

EEG-Korrelate des Musikerlebens II

In einem ersten Teil dieses Beitrages (Musikpsychologie Bd. 4, 1987) wurde im Anschluß an einen Literaturüberblick ein EEG-Experiment beschrieben, dessen wichtigste Ergebnisse im folgenden mitgeteilt werden sollen. Zuvor sei das Design dieser Studie noch einmal kurz in Erinnerung gerufen.

Design

Zehn Medizin- und zehn Musikstudenten nahmen jeweils an diesem Experiment teil. Sie hörten 24 kurze Musikbeispiele (12 verschiedene in jeweils zwei Lautstärken), die den Faktoren Tempo (langsam, mittelschnell, schnell), Dynamik (eher leise, eher laut) und Stil (Klassik, Pop) entsprachen, wobei jede denkbare Kombination dieser drei Faktoren durch jeweils zwei Beispiele vertreten war. Während des Hörens in entspannter Lage wurden EEG-Daten im θ - (5–7.5 Hz), α - (8–12.5 Hz), β 1- (13–18 Hz) und β 2-Bereich (über 18 Hz) aufgezeichnet. Ausgewertet wurden einmal die Häufigkeiten der Schwingungen in den vier Wellenbereichen sowie die mittleren Amplituden im α - und β -Bereich ($A[\alpha]$, $A[\beta]$). Diese EEG-Daten wurden für die Zeitintervalle 5–10" und 15–20" eines jeden Musikbeispiels ausgezählt und addiert. Am Ende der beiden identischen Sitzungen hörten die Vpn die zwölf verschiedenen Musikbeispiele (jetzt nur in einer mittleren Lautstärke) noch einmal und beurteilten sie auf einem kurzen Polaritätsprofil.

Das Experiment war so angelegt, daß es Auskunft geben sollte, ob die musikalischen Parameter Tempo, Dynamik und Stil zu systematischen Veränderungen in den EEG-Befunden führen würden, wie stabil die EEG- und die Beurteilungsdaten im Vergleich der beiden Sitzungen ausfallen würden, ob sich bedeutsame Unterschiede zwischen den beiden Versuchspersonengruppen abzeichnen würden und ob sich Beziehungen zwischen dem neutralen Ereignis und der nachträglichen verbalen Beurteilung, also zwischen EEG- und Profildaten nachweisen lassen würden.

Die Beurteilung der Musikbeispiele

Stabilität der Beurteilung

Die Korrelationen zwischen den Beurteilungen am Ende der beiden Sitzungen erlauben eine Überprüfung der Stabilität der Urteile. Tab. 1 enthält diese Werte getrennt für die beiden Vpn-Gruppen (Mediziner, Musiker) bzw. für die Gruppe der Klassik- und Pop-Beispiele (jeweils $n = 120$). Die Korrelationen sind durchwegs hochsignifikant, variieren aber zwischen 0.464 und 0.837 und erreichen nicht in allen Fällen Werte, die man als befriedigend reliabel bezeichnen würde. Eindeutig am stabilsten ist das Tempourteil (schnell-langsam). Niedrigere Korrelationen lassen sich als »ceiling-Effekt« erklären: die beiden wertenden Skalen (interessant-langweilig, unangenehm-angenehm) beispielsweise zeigen bei den Klassik-Beispielen

	Musiker	Mediziner	Klassik	Pop
interessant- langweilig	.648	.715	.556	.723
langsam- schnell	.837	.795	.820	.808
kraftvoll- zart	.706	.684	.556	.764
anregend- beruhigend	.596	.721	.649	.659
leise- laut	.742	.683	.682	.710
unangenehm- angenehm	.783	.651	.464	.809
M(r)	.728	.711	.642	.750

Tab. 1 Korrelationen der Profilbeurteilungen zwischen den beiden Sitzungen ($n = 120$). M(r) = gemittelte Korrelationen (über Fischer's z).

deshalb einen relativ geringen Zusammenhang, weil diese Beispiele durchwegs als sehr interessant und angenehm eingestuft wurden. Weder läßt sich (anhand der gemittelten Korrelationen) sagen, daß Musiker stabiler (sicherer) urteilen als Mediziner, noch, daß es in dieser Hinsicht grundsätzliche Unterschiede zwischen dem Klassik- und Popbereich gibt.

Ausprägung der Beurteilungen

Da die Beurteilung der Musik selbst nicht Gegenstand dieser Untersuchung war, werden die wichtigsten Ergebnisse nur insoweit knapp erwähnt, als sie erkennen lassen, ob die getroffene Auswahl der Beispiele dem Design entspricht.

Die Urteile der beiden Probandengruppen unterschieden sich nur graduell! Die Musiker hatten im Klassikbereich gelegentlich mehr Mut zu ausgeprägten, etwas positiveren Urteilen; beim Strauss-Beispiel zeigten die Mediziner deutliche Reserve. Mit Ausnahme der beiden schnellen Rockbeispiele wurde das gesamte »Programm« mäßig bis sehr positiv bewertet. Der sehr hart einsetzende Hendrix-Titel wurde mehrheitlich abgelehnt, den Titel von »Weather Report« empfanden die Mediziner überraschenderweise als recht angenehm. Die Urteile über den subjektiven Tempoeindruck dienten einer Überprüfung, ob die zwölf ausgewählten Musikbeispiele auch tatsächlich drei verschiedene Tempostufen repräsentieren. Mit einer Ausnahme ergaben sich (varianzanalytisch nachweisbare) erwartete Unterschiede, d.h. die mittelschnell intendierten Beispiele wurden mittelschnell

Tempokonzeption

	langsam	mittelschnell	schnell
Klassik	Brahms 1.65 Beethoven 1.43	Bach 3.38 Dvořák 3.87	Vivaldi 5.35 Strauss 5.24
Pop	Sim. & Garf. 1.83 Ghostb. 2.08	Beatles 4.68 Mayall 3.08	Hendrix 4.93 Weather R. 5.48

Tab. 2 Subjektiver Tempoeindruck (»langsam-schnell«) der 12 Musikbeispiele (Mittelwerte über alle Probanden über beide Sitzungen).

beurteilt, die langsam und schnell intendierten jeweils ausgeprägt langsam bzw. schnell. Lediglich bei dem Beatles-Beispiel, das als vermeintlich mittelschnelles für die Stufe 2 des Tempofaktors stehen sollte, ergab sich in beiden Gruppen ein ausgeprägt schneller Tempoeindruck (siehe Tab. 2).

Ruhe-EEG

Stabilität und Ausprägung

Tabelle 3 enthält die Korrelationen des Ruhe-EEG zwischen den beiden Sitzungen. Die Werte sind nur sinnvoll im Zusammenhang mit den jeweiligen Mittelwerten (in Klammern mitgeteilt) zu interpretieren. Im Ruhe-EEG dominieren α -Wellen, die occipital doppelt so häufig auftreten wie frontal, aber nur frontal rechts eine gewisse interindividuelle Stabilität auf-

	frontallinks	frontal rechts	occipital links	occipital rechts
θ	-0.056 (1.35/0.70)	+0.690** (0.80/0.65)	+0.273 (1.30/0.70)	+0.173 (1.05/0.55)
α	+0.369 (21.10/21.05)	+0.529* (20.30/19.40)	+0.268 (41.85/38.80)	+0.179 (40.85/39.20)
$\beta 1$	+0.274 (25.20/17.40)	+0.571** (25.65/18.05)	+0.440* (11.50/10.55)	+0.181 (10.90/11.55)
$\beta 2$	-0.014 (3.50/3.55)	+0.514* (3.80/4.60)	+0.869** (0.45/1.30)	+0.784** (0.95/1.65)
A (α)	+0.155 (19.00/17.00)	+0.165 (17.25/18.75)	+0.621** (51.15/49.00)	+0.528* (52.40/47.25)
A (β)	-0.127 (11.60/11.75)	-0.217 (12.00/11.00)	+0.193 (19.75/20.00)	+0.381 (20.35/18.75)

Tab. 3 Korrelationen des Ruhe-EEG zwischen den beiden Sitzungen (n = 20) (in Klammern die Mittelwerte der 1. und 2. Sitzung; Einheit bei den Mittelwerten für die vier Frequenzbänder: Anzahl der Schwingungen/Sek. für ein 5"-Intervall, Einheit bei den beiden Amplituden: mittlere Ampl. in μV); * = $p < .05$, ** = $p < .01$.

weisen. Occipital zeigt sich bei diesem Wellenband keine Stabilität der Häufigkeit, wohl aber der mittleren Amplitude ($A[\alpha]$). Die β 1-Aktivitäten sind nicht ganz so häufig, vor allem linksseitig und erweisen sich in zwei Hirnregionen (frontal rechts, occipital links) als relativ stabil. Stellenweise sehr hohe Korrelationen zeigen sich für β 2- und θ -Wellen. Hier handelt es sich aber um relativ selten auftretende Schwingungsmuster, die hohen Korrelationen sind auf einige wenige Probanden mit Aktivität in diesem Bereich zurückzuführen. Insgesamt läßt sich feststellen, daß bereits das Ruhe-EEG nur in einigen Hirnregionen eine mittlere intraindividuelle Stabilität aufweist, die EEG-Daten also durch eine beträchtliche, situativ bedingte (Irrtums-) Varianz überformt scheinen.

Ein bemerkenswerter und völlig unerwarteter Unterschied ergab sich zwischen den beiden Probandengruppen im Ruhe-EEG im frontalen Bereich:

	Mediziner	Musiker	
α (links)	17.05	25.1	($p < .01$)
α (rechts)	15.2	24.5	($p < .001$)
β 2 (links)	5.75	1.3	($p < .01$)
(mittlere Anzahl der Schwingungsmuster im 5"-Intervall)			

Die Differenzen wurden mit einer multivariaten zweifaktoriellen Varianzanalyse (Manova) getestet, nachdem zuvor die Varianzhomogenität (Bartlett-Box) überprüft worden war. Der multivariate Test war ebenso hochsignifikant (Pillais $p < .01$) wie die drei oben mitgeteilten Einzelvergleiche. Musiker haben also im Ruhezustand frontal wesentlich häufiger ein α -Muster, zeigen aber dafür im Vergleich mit den Medizinern weniger β 2-Aktivitäten. Tendenziell ergab sich eine entsprechende Differenz für die α -Wellen occipital rechts ($p < .05$).

Stabilität der musikbedingten EEG-Muster

Die Stabilität der für die einzelnen Musikbeispiele typischen EEG-Schwingungsmuster wurde durch Korrelationen zwischen den entsprechenden Werten in den beiden Sitzungen überprüft. Bei $n = 480$ (20 Perso-

nen x 24 Beispiele) können schon relativ niedrige Korrelationen signifikant sein (siehe Tab. 4). Werte, die auf eine halbwegs befriedigende Stabilität schließen lassen (über 0.70), zeigen sich nur occipital für die α -Amplitude sowie für die Häufigkeit der β 2-Wellen occipital rechts. Auch hier ist wie oben die Einschränkung zu machen, daß die hohe β 2-Korrelation vermutlich durch einige wenige Probanden entstanden ist. Die Korrelationen für das α - und das β 1-Band liegen im mittleren, für das θ -Band im unteren Bereich. Keinerlei Zusammenhänge gibt es für die mittlere β -Amplitude. Die occipitale Aktivität ist fast durchwegs stabiler als jene im frontalen Bereich. Ein Vergleich dieser Korrelationen für verschiedene Untergruppen (Mediziner/Musiker, Klassik/Pop) ergab keine Besonderheiten. Auch bei diesen Daten wird man, wie beim Ruhe-EEG, auf eine beträchtliche situationsspezifische und intrapsychische Varianz schließen müssen, wenngleich es durchaus auch mehr oder weniger stabile Reaktionsmuster gibt.

	frontal links	frontal rechts	occipital links	occipital rechts
θ	.266	.333	.223	.278
α	.396	.538	.533	.561
β 1	.270	.233	.597	.580
β 2	.517	.514	.594	.731
A (α)	.225	.360	.701	.710
A (β)	—	—	—	—

Tab. 4 Signifikante Korrelationen ($p < 1\%$) zwischen den musikbedingten EEG-Mustern in zwei Sitzungen ($n = 480$).

Besonderheiten der musikbedingten EEG-Muster

Zunächst wurde für jedes der 2 x 12 Beispiele mit Hilfe von t-Tests (für Paardifferenzen) geprüft, ob sich die musikbedingten EEG-Muster signifi-

kant vom jeweiligen Ruhe-EEG unterscheiden. Tab. 5 zeigt die Signifikanzen und die Richtungen der Veränderungen für jedes der 12 Beispiele, wobei linksstehende Pfeile sich auf laute, rechtsstehende auf leise Versionen beziehen. Die beiden Pfeile am Anfang der 5. Zeile beispielsweise bedeuten, daß der Rückgang der α -Aktivität bei dem Strauss-Ausschnitt für die laute Version auf dem 1%-, für die leise dagegen auf dem 5%-Niveau signifikant ist. Auch wenn wegen der großen Zahl der Vergleiche eine (statistische) Alpha-Adjustierung (vgl. Bortz 1985) nahegelegen hätte, haben wir mit Absicht auch die »schwächeren« Signifikanzen ($p < 5\%$) mitgeteilt, weil sich ein erstaunlich durchgängiges Muster zeigt.

Generell läßt sich feststellen, daß Musik eine deutliche Verringerung von α -Aktivität bewirkt, die frontal links am stärksten und frontal rechts am schwächsten ausgeprägt ist. Vergleichbares gilt nur für die mittleren α -Amplituden, die nur gelegentlich occipital links reduziert werden. Dem drastischen α -Rückgang steht im occipitalen Bereich in einigen Fällen (bei sehr unterschiedlichen Beispielen!) eine Vermehrung von β -Aktivität, vor allem zwischen 14 und 18 Hz, gegenüber.

Regional begrenzt, aber recht augenfällig, ist die leichte β 2-Reduktion frontal rechts. Dieser ungewöhnliche Rückgang wurde eigenartigerweise meistens (in 9 von 10 Fällen einer signifikanten Veränderung) bei Beispielen aus der ersten Sitzungshälfte beobachtet und könnte als eine Entspannung nach einer anfänglichen Orientierungsreaktion (in den ersten fünf Sekunden) gedeutet werden. Umgekehrt stammen die Beispiele für einen α -Rückgang in der gleichen Region zumeist aus der zweiten Sitzungshälfte (in 7 von 9 Fällen). Bei längerem Musikhören scheint es also Adaptionsprozesse zu geben, die sich zumindest frontal rechts ausgewirkt haben. Die ohnehin relativ schwach ausgeprägten θ -Aktivitäten wurden beim Musikhören nur in wenigen Fällen beeinflusst. Der Rückgang der mittleren β -Amplituden in drei(!) Regionen bei Beispiel 10 (Beatles) ist singulär.

Generell zeichnet sich bei den zwölf Beispielen eine große Ähnlichkeit der EEG-Regionen ab (globaler α -Rückgang, occipitale β -Vermehrung), die im Sinne einer unspezifischen Reaktion auf Musik zu interpretieren wären. Inwieweit Unterschiede zwischen den Beispielen doch systematischer Natur sein könnten, soll die folgende varianzanalytische Prüfung zeigen.

		links						rechts					
		θ	α	β_1	β_2	$A(\alpha)$	$A(\beta)$	θ	α	β_1	β_2	$A(\alpha)$	$A(\beta)$
frontal	Beispiel												
	1		↓ ↓								↓		
	2		↓ ↓						↓ ↓	↓			
	3		↓ ↓										
	4		↓						↓		↓ ↓		
	5		↓ ↓								↓ ↓		
	6	↓	↓						↓		↓		
	7		↓ ↓								↓		
	8		↓ ↓						↓		↓		
	9		↓ ↓						↓		↓		
	10	↓	↓ ↓						↓ ↓	↓ ↓	↓		↓
	11	↓	↓ ↓						↓	↓ ↓	↓		
	12		↓ ↓				↑				↓		
occipital	Beispiel												
	1		↓		↑	↓				↑			
	2		↓ ↓	↑		↓			↓	↑	↑		
	3		↓					↓	↓ ↓				
	4	↓	↓ ↓			↓			↓ ↓	↑			
	5	↓	↓ ↓	↑		↓			↓ ↓				
	6		↓ ↓	↑	↑				↓				
	7		↓ ↓						↓ ↓				
	8		↓ ↓						↓				
	9		↓	↑		↓			↓ ↓	↑			
	10		↓		↑		↓		↓ ↓				↓
	11		↓	↑	↑	↓			↓				
	12					↓			↓				

Tab. 5 Signifikanzen und Richtungen der musikbedingten EEG-Veränderungen (Erl. im Text).
 $p < 5\%$ 1% 0.1%

Da neben den drei Faktoren Tempo, Dynamik und Stil auch die beiden Versuchspersonen-Gruppen, die beiden Meßpunkte pro Sitzung sowie Unterschiede zwischen den beiden Sitzungen zu berücksichtigen waren, war es nicht möglich, alle Effekte simultan zu testen. Es wurde deshalb schrittweise für verschiedene Kombinationen geprüft, wobei zur Verringerung des (statistischen) Alpha-Fehlers die Signifikanzgrenze auf 1 % gesetzt wurde. Es zeigten sich nur wenige und kaum interpretierbare Effekte. Signifikante Unterschiede zwischen den beiden Meßpunkten, die auf eine anfängliche Orientierungsreaktion in den zweiten fünf Sekunden und folgende Anpassung hätten schließen lassen, konnten nicht gefunden werden. Auch die Berücksichtigung von links-rechts-Differenzen ergab kein auffälliges Bild. Das Ergebnis wurde erst durch die folgende Analyse deutlicher.

	links	rechts
frontal	θ -Wellen bei Medizinern, α -Wellen bei Musikern häufiger	Mediziner zeigen bei Poptiteln häufiger θ -Wellen. α -Wellen bei Klassikbeispielen bzw. bei Musikern häufiger. β 1-Wellen häufiger bei lauten und mittelschnellen bzw. leisen und schnellen Beispielen.
occipital	θ - und α -Wellen bei Musikern häufiger θ -Anstieg bei lauten Stücken, vor allem im Klassikbereich laute Stücke fast immer mit etwas weniger α -Aktivität	θ - und α -Wellen bei Musikern häufiger

Tab. 6 Signifikante Effekte ($p < .01$) als Nachweis musikspezifischer Auswirkungen im EEG.

Die Auswirkungen der Faktoren Tempo, Dynamik und Stil wurden mit einer multivariaten Varianzanalyse überprüft, in die diese drei Parameter als

Meßwiederholungsfaktoren eingingen.¹ Kontrolliert wurde darüber hinaus der Faktor »Typ« (Mediziner/Musiker). Aus Gründen der Rechenkapazität mußten die Werte für je zwei Musikbeispiele, die das gleiche Tempo, die gleiche Dynamik und den gleichen Stil repräsentierten, pro Zelle aufaddiert werden. Tab. 6 zeigt die signifikanten Effekte ($p < .01$) für die vier Hirnregionen getrennt. Durchgängig ist das häufigere Auftreten von α -Aktivität der Musiker auf dem gesamten(!) Cortex, das nicht auf den α -»Überhang« der Musiker zurückzuführen ist, der ja nur frontal zu beobachten war. θ -Wellen sind bei Musikern occipital, bei Medizinern frontal links beim Musikhören häufiger zu beobachten, ein Befund, der sich einer einleuchtenden Deutung entzieht. Auswirkungen der drei Musikfaktoren gibt es nur frontal rechts und occipital links und zwar vor allem im θ -Bereich. θ -Wellen zeigen sich frontal links bei Medizinern häufiger bei Poptiteln, occipital rechts sind sie hauptsächlich bei lauten Titeln, und zwar im Klassikbereich zu beobachten. Die Dynamik hat – in umgekehrter Richtung – auch Auswirkungen auf die α -Aktivität occipital links. Recht komplex ist die Wechselwirkung der β 1-Wellen, die frontal rechts vor allem bei lauten und mittelschnellen bzw. leisen und schnellen Stücken beobachtet werden konnte.

EEG-Profil-Korrelationen

EEG-Korrelate des individuellen Musikerlebens müßten sich auf die unmittelbaren Korrelationen zwischen diesen beiden Datensätzen auswirken. Auch hier ($n = 480$) sind schon relativ niedrige Werte signifikant. Die maximalen Werte lagen bei $r = .17$ (Gefallen – mittlere β -Amplitude frontal links) und sind damit zwar statistisch, aber kaum inhaltlich signifikant. Auffällig ist, daß diese mäßig hohen, aber signifikanten Korrelationen relativ häufig bei den beiden wertenden Skalen des Semantischen Differentials, aber fast gar nicht bei den tempoaffinen Skalen auftraten. Ein irgendwie am Konzept der Vigilanz orientierter, erwarteter Zusammenhang läßt sich also nicht belegen.

Diskussion

Musikhören bewirkte in vielen Fällen unspezifische Veränderungen der EEG-Aktivität in Form eines globalen α -Rückgangs und einer occipitalen Häufung von β -Wellen, wobei Unterschiede zwischen den einzelnen Musikbeispielen nicht übermäßig ins Gewicht fielen. Die plausiblen und erwarteten Tempo- und Dynamikeffekte traten so gut wie nicht auf. Es zeigte sich im Gegenteil die (nichtsignifikante) Tendenz, daß extreme Tempi – im Vergleich zu mittleren Tempostufen – sich in ihren Auswirkungen eher ähnlich waren. Das Gemeinsame der extremen Tempostufen könnte die allgemein größere Affektstärke bei diesen Tempi sein, die (etwas) stärkere cortikale Reaktionen zur Folge hatten. Das Ausbleiben von Dynamik-Effekten könnte dadurch erklärt werden, daß der Abstand von 10 dB zwischen den »leisen« und »lauten« Versionen eines jeden Beispiels u.U. nicht ausreichend war. Gegen eine größere dB-Differenz sprach aber der subjektive Höreindruck. Eine vergleichbare Erklärung für das Fehlen von markanten Tempoeffekten gibt es nicht, denn nur in einem von zwölf Fällen stimmte die Zuordnung zu einer der drei Tempostufen nicht mit dem Urteil der Probanden überein.

Die naheliegendste Erklärung für dieses insgesamt »negative« Ergebnis würde dahingehen, daß sich Unterschiede zwischen den Musikstücken nicht im oberen, cortikalen Bereich auswirken, sondern in tieferen Schichten, in denen verschiedene Aktivierungssysteme vermutet werden. Tempo und Dynamik sind offenkundig musikalische Aktivierungsparameter, deren entsprechende Auswirkungen teilweise belegt sind (siehe Literaturbericht im ersten Teil des Beitrages). Möglicherweise muß aber zwischen corticaler, limbischer und subcorticaler Vigilanz unterschieden werden, wobei der aktivierende Aspekt der Musik, der durch die drei Tempo- und zwei Dynamikstufen dieses Experiments systematisch variiert wurde, sich möglicherweise nicht auf allen Ebenen auswirkt. Eine alternative Erklärung des Ausbleibens spezifischer Effekte wäre darin zu sehen, daß die intraindividuelle Stabilität sowohl der Ruhe- wie der Musik-EEG-Ableitungen nicht übermäßig groß ist. Das Ausmaß situativer Beeinflussungsfaktoren müßte genauer geprüft werden. Hier wäre u.U. mit Hilfe von akustisch evo-

zierten Potentialen zu prüfen, wie weit verschiedene musikalische Aktivierungsparameter in tieferen Hirnanteilen angreifen.

Teilweise unerwartet zeigten sich auffällige Unterschiede zwischen Medizinern und Musikern, vor allem im Ruhe-EEG. Diese Unterschiede wären im Zusammenhang mit den häufig bei dichotischen Hörexperimenten gefundenen Ergebnissen zu diskutieren, wonach Musiker und Nichtmusiker sich vor allem in der lateralen Verarbeitung von musikalischen Reizen unterscheiden, wenngleich auffällige links-rechts-Differenzen sich in unserem Experiment nicht zeigen ließen. Ob das »besondere« Ruhe- α -EEG der Musiker ein »Hinweis« auf Musikalität oder eher eine Folge langjähriger spezifischen Trainings ist, muß einstweilen offenbleiben. Denkbar wäre aber auch ein situativer Effekt, daß nämlich die Musiker mit entspannterer Einstellung zum »Musikexperiment« gekommen sind als die Mediziner, die vielleicht befürchteten, in einem ihnen unvertrauten Bereich bestimmte »Leistungen« erbringen zu müssen.

Summary

This is the second part of a study to measure the influence of tempo, style of music, volume and educational background on the EEG values of subjects listening to music. In contrast to expectations based on the concept of vigilance, tempo and volume yielded only slight effects (Manova). Students of music and students of medicine differed greatly in frequency of α -waves. In general, listening to music reduced the frequency of α -waves and led to an occipital cumulation of β -waves.

Anmerkung

- 1 Da es sich bei allen drei Faktoren um Meßwiederholungen handelte, erübrigte sich die Berücksichtigung der Ruhe-EEG-Werte durch eine Kovarianzanalyse.

Literatur

Bortz, J. (1985) – *Lehrbuch der Statistik*. Berlin.







