: und

Tabelle 1

Versuchsdesign mit Angaben zum Stimulusmaterial und der Anzahl Wort, die in zufälliger Reihenfolge präsentiert wurden

							non word
word							
concret			abstract				
	not associated	indirect associated	strong associated	not associated	indirect associated	strong associated	
left	15	15	15	15	15	15	90
Position							
right	15	15	15	15	15	15	90

Tabelle 2

Mittelwerte der medianen Reaktionszeiten, in Abhängigkeit von der semantischen Assoziation, dem Worttyp und dem Gesichtshalbfeld

			mean	Std deviation
abstract	left visual field	not associated	640.3	148.4
		indirect associated	573.6	130.4
		strong associated	600.4	137.8
	right visual field	not associated	617.8	150.9
		indirect associated	617.7	128.4
		strong associated	592.7	141.2
concret	left visual field	not associated	622.6	143.9
		indirect associated	624.7	152.7
		strong associated	618.5	171.6
	right visual field	not associated	612.6	147.5
		indirect associated	609.0	124.0
		strong associated	597.2	136.8

Tabelle 3

Mittelwerte der medianen Trefferquote in Abhängigkeit von der semantischen Assoziation, dem Worttyp und dem Gesichtshalbfeld

			mean	Std deviation
abstract	left visual field	not associated	0.87	0.14
		indirect associated	0.87	0.16
		strong associated	0.92	0.11
	right visual field	not associated	0.89	0.11
		indirect associated	0.91	0.10
		strong associated	0.97	0.04
concret	left visual field	not associated	0.88	0.21
		indirect associated	0.91	0.12
		strong associated	0.89	0.12
	right visual field	not associated	0.93	0.07
		indirect associated	0.93	0.11
		strong associated	0.94	0.10

Abbildungsverzeichnis

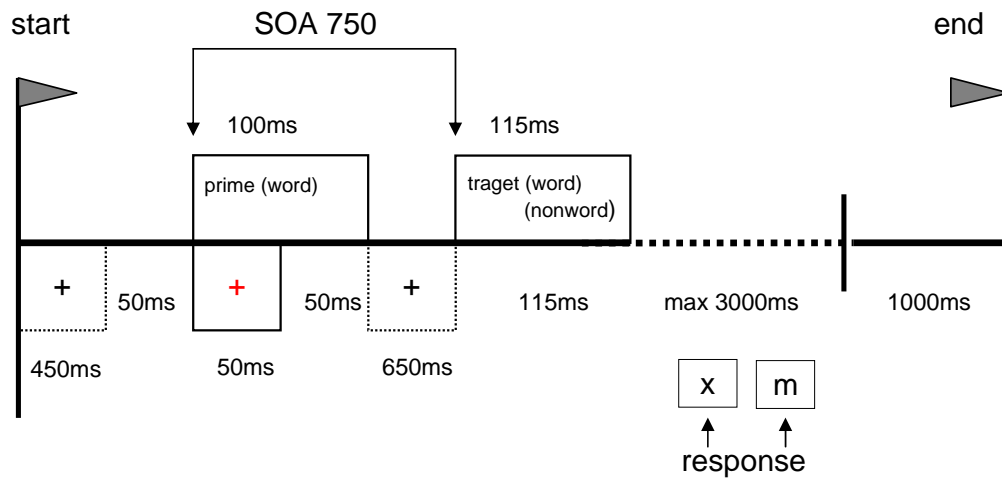
Abbildung 1. Experimentelles Ablaufschema SOA 750ms

Abbildung 2. Mittelwerte der medianen Reaktionszeiten, in Abhängigkeit von der semantischen Assoziation, dem Worttyp und dem rechten Gesichtshalbfeld

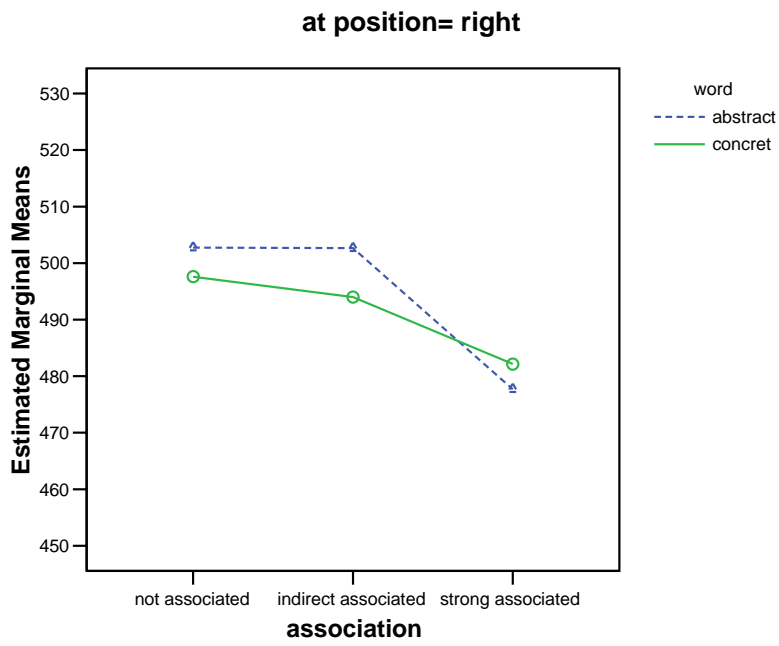
Abbildung 3. Mittelwerte der medianen Reaktionszeiten, in Abhängigkeit von der semantischen Assoziation, dem Worttyp und dem linken Gesichtshalbfeld

Abbildung 4. Mittelwerte der medianen Trefferquote in Abhängigkeit von der semantischen Assoziation, dem Worttyp abstrakt und dem Gesichtshalbfeld

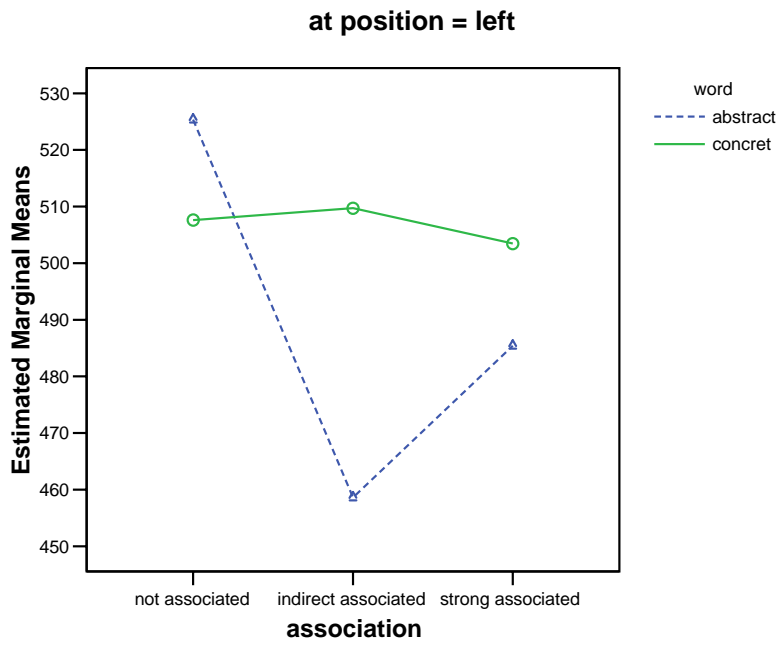
Abbildung 5. Mittelwerte der medianen Trefferquote in Abhängigkeit von der semantischen Assoziation, dem Worttyp konkret und dem Gesichtshalbfeld



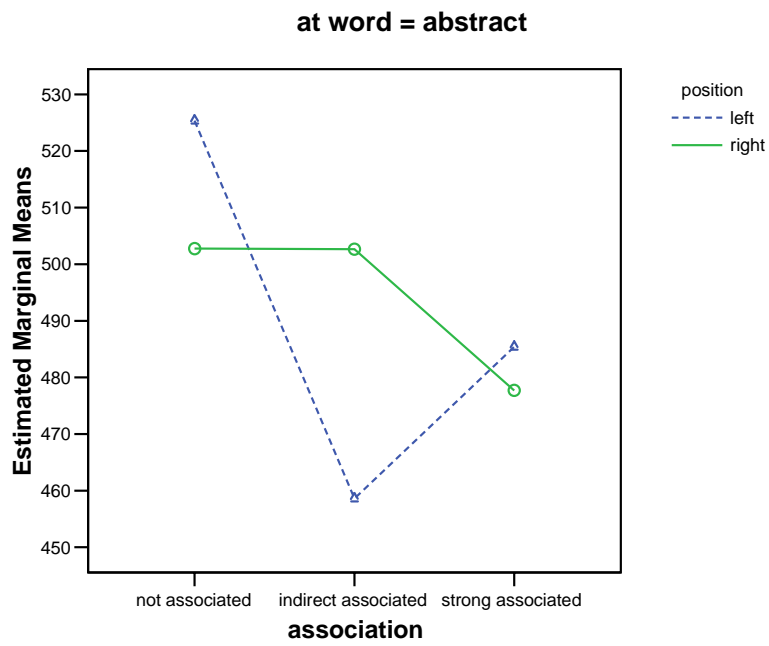
Estimated Marginal Means of MEASURE_1



Estimated Marginal Means of MEASURE_1



Estimated Marginal Means of MEASURE_1



Estimated Marginal Means of MEASURE_1

