
7 Referenzen

- Ahlo, K., Woods, D. L., Algazi, A., Knight, R. T., Näätänen, R. (1994). Lesion of frontal cortex diminish the auditory mismatch negativity. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 91, 353–362.
- Alho, K. (1995). Cerebral generators of mismatch negativity (MMN) and its magnetic counterpart (MMNm) elicited by sound changes. *Ear Hear*, 16, 38–51.
- Alho, K., Sainio, K., Sajaniemi, N., Reinikainen, K., Näätänen, R. (1990). Event-related brain potential of human newborns to pitch change of an acoustic stimulus. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, 77, 151–155.
- Alho, K., Sajaniemi, N., Niittyvuopio, T., Sainio, K., Näätänen, R. (1990a). ERPs to an auditory stimulus change in pre-term and full-term infants. In C. H. M. Brunia, A. W. K. Gaillard, A. Kok (Eds), *Psychophysiological brain research* (2, 139–142). Tilburg, The Netherlands: Tilburg University Press.
- Atienza, M., Cantero, J.L., Escera, C. (2001). Auditory information during human sleep as revealed by event-related brain potentials. *Clinical Neurophysiology*, 112, 2031–2045.
- Barnet, A.B. (1975). Auditory evoked potentials during sleep in normal children from ten days to three years of age. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, 39, 29–41.
- Baumann, U., Schorn, K. (2001). Früherkennung kindlicher Hörschäden. *HNO*, 49, 118–125.
- Beasley, D.S., Maki, J.E., Orchik, D.J. (1997). Children's perception of time compressed-speech on two measures of speech discrimination. *J Speech Hear Disorders*, 41, 216–225.
- Benasich, A. A., Tallal, P., (1996). Auditory temporal Processing thres Benasich, A.A., Tallal, P. (1996). Auditory temporal processing thresholds, habituation and recognition memory over the first year of life. *Infant Behavior and Development*, 19, 339–357.

-
- Benasich, A.A., Spitz, R. V., Flax, J., Tallal, P. (1997). Early auditory temporal processing abilities and later language among children with a family history of language impairment. Annual Meeting of the Cognitive Neuroscience Society, Boston, Massachusetts, USA.
- Benasich, A.A., Tallal, P. (2002) Infant discrimination of rapid auditory cues predicts later language impairment. *Behav Brain Res*, 136 (1), 31–49.
- Bishop, D.V. (2000). How does the brain learn language? Insights from the study of children with and without language impairment. *Dev Med Child Neurol*, Feb, 42 (2), 133–42.
- Bishop, D.V., Adams, C. (1990). A prospective study of the relationship between specific language impairment, phonological disorders and reading retardation. *J Child Psychol Psychiatry*, 31 (7), 1027
- Bishop, D.V.M., North, T., Donlan, C. (1995). Genetic basis of specific language impairment: Evidence from a twin study. *Dev Med Child Neurol*, 37, 56–71.
- Brinkmann, K. (1992). Europäische und internationale Normen – Voraussetzung für einheitliches Messen in der Akustik. *PTB–Mitt*, 102, 107–114.
- Catts, H.W. (1993). The relationship between speech–language impairments and reading disabilities. *J Speech Hear Res*, 36, 948–58.
- Cheour–Luthanen, M., Alho, K., Kujala, T., Sainio, K., Reinikainen, K., Renlund, M., Aaltonen, O., Eerola, O., Näätänen, R. (1995). Mismatch negativity indicates vowel discrimination in newborns. *Hear Res*, 82, 53–58.
- Cheour–Luthanen, M., Alho, K., Sainio, K., Rinne, T., Reinikainen, K., Pohjavuori, M., Renlund, M., Aaltonen, O., Eerola, O., Näätänen, R. (1996). The ontogenetically earliest discriminative response of the human brain. *Psychophysiology*, 33, 478–481.
- Cheour, M., Alho, K., Čeponienė, R., Reinikainen, K., Sainio, K., Pohjavuori, M., Aaltonen, O., Näätänen, R. (1998). Maturation of mismatch negativity in infants. *Int J Psychophysiol*, 29, 217–226.

- Cheour, M., Čeponienė, R., Lehtokoski, A., Luuk, A., Allik, J., Alho, K., Näätänen, R. (1998a). Development of language-specific phoneme representation in the infant brain. *Nature Neuroscience*, 1, 351–353.
- Cheour, M., Korpilahti, P., Martynova, O., Lang, A.H. (2001). Mismatch Negativity and Late Discriminative Negativity in Investigating Speech Perception and Learning in Children and Infants. *Audiology Neurootol*, 6, 2–11.
- Cheour, M., Čeponienė, R., Leppänen P., Alho K., Kujala T., Renlund M., Fellman V., Näätänen R. (2002). The auditory memory trace decays rapidly in newborns. *Scand Journal of Psychology*, 43, 33–39.
- Cheour, M., Kushnerenko, E., Ceponiene, R., Ceponiene, R., Näätänen, R. (2002a). Electric brain response obtained from newborn infants to change in duration in complex harmonic tones. *Dev Neurophysiol*, 22 (2), 471–479.
- Coles, M.G.H., Rugg, M.D. (1996). Event-related brain potentials: An introduction. In Rugg, M. D. and Coles, M. G. H., *Electrophysiology of mind. Event-related brain potentials and cognition*. Oxford Psychology Series, Vol. 25, Oxford: Oxford University Press.
- Cooper, R., Osselton, J.W., Shaw, J.C. (1984). *Elektroenzephalographie*. 3. Auflage, Stuttgart, Fischer.
- Cowan, N. (1984). On short and long stores. *Psychol Bull*, 96, 341–370.
- Cowan, N., Winkler, I., Teder, W., Näätänen, R. (1993). Memory prerequisites of mismatch negativity in the auditory event-related potential (ERP). *J Exp Psychol Learn Mem Cogn*, 19, 909–921.
- Csepe, V., Karmos, G., Molnar, M. (1987). Evoked potential correlates of stimulus deviance during wakefulness and sleep in cat – animal model of mismatch negativity. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, 66, 571–578.

-
- Csepe, V., Karmos, G., Molnar, M., (1989). Subcortically evoked potential correlates of early information processing: Mismatch negativity in cats. E. Basar and T. H. Bullock (Eds.) Springer series in brain dynamics 2, 278–289.
- Csepe, V. (1995). On the origin and development of the mismatch negativity. *Ear Hear*, 16, 91–104.
- Curio, G., Neuloh, G., Numminen, J., Jousmäki, V., Hari, R. (2000). Speaking modulates voice-evoked activity in the human auditory cortex. *Human Brain Mapping*, 9, 183–191.
- Davis, S.M., McCroskey, R.L. (1980). Auditory fusion in children. *Child Dev* 51 (1), 75–80.
- Dehaene-Lambertz, G., Dehaene, S. (1994). Speed and cerebral correlates of syllable discrimination in infants. *Nature*; 370, 292–251.
- Denays, R., Tondeur, M., Foulon, M., Verstraeten, F., Ham, H., Piepsz, A., Noel, P. (1989). Regional blood flow in congenital dysphasia: Studies with Technetium-99m HM-PAO SPECT. *J Nuclear Medicine*, 30, 1825–1829.
- Donchin, E., Ritter, W., McCallum, W. (1978). Cognitive psychophysiology: the endogenous components of the ERP. In E. Callaway, P. Tueting & S. Koslow (Eds.) *Event-related brain potential in man* (pp. 349–412). New York: Academic Press.
- Duclaux, R., Challamel, M.J., Collet, L., Rouillet-Solignac, I., Revol, M. (1991). Hemispheric asymmetry of late auditory evoked responses induced by pitch changes in infants: influence of sleep stages. *Brain Res*, Dec 6, 566 (1–2), 152–8.
- Eggermont, J.J. (1985). Evoked potentials as indicators of auditory maturation. *Acta Otolaryngol Suppl*, 421, 41–47.
- Eggermont, J.J. (1988). On the rate of maturation of sensory evoked potentials. *Acta Otolaryngol*, 70, 293–305.
- Eggermont, J.J. (1992). Development of auditory evoked potentials. *Acta Otolaryngol*, 112, 197–200.

- Elliot, L. L., Hammer, M. A., Scholl, M. E. (1989). Fine-grained auditory discrimination in normal children and children with language-learning problems. *J Speech Hear Res*, 32, 112–119.
- Gauger, L.M., Lombardino, L.J., Leonard, C.M. (1997). Brain morphology in children with specific language impairment. *J Speech and Hearing Research*, 40, 1272–1284.
- Gopnik, M., Crago, M. (1991). Familial aggregation of a developmental language disorder. *Cognition*, 39, 1–50.
- Grimm, H. (1999). *Störungen der Sprachentwicklung*. Göttingen, Hogrefe.
- Gross, M., Dudenhausen, J. W., Rossi, R., Metschke, R., Ernst, A., (2002). Neugeborenen Hörscreening in Berlin– interdisziplinäre Berliner Initiative. In: *Berliner Ärzte*, Heft 05/02.
- Hahnemann, N. (2005). *Untersuchung der auditiven Verarbeitung von zweisilbigen Phonemreizen mittels ereigniskorrelierter Potenziale bei Säuglingen im Alter von 4 Wochen und 5 Monaten*. Dissertation an der Charite Universitätsmedizin Berlin.
- Hämäläinen, M., Hari, R., Ilmoniemi, R. J., Knuutila, J., Lounasmaa, O. V. (1993). Magnetencephalography: Theory, instrumentation, and applications to noninvasive studies of the working human brain. *Review of Modern Physics*, 65, 413–497.
- Holopainen, I.E., Korpilahti, P., Juottonen, K., Lang, H., Sillanpaa, M. (1997). Attenuated auditory event-related potential (mismatch negativity) in children with developmental dysphasia. *Neuropediatrics*, 28, 253–256.
- Huttenlocher, P.R., de Courten, C., Garey, L.J., Van der Loos, H. (1982). Synaptic development in human cerebral cortex. *Int J Neurol*, 16–17, 144–154.
- Invanitzky, A.M., Nikolaev, R., Invanitzky, G.A. (1999). *Electroencephalography*. 971–995, Springer Verlag Berlin Heidelberg.

-
- Javitt, D. C., Schroeder, C. E., Steinschneider, M., Arezzo, J. C., Ritter, W., Vaughan, H. G., Jr. (1995). Cognitive event-related potentials in human and non-human primates: Implication for the PCP/NMDA model of schizophrenia. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology Suppl.*, 44, 161–175.
- Kegel, G. (1996). Was kann die Spracherwerbsforschung aus der Sprachpathologieforschung lernen? – Das Beispiel der Zeitverarbeitung. In Ehlich, K. (Hrsg.), *Kindliche Sprachentwicklung. Konzepte und Empirie*. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Kraus, N., McGee, T., Sharma, A., Carrell, T. and Nicol, T., Mismatch negativity event-related potential elicited by speech stimuli, *Ear Hear*, 13 (1992) 158–164.
- Kraus, N., McGee, T., Micco, A., Sharma, A., Carrell, T., & Nicol, T. (1993). Mismatch negativity in school-age children to speech stimuli that are just perceptibly different. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 88, 123–130.
- Kraus, N. and McGee, T. (1994). Auditory event-related potentials. In J. Katz (Ed.), *Handbook of clinical audiology*, Williams & Wilkins, Baltimore, Hongkong, London, Munich, Tokyo, S. 403–423.
- Kraus, N., McGee, T., Carrell, T., King, C., Littman, T., Nicol, T. (1994a). Discrimination of speech-like contrasts in the auditory thalamus and cortex. *J Acoust Soc Am*, 96, 2758–2768.
- Kraus, N., McGee T. J., Carrell, T. D., Zecker, S. G., Nicol, T. G., & Koch, D. B. (1996). Auditory neurophysiologic responses and discrimination deficits in children with learning problems. *Science*, 273, 971–973.
- Kraus, N., McGee, T.J., Koch, D.B. (1998). Speech sound perception and learning: biologic bases. *Scand Audiol Suppl*, 49, 7–17.
- Kroptov, J.D., Ahlo, K., Näätänen, R., Ponomarev, V.A., Kroptova, O.V., Anichkov, A.D., Nechaev, V.B. (2000). Human auditory-cortex mechanisms of preattentiv sound discrimination. *Neuroscience Letters*, 280 (2000), 87–90.

- Kurtzberg, D., Stone, Ch.L., Vaughan, H.G. (1986). Cortical responses to speech sounds in the infant. *Evoked Potentials*, 513–520.
- Kurtzberg, D., Vaughan, H.G.J., Kreuzer, J.A., Fliegler, K.Z. (1995). Developmental studies and clinical application of mismatch negativity: problems and prospects. *Ear Hear*, 16, 105–117.
- Kushnerenko, E., Čeponienė, R., Balan, P., Fellman, V., Huotilaine, M., Näätänen, R. (2002). Maturation of the auditory event-related potentials during the first year of life. *NeuroReport*, 13, (1), 47–51.
- Kushnerenko, E., Čeponienė, R., Balan, P., Fellman, V., Näätänen, R. (2002a). Maturation of the auditory change detection response in infants: a longitudinal ERP study. *NeuroReport*, 13, 1843–1848.
- Kushnerenko, E., Cheour, M., Ceponiene, R., Ceponiene, R., Renlund, M., Soininen, K., Alku, P., Koskinen, M., Sainio, K., Näätänen, R. (2001). Central auditory processing of durational changes in complex speech patterns by newborns: an event-related brain potential study. *Developmental Neurophysiology*, 19(1), 83–97.
- Lauer, N. (1999). *Zentral-auditive Verarbeitungsstörung im Kindesalter – Grundlagen – Klinik – Diagnostik – Therapie*, Stuttgart, Thieme.
- Leonard, L. (1998). *Children with Specific Language Impairment*. Cambridge, MA, The MIT Press.
- Leppänen, P.H.T., Choudhury, N., Benasich, A., Lyytinen, H. (im Druck). Neuroimaging measures in the study of specific language impairments in children.
- Leppänen, P.H.T., Eklund, K.M., Lyytinen, H. (1997). Event related brain potentials to change in rapidly presented acoustic stimuli in newborns. *Dev Neuropsychology*, 13 (2), 175–204.
- Leppänen, P.H.T., Lyytinen, H. (1997a). Auditory Event-related Potentials in the Study of Developmental Language-Related Disorders. *Audiology Neuro Otology*, 2, 308–340.

-
- Leppänen, P.H.T., Pihko, E., Eklund, K.M. and Lyytinen, H. (1999). Cortical responses of infants with and without a genetic risk for dyslexia: II. Group effects. *NeuroReport*, 10, 969–973.
- Leppänen, P.H.T., Richardson, U., Pihko, E., Eklund, K.M., Guttorm, T. K., Aro, M., Lyytinen, H. (2002) Brain responses to changes in speech sound durations differ between infants with an without familial risk for dyslexia. *Dev Neuropsychol*, 22, 407–422.
- Lincoln, A.J., Courchesne, E., Harms, L., Allen, M. (1995). Sensory modulation of auditory stimuli in children with autism and receptive developmental language disorder: event-related brain potential evidence. *J Autism Dev Disord*, 25, 521–539.
- Livingstone, M. (1993). Parallel processing in the visual system and the brain: Is one of the subsystems selectively affected in dyslexia? In Galaburda, A.M. (Ed.), *Dyslexia and Development: Neurobiological Aspects of Extra-Ordinary Brains*, Harvard University Press, Cambridge, 237–256.
- Loewy, D.H., Campbell, K.B., Bastien, C. (1996). The mismatch negativity to frequency deviant stimuli during natural sleep. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, 98, 493–501.
- Lou, H.C., Hendriksen, L., Bruhn, P. (1984). Focal cerebral hypo-perfusion in children with dysphasia and/or attention deficit disorder. *Archives of Neurology*, 41, 825–829.
- Ludlow, C.L., Cooper, J.A. (1983). *Genetic aspects of speech and language disorders*. New York: Academic Press.
- Mantysalo, S., Näätänen, R. (1987). The duration of a neuronal trace of an auditory stimulus as indicated by event-related potentials. *Biol Psychol*, 24, 183–195.
- Mason, S.M., Mellor, D.H. (1984). Brainstem, middlelatency and latecortical evoked potentials in children with speech and language disorders. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, 59, 297–309.
- Morongiello, B.A., Trehub, S.E. (1987). Age-related changes in auditory temporal perception. *Journal of Experimental Child Psychology*, 44, 413–426.

- Morr, M. L., Shafer, V. L., Kreuzer, J. A., Kurtzberg, D. (2002). Maturation of Mismatch Negativity in typically developing infants and preschool children. *Ear Hear*, 23, 118–136.
- Näätänen, R., Gaillard, A.W., Mantysalo, S. (1978). Early selective-attention effect on evoked potential reinterpreted. *Acta Psychol*, Jul 42 (4), 313–29.
- Näätänen, R., Paavilainen, P., Alho, K., Reinikainen, K., Sams, M. (1989). Do event-related potentials reveal the mechanism of the auditory sensory memory in the human brain? *Neurosci Lett*, 98, 217–221.
- Näätänen, R., Paavilainen, P., Reinikainen, K. (1989a). Do event-related potentials to infrequent decrements in duration of auditory stimuli demonstrate a memory trace in man? *Neurosci Lett*, 107, 347–352.
- Näätänen, R. (1992). *Attention and brain function*, Lawrence Erlbaum-Verlag.
- Näätänen, R., Schröger, E., Karakas, S., Tervaniemi, M., Paavilainen, P. (1993a). Development of a memory trace for a complex sound in the human brain. *Neuroreport*, 4, 503–506.
- Näätänen, R. (1995). The mismatch negativity: a powerful tool for cognitive neuroscience. *Ear Hear*, 16, 6–18.
- Näätänen, R., Tiitinen, H. (1998). Auditory information processing as indexed by the mismatch negativity. In Sabourin, M., Craik, F.M.J., Robert, M., *Advances in psychological science: biological and cognitive aspects*. Hove, Psychology press, 145–170.
- Neville, H.J., Coffey, S.A., Holcomb, P.J., Tallal, P. (1993). The neurobiology of sensory and language processing in language-impaired children. *J Cogn Neurosci*, 5, 235–253.
- Neville, H.J. (1995). Developmental specificity in neurocognitive development in humans. In M. Gazzaniga (Ed), *The Cognitive neurosciences*, Cambridge MA: MIT Press, pp. 219–231

- Nickisch, A., Gross, M. (1987). Diagnostik bei Sprachentwicklungsstörungen. *HNO*, 35, 445–450.
- Niedermeyer, E., Silva da F.L. (1999). *Electroencephalography, Basic principles, clinical applications, and related fields*. 4. Edition, Baltimore Md. [u.a.], Williams and Wilkins
- Novak, G.P., Kurtzberg, D., Kreuzer, J.A., Vaughan H.G.J. (1989). Cortical responses to speech sounds and their formants in normal infants: Maturation sequence and spatiotemporal analysis. *Electroenceph Clin Neurophysiol*, 73, 295–305.
- Nubel, K., (2002). Objektivierung auditorischer Diskriminationsleistungen während des Spracherwerbs. In M. Gross (Ed.), *Aktuelle Phoniatisch-pädaudiologische Aspekte*, Supplementum zu Band 9, Heidelberg, Median.
- O'Brien, E. K., Zhang, X., Nishimura, C., Tomblin, J.B., Murray J.C. (2003). Association of specific language impairment (SLI) to the region of 7q31. *Am J Genet*, Jun, 72, (6), 1536–43.
- Ohlrich, E.S., Barnet, A.B., Weiss, I.P. and Shanks, B.L. (1978). Auditory evoked potential development in early childhood: a longitudinal study. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, 44, 411–423.
- Paavilainen, P., Degerman, A., Takegata, R., Winkler, I. (2003). Spectral and temporal stimulus characteristics in the processing of abstract auditory features. *Neuroreport*, 14, 715–718.
- Pang, E.W., Edmonds, G.E., Desjardins, R., Khan, S.C., Trainor, L.J., Taylor, M.J. (1998). Mismatch negativity to speech stimuli in 8-month-old infants and adults. *Int J Psychophysiol*, 29, 227–236.
- Pihko, E., Leppänen, P., Eklund, K.M., Cheour, M., Guttorm, K.T., Lyytinen, H. (1999). Cortical responses of infants with and without a genetic risk for dyslexia: I. Age effects. *NeuroReport*, 10, 901–905
- Plante, E. (1991). MRI findings in the parents and siblings of specifically language-impaired boys. *Brain and Language*, 41, 67–80.

- Plante, E., Swisher, L., Vance, R., Rapcsak, S. (1991). MRI findings in boys with specific language impairment. *Brain Lang*, 41, 52–66.
- Pröschel, U., Eysholt, U., (1995). Untersuchung zur Spezifität und Sensitivität transienter click-evozierter otoakustischer Emissionen (TEAOE). *Laryngol Rhinol Otol*, 74 (8), 481–488.
- Sallinen, M., Kaartinen, J., Lyytinen, H. (1996). Processing of auditory stimuli during tonic and phasic periods of REM sleep as revealed by event-related brain potentials. *J Sleep Res*, 5, 220–228.
- Sams, M., Kaukoranta, E., Hamalainen, M., Näätänen, R. (1991). Cortical activity elicited by changes in auditory stimuli: different sources for the magnetic N100m and mismatch responses. *Psychophysiology*, 28, 21–29.
- Sams, M., Paavilainen, P., Alho, K., Näätänen, R. (1985). Auditory frequency discrimination and event-related potentials. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, 62, 437–448.
- Sarinski, K. (2002). Testinformation: Elternfragebogen für die Früherkennung von Risikokindern (ELFRA) von Hannelore Grimm und Hildegard Doil (2000). *Diagnostika*, 1/2002, 50–52.
- Schöler, H., Fromm, W., Kany, W. (1998). Spezifische Sprachentwicklungsstörungen und Sprachlernen. Erscheinungsformen, Verlauf, Folgerungen für Diagnostik und Therapie. Heidelberg, Winter-Universitätsverlag.
- Schröger, E., Winkler, I. (1995). Presentation rate and magnitude of stimulus deviance effect on human pre-attentive change detection. *Neurosci Lett*, 93 (3), 185–188.
- Shafer, V.L., Morr, M.L., Kreuzer J.A., Kurtzberg, D. (2000). Maturation of mismatch negativity in school-age children. *Ear Hear*, 21 (3), 242–251.
- Shucard, D. W., Shucard, J.L., Thomas, G.T. (1987). Auditory event-related potentials in waking infants and adults: a developmental perspective. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, 68, 303–310.
- Stromswold, K. (1998). Genetic of spoken language disorders. *Human Biology*, 70, 297–324.

-
- Tallal, P. (1980). Auditory temporal perception, phonics, and reading disabilities in children. *Brain Lang*, 9, 182–198.
- Tallal, P. (2000). Experimental studies of language learning impairments: From research to remediation. In D. M. Bishop and L. B. Leonard (Eds.). *Speech and language impairments in children: Causes characteristics, intervention and outcome*. Philadelphia, PA: Psychology Press.
- Tallal, P., Newcombe, F. (1978). Impairment of auditory perception and language comprehension in dysphasia. *Brain Lang*, 5, 13–24.
- Tallal, P., Piercy, M. (1973). Defects of non-verbal auditory perception in children with developmental aphasia. *Nature*, 241, 468–469.
- Tallal, P., Piercy, M. (1973a). Developmental aphasia: Impaired rate of non-verbal processing as a function of sensory modality. *Neuropsychologia*, 11, 389–398.
- Tallal, P., Piercy, M. (1974). Developmental dysphasia: Rate of auditory processing and selective impairment of consonant perception. *Neuropsychologia*, 12, 83–93.
- Tallal, P., Piercy, M. (1975). Developmental dysphasia: The perception of brief vowels and extended stop-consonants. *Neuropsychologia*, 13, 69–74.
- Tallal, P., Stark, R.E., Mellits, E. D. (1985). Identification of language-impaired children on the basis of rapid perception and production skills. *Brain Lang*, 25, 314–322.
- Tallal, P., Stark, R.E., Mellits, E. D. (1985a). The relationship between auditory temporal analysis and receptive language development: Evidence from studies of developmental language disorder. *Neuropsychologia*, 23, 527–534.
- Tervaniemi, M., Mauury, S., Näätänen, R. (1994). Neural representation of abstract stimulus features in the human brain as reflected by the mismatch negativity. *Neuroreport*, 5, 844–846.
- Thews, Vaupel (1997). Aktionspotenziale. In: *Vegetative Physiologie*, Springer Verlag, S. 100.

- Tomblin, J.B. (1989). Familial concentrations of developmental language impairment. *J Speech and Hearing Disorders*, 54, 287–295.
- Tomblin, T.B., Buckwalter, P.R. (1998). Heritability of poor language achievement among twins. *J Speech Lang Hear Res*, Feb, 41 (1), 188–99.
- Trainor, L.J., Samuel S.S., Desjardins, R.N., Sonnadara, R.R. (2001). Measuring temporal resolution in infants using mismatch negativity. *NeuroReport*, 12, 2443–2448.
- Turnball, T.P., Loparo, K.A., Johnson, M.W., Scher, M.S. (2001). Automated detection of trace alternant during sleep in healthy full-term neonates using discrete wavelet transform. *Clin Neurophysiol*, 112, 1893–1900.
- Universität Trier, Fachbereich I– Psychologie, Psychophysiologische Methodik (2003). Ereigniskorrelierte Potenziale, Eine kurze Einführung. Abb. 3, Seite 9. Abb. 8, Seite 16.
- Van der Lely, H.K., Stollwerck, L. (1996). A grammatical specific language impairment in children: an autosomal dominant inheritance? *Brain Lang*, 52 (3), 484–504.
- Vaughan, H.G., Kurtzberg, D. (1992). Electrophysiological indices of human brain maturation and cognitive development. In M.R.N.C. Gunnar (Ed.), *Minnesota symposia on child psychology*, Vol. 24, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, 1–36.
- Velasco, M., Velasco, F. and Velasco, A.L. (1989). Intracranial studies on potential generators of some vertex auditory evoked potentials in man. *Stereotact Funct Neurosurg*, 53, 49–73.
- Warburton, P., Baird, G., Chen, W., Morris, K., Jacobs, B.W., Hodgson, S., Docherty, Z. (2000). Support for linkage of autism and specific language impairment to 7q3 from two chromosome rearrangements involving band 7q31. *Am J Med Genet*, Apr 3, 96 (2), 228–34.
- Weber, C., Hahne, A., Friedrich, M., Friederici, A. D. (2003). Discrimination of word stress in early infant perception: electrophysiological evidence. Im Druck

- Werner, L.A., Marean, G. H., Halpin, C. F., Spetner, N.B., Gillenwater, J.M. (1992). Infant auditory acuity: gap detection. *Child Dev*, 63 (2), 260–272.
- Winkler, I., Kujala, T., Tiitinen, H., Sivonen, P., Alku, P., Lehtokoski, A., Czigler, I., Csepe, V., Ilmoniemi, R.J., Näätänen, R. (1999). Brain responses reveal the learning of foreign language phonemes. *Psychophysiology*, 36, 638–642.
- Wirth, G. (1990). *Sprachstörungen– Sprechstörungen– Kindliche Hörstörungen*. 3. Auflage, Köln, Deutscher Ärzte Verlag.
- Wright, B. A., Lombardino L. J., King, W. M., Puranik, C. S., Leonard, C. M., Merzenich, M. M. (1997). Deficits in auditory temporal and spectral resolution in language-impaired children. *Nature*, May, 8, 387 (6629), 176–178.
- Yabe, H., Tervaniemi, M., Reinikainen, K., Näätänen, R. (1997). Temporal window of integration revealed by MMN to sound omission. *Neuroreport*, 8, 1971–1974.

8 Anhang

8.1 Fragebogen zur Risikoanamnese Sprachentwicklung

FRAGEBOGEN ZUR RISIKOANAMNESE SPRACHENTWICKLUNG

Sarinski, K. (2002)

In vielen Familien gibt es jemanden, der oder die mit dem Sprechen oder Schreiben lernen Probleme hatte. Wir möchten Sie bitten, einmal zu überlegen, ob das auch für Ihre Familie zutrifft: Gab es bei Ihnen, bei Ihren Kindern oder nahen Verwandten Auffälligkeiten im Sprachgebrauch? – Wir haben diese unten aufgelistet und bitten Sie, das jeweils Zutreffende anzukreuzen.

Beachten Sie bitte, dass Auffälligkeiten, wie Stottern, Lispeln oder Poltern nicht aufgeführt sind. Hierbei handelt es sich um motorische Sprechstörungen, die nicht mit der Sprachentwicklung in Verbindung stehen. Ebenfalls nicht zu berücksichtigen sind Störungen der Sprache in Folge eines Schlaganfalls oder eines Unfalls.

1 Verspäteter Sprachbeginn (Erste Wörter – außer „Papa“ und „Mama“ – erst nach dem zweiten Lebensjahr oder auffallend geringer Wortschatz im Kindesalter)

	Ja	Nein		Ja	Nein
Schwangere:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Vater des Kindes:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bisherige Kinder:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Mutter der Schwangeren:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mutter des Vaters:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vater der Schwangeren:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Vater des Vaters:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstige:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

2 Lese- und Rechtschreibschwierigkeiten in den ersten Schuljahren (1. bis 4. Klasse)

	Ja	Nein		Ja	Nein
Schwangere:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Vater des Kindes:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bisherige Kinder:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Mutter der Schwangeren:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mutter des Vaters:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vater der Schwangeren:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Vater des Vaters:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstige:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

3 Fehler bei der Satzbildung (z.B. falsche Aneinanderreihung, Auslassung von Wörtern)

	Ja	Nein		Ja	Nein
Schwangere:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Vater des Kindes:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bisherige Kinder:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Mutter der Schwangeren:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mutter des Vaters:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vater der Schwangeren:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Vater des Vaters:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstige:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

4 Andere Auffälligkeiten im Sprachgebrauch (bitte auf der Rückseite erläutern)

	Ja	Nein		Ja	Nein
Schwangere:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Vater des Kindes:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bisherige Kinder:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Mutter der Schwangeren:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mutter des Vaters:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vater der Schwangeren:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Vater des Vaters:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstige:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

5 Es sind keine der angegebenen Probleme aufgetreten.

Versuchsprotokoll

MMN-PÄDAUDIOLOGIE																
Proband:						Datum:										
Vorname:						Verantwortliche Mitarbeiter:										
Geburtsdatum:																
Kopfumfang:						Proband kommt:			geht:							
EKP-Experimentstart:						EKP-Experimentende:										
Konfigurationsfile:																
Einzelelektroden:																
Impedanzen:																
Problematische Elektrodenposition:																
Datei:						Start:			Ende:							
						Pause:										
min	Augen			Bewegung					Sonstiges	Vigilanz						Bemerkungen
1	O	V	G	G	F	R	K	N		1	2	3	4	5	6	
2	O	V	G	G	F	R	K	N		1	2	3	4	5	6	
3	O	V	G	G	F	R	K	N		1	2	3	4	5	6	
4	O	V	G	G	F	R	K	N		1	2	3	4	5	6	
5	O	V	G	G	F	R	K	N		1	2	3	4	5	6	
6	O	V	G	G	F	R	K	N		1	2	3	4	5	6	
7	O	V	G	G	F	R	K	N		1	2	3	4	5	6	
8	O	V	G	G	F	R	K	N		1	2	3	4	5	6	
9	O	V	G	G	F	R	K	N		1	2	3	4	5	6	
10	O	V	G	G	F	R	K	N		1	2	3	4	5	6	
11	O	V	G	G	F	R	K	N		1	2	3	4	5	6	
12	O	V	G	G	F	R	K	N		1	2	3	4	5	6	
13	O	V	G	G	F	R	K	N		1	2	3	4	5	6	
14	O	V	G	G	F	R	K	N		1	2	3	4	5	6	
15	O	V	G	G	F	R	K	N		1	2	3	4	5	6	

Datei:																
						Start:			Ende:							
						Pause:										
min	Augen			Bewegung					Sonstiges	Vigilanz						Bemerkungen
1	O	V	G	G	F	R	K	N		1	2	3	4	5	6	
2	O	V	G	G	F	R	K	N		1	2	3	4	5	6	
3	O	V	G	G	F	R	K	N		1	2	3	4	5	6	
4	O	V	G	G	F	R	K	N		1	2	3	4	5	6	
5	O	V	G	G	F	R	K	N		1	2	3	4	5	6	
6	O	V	G	G	F	R	K	N		1	2	3	4	5	6	
7	O	V	G	G	F	R	K	N		1	2	3	4	5	6	
8	O	V	G	G	F	R	K	N		1	2	3	4	5	6	
9	O	V	G	G	F	R	K	N		1	2	3	4	5	6	
10	O	V	G	G	F	R	K	N		1	2	3	4	5	6	
11	O	V	G	G	F	R	K	N		1	2	3	4	5	6	
12	O	V	G	G	F	R	K	N		1	2	3	4	5	6	
13	O	V	G	G	F	R	K	N		1	2	3	4	5	6	
14	O	V	G	G	F	R	K	N		1	2	3	4	5	6	
15	O	V	G	G	F	R	K	N		1	2	3	4	5	6	

Erklärung zu den verwendeten Abkürzungen im Versuchsprotokoll:

Augen: O: offen, V: verschieden, G: geschlossen

Bewegung: G: grob, F: fein, R: ruckartig, K: keine, N: Kind nuckelt

8.2 Vigilanzstadieneinteilung während der laufenden Messung

Beschreibung der Vigilanz während der EKP-Messungen bei den Kindern:

Alle zwei Minuten ist die Vigilanz der Kinder auf der Grundlage von behavioralen Beobachtungen und dem EEG-Verlauf in den Versuchsprotokollen zu dokumentieren. Um die Beschreibung der einzelnen „Vigilanzstadien“ zu erleichtern und einheitlich zu gestalten, soll folgende Stadieneinteilung von 1 bis 6 zur Anwendung kommen:

1. ruhiger Schlaf
 - geschlossene Augen
 - Schlafspindeln bis spannungshohe, rhythmische Deltaaktivität im EEG

2. ruhiger Schlaf
 - geschlossene Augen
 - Theta-Delta-Aktivität im EEG

3. leichter Schlaf (oberflächlicher)
 - geschlossene Augen, manchmal geöffnet
 - leichte Bewegungen

4. schläft nicht; ist aber ruhig und müde
 - offene Augen, manchmal geschlossen
 - leichte Bewegungen

5. wach
 - konstant offene Augen
 - leichte Bewegungen, Kind aber noch gut abzulenken

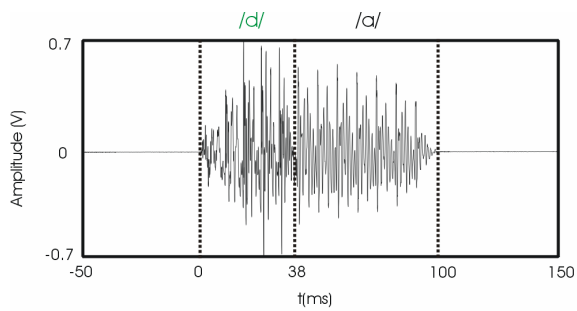
6. wach
 - offene Augen
 - heftige Bewegungen, Kind kaum zu beruhigen
 - Kind schreit

8.3 Vigilanzstadien

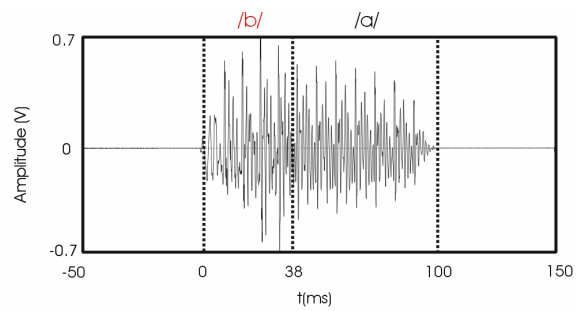
Tabelle 17. Zur Klassifikation der Vigilanz in 5 Stadien dienten die EEG-Grundaktivität bezüglich der Wellenkonformation (Delta-, Thetawellen) und vigilanzspezifische Besonderheiten im EEG-Signal (Schlafspindeln, TA, HVS oder LVI Aktivitäten). Außerdem wurden das Verhalten des Kindes, der Augenzustand, Augen- und Extremitätenbewegungen für die Einteilung herangezogen (Hahnemann, 2005).

	wach I	REM-Schlaf („active sleep“) II	Non-REM-Schlaf („quiete sleep“) III	schlafend, nicht spezifizierbar IV	wechselhaft V
Behavioral	Augen: offen, verschieden oder blinzeln	Augen: geschlossen	Augen: geschlossen	Augen: geschlossen	Kein konstantes Vigilanzniveau
	Muskelaktivitäten vorhanden, oder Weinen, Schluckauf, Flasche geben, Interventionen	Einzelne ruckartige Bewegung von Extremitäten und Kopf-Halsregion („startles“)	Keine oder wenige Bewegungen	Wie II und III, allerdings keine Differenzierung möglich	Kind zeigt während der Messung unterschiedliche Stadien entsprechend I - IV
EEG- und EOG-Aktivität	EOG: Augenbewegungen	EOG: Augenbewegungen	EOG: Keine Augenbewegungen	EOG: Augenbewegungen wechselnd vorhanden oder nicht nachweisbar	Kein konstantes Vigilanzniveau
	dominierend: im Vergleich zum Schlaf niedervoltage Aktivitäten, spärliche schnelle Aktivitäten oder: häufige Bewegungsartefakte und Muskelpotenziale	dominierend: Low Voltage Irregular Kontinuierliche langsame Aktivitäten (Delta- und Thetaaktivitäten) selten: Mixed pattern und High Voltage Slow	dominierend: Tracé alternant Schlafspindeln selten: Mixed pattern und High Voltage Slow	Wie II und III, allerdings innerhalb einer Messung wechselnd oder kein dominierendes Stadium nachweisbar	Kind zeigt während der Messung unterschiedliche Stadien entsprechend I - IV

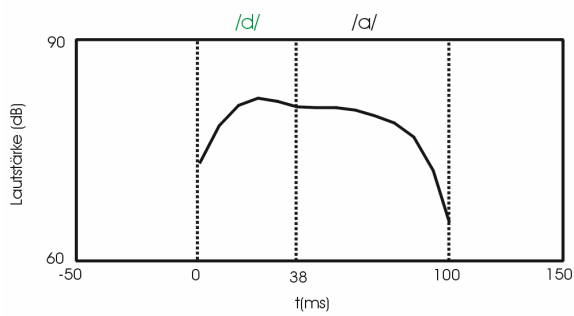
8.4 Aufbau des Reizmaterials



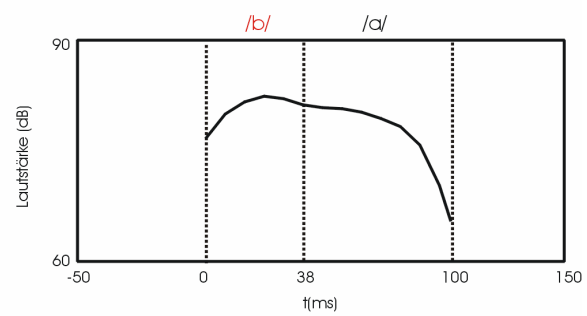
Signalverlauf von /da/ 100 ms



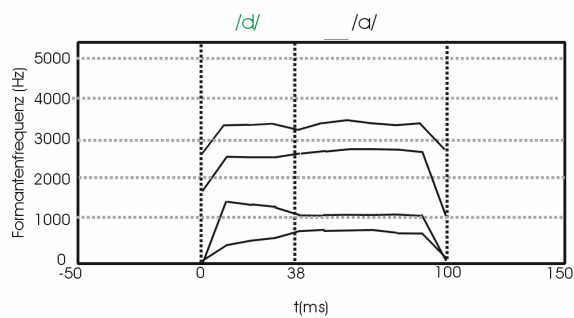
Signalverlauf von /ba/ 100 ms



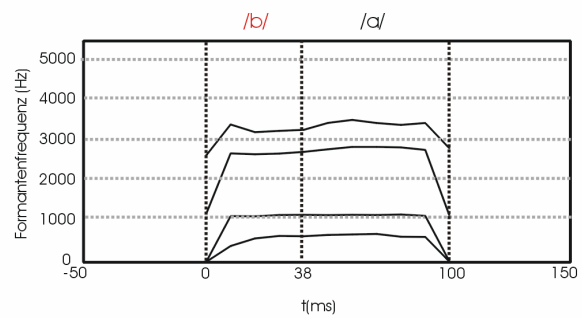
Lautstärkeverlauf von /da/ 100 ms



Lautstärkeverlauf von /ba/ 100 ms



Formantenverlauf von /da/ 100 ms



Formantenverlauf von /ba/ 100 ms

Abbildung 31: Darstellung der Silben /da/ und /ba/ in ihrem Zeitverlauf, Pegelverlauf sowie Frequenz- und Formantenverlauf. Es wird deutlich, dass sich die zwei Silben nur im konsonantischen Anlaut innerhalb der ersten 38 ms unterscheiden (Hahnemann, 2005)

8.5 Tabellarische Darstellung der Ergebnisse aus den berechneten Varianzanalysen

8.5.1 Ergebnisse für die kortikalen Potenzialantworten

Tabelle 18: Abstand von Beginn des Reizes bis zum höchsten Gipfel der ersten bzw. der zweiten Silbe innerhalb beider Bedingungen. Für die Bedingung mit kurzer Pause findet sich eine Positivierung (P1) und Negativierung (N1)

Elektrode	Komponente	Doppelsilben mit kurzer Pause Latenz in ms	Doppelsilben mit langer Pause Latenz in ms
F3	P1	166,03	163,00
	N1	395,61	299,80
	P2		146,00
	N2		267,00

Tabelle 19: Abstand von Reizbeginn bis zum höchsten Gipfel der ersten bzw. der zweiten Silbe innerhalb beider Bedingungen. Für die Bedingung mit kurzer Pause fand sich keine zweite Positivierung (P2) bzw. Negativierung (N2)

Elektrode	Komponente	Doppelsilben mit kurzer Pause Latenz in ms	Doppelsilben mit langer Pause Latenz in ms
F3	P1	158,50	154,81
	N1	399,70	300,52
	P2		145,20
	N2		272,70

Tabelle 20 Zusammenstellung der mittleren Amplituden und Latenzen innerhalb der Bedingung mit kurzer und langer Pause bei 13 Monate alten Kindern. Es sind die positiven und negativen Amplituden an allen sechs Elektroden dargestellt.

Komponente	Elektrode	Doppelsilben mit kurzer Pause Mittelwert (\pm STD)		Doppelsilben mit langer Pause Mittelwerte (\pm STD)	
		Amplitude in μ V	Latenz in ms	Amplitude in μ V	Latenz in ms
P1	F3	7,71 (2,99)	166,03 (10,60)	7,87 (3,08)	163,00 (14,30)
	F4	8,08 (3,27)	164,79 (10,82)	8,24 (3,45)	162,07 (14,30)
	C3	7,91 (3,02)	165,58 (11,45)	7,95 (3,46)	163,00 (14,40)
	C4	7,21 (2,72)	164,13 (15,19)	7,39 (3,07)	159,86 (16,16)
	P3	4,12 (2,08)	160,46 (31,84)	3,90 (1,88)	159,30 (29,00)
	P4	3,37 (1,92)	167,54 (32,79)	3,18 (1,76)	160,29 (37,59)
P2	F3			3,24 (1,86)	396,00 (37,86)
	F4			3,44 (1,83)	397,43 (51,80)
	C3			3,31 (1,88)	401,80 (41,42)
	C4			3,26 (1,90)	401,64 (45,65)
	P3			2,21 (1,54)	391,49 (45,51)
	P4			1,93 (1,52)	384,50 (54,22)
N1	F3	-2,98 (2,25)	395,61 (55,19)	-1,89 (2,63)	299,80 (33,81)
	F4	-2,93 (2,34)	401,84 (52,98)	-1,63 (2,75)	295,14 (37,19)
	C3	-2,97 (2,40)	394,87 (51,32)	-2,07 (2,63)	298,57 (38,14)
	C4	-3,00 (2,18)	395,08 (52,78)	-1,84 (2,50)	299,14 (37,63)
	P3	-1,90 (1,69)	400,26 (55,15)	-1,11 (1,79)	293,93 (50,06)
	P4	-2,07 (1,49)	397,25 (57,63)	-1,20 (1,69)	285,64 (49,48)
N2	F3			-2,15 (1,55)	517,00 (52,70)
	F4			-2,25 (1,75)	510,98 (48,49)
	C3			-2,07 (1,66)	517,64 (49,17)
	C4			-2,20 (1,75)	510,50 (49,51)
	P3			-1,83 (1,52)	513,44 (53,54)
	P4			-1,84 (1,34)	508,71 (54,52)

Tabelle 21 Zusammenstellung der mittleren Amplituden und Latenzen innerhalb der Bedingung mit kurzer und langer Pause bei 18 Monate alten Kindern. Es sind die positiven und negativen Amplituden an allen sechs Elektroden dargestellt.

Komponente	Elektrode	Doppelsilben mit kurzer Pause Mittelwert (\pm STD)		Doppelsilben mit langer Pause Mittelwerte (\pm STD)	
		Amplitude in μ V	Latenz in ms	Amplitude in μ V	Latenz in ms
P1	F3	7,75 (2,60)	158,46 (24,03)	8,03 (3,06)	154,81 (15,92)
	F4	7,82 (2,65)	158,23 (23,64)	8,08 (3,29)	155,26 (16,02)
	C3	7,98 (2,30)	155,31 (18,37)	8,52 (3,10)	152,96 (12,72)
	C4	7,68 (2,63)	158,15 (26,18)	7,81 (3,40)	151,33 (13,50)
	P3	4,07 (1,89)	156,15 (39,10)	4,41 (2,35)	152,30 (33,33)
	P4	3,84 (1,60)	166,23 (40,69)	3,51 (2,12)	151,85 (36,26)
P2	F3			3,35 (2,25)	395,19 (29,76)
	F4			3,49 (2,24)	396,30 (34,67)
	C3			3,86 (2,41)	400,89 (27,25)
	C4			3,35 (2,58)	395,41 (30,49)
	P3			2,31 (1,80)	391,04 (37,10)
	P4			1,99 (1,78)	392,45 (44,42)
N1	F3	-3,40 (2,14)	399,77 (46,75)	-2,26 (2,14)	300,52 (43,25)
	F4	-3,40 (2,38)	403,85 (37,36)	-2,06 (2,36)	298,30 (37,90)
	C3	-3,19 (2,19)	393,08 (46,84)	-2,39 (2,01)	301,19 (39,96)
	C4	-3,31 (2,48)	401,08 (44,43)	-2,23 (2,25)	304,74 (36,33)
	P3	-2,14 (1,52)	393,23 (59,45)	-1,55 (1,30)	298,15 (48,13)
	P4	-2,05 (1,67)	391,23 (53,32)	-1,40 (1,23)	293,56 (51,63)
N2	F3			-2,60 (1,65)	522,67 (39,45)
	F4			-2,53 (1,83)	518,89 (37,24)
	C3			-2,46 (1,65)	521,63 (40,70)
	C4			-2,48 (1,81)	524,89 (39,12)
	P3			-1,89 (1,24)	519,85 (44,67)
	P4			-1,83 (1,29)	525,70 (46,20)

Tabelle 22 Vergleich der mittleren Amplituden und Latenzen zwischen 13 und 18 Monate alten Kindern innerhalb der Bedingung mit kurzer Pause an der Elektrode F3.

Komponente	Zielvariable	Messzeitpunkt 1 (\pm STD)	F-Wert	Signifikanz p
		Messzeitpunkt 2 (\pm STD)		
P1	Amplitude in μ V (\pm STD)	7,71 (2,99)	0,009	0,926
		7,75 (2,60)		
	Latenz in ms (\pm STD)	166,03 (10,60)	4,939	0,028
		158,46 (24,03)		
N1	Amplitude in μ V (\pm STD)	-2,98 (2,25)	0,889	0,348
		-3,40 (2,14)		
	Latenz in ms (\pm STD)	395,61 (55,19)	0,058	0,811
		399,77 (46,75)		

Tabelle 23 Vergleich der mittleren Amplituden und Latenzen zwischen 13 und 18 Monate alten Kindern innerhalb der Bedingung mit langer Pause an der Elektrode F3

Komponente	Zielvariable	Messzeitpunkt 1 (\pm STD)	F-Wert	Signifikanz p
		Messzeitpunkt 2 (\pm STD)		
P1	Amplitude in μ V (\pm STD)	7,87 (3,08)	0,075	0,785
		8,03 (3,06)		
	Latenz in ms (\pm STD)	163,00 (14,30)	8,064	0,005
		154,81 (15,92)		
N1	Amplitude in μ V (\pm STD)	-1,89 (2,63)	0,658	0,419
		-2,26 (2,14)		
	Latenz in ms (\pm STD)	299,80 (33,81)	0,010	0,921
		300,52 (43,25)		
P2	Amplitude in μ V (\pm STD)	3,24 (1,86)	0,065	0,800
		3,35 (2,25)		
	Latenz in ms (\pm STD)	396,00 (37,86)	0,002	0,964
		395,19 (29,76)		
N2	Amplitude in μ V (\pm STD)	-2,15 (1,55)	1,772	0,186
		-2,60 (1,65)		
	Latenz in ms (\pm STD)	517,00 (52,70)	0,460	0,499
		522,67 (39,45)		

Tabelle 24 Vergleich der mittleren Amplituden P1 vs. P2 und N1 vs. N2 innerhalb der Bedingung mit langer Pause für 13 und 18 Monate alte Kinder

Komponente	Zielvariable	Messung 1 (\pm STD)	F-Wert	Signifikanz p
		Messung 2 (\pm STD)		
13 Monate alte Kinder	Amplitude P1/P2 in μ V (\pm STD)	7,87 (3,08)	182,63	0,00
		3,24 (1,86)		
	Amplitude N1/N2 in μ V (\pm STD))	-1,89 (2,63)	0,50	0,48
		-2,15 (1,55)		
18 Monate alte Kinder	Amplitude P1/P2 in μ V (\pm STD)	8,03 (3,06)	146,55	0,00
		3,35 (2,25)		
	Amplitude N1/N2 in μ V (\pm STD)	-2,26 (2,14)	0,86	0,36
		-2,60 (1,65)		

Tabelle 25 Vergleich der longitudinalen Standardantworten an der Amplitude P1 für die Bedingung mit kurzer Pause, Untersucht wurden Entwicklungsfortschritte bzw. Unterschiede zwischen den einzelnen Altersgruppen von 4 Wochen und 18 Monaten.

Messzeitpunkt 1	Zielvariable	Mittelwerte (\pm STD)	F-Wert	Signifikanz p
Messzeitpunkt 2				
4 Wochen 5 Monate	Amplitude in μ V (\pm STD)	4,11 (\pm 2,62)	62,76	0,00
		5,52 (\pm 4,08)		
	Latenz in ms (\pm STD)	289,14 (\pm 26,78)	1193,41	0,00
		184,86 (\pm 48,59)		
5 Monate 13 Monate	Amplitude in μ V (\pm STD)	5,52 (\pm 4,08)	71,01	0,00
		6,15 (\pm 2,11)		
	Latenz in ms (\pm STD)	184,86 (\pm 48,59)	536,88	0,00
		166,8 (\pm 12,79)		
13 Monate 18 Monate	Amplitude in μ V (\pm STD)	6,15 (\pm 2,11)	172,74	0,00
		7,55 (\pm 2,54)		
	Latenz in ms (\pm STD)	166,8 (\pm 12,79)	1608,75	0,00
		166,8 (\pm 25,9)		

Tabelle 26 Vergleich der longitudinalen Standardantworten an der Amplitude P1 und P2 für die Bedingung mit langer Pause, Untersucht wurden Entwicklungsfortschritte bzw. Unterschiede zwischen den einzelnen Altersgruppen von 4 Wochen und 18 Monaten.

Messzeitpunkt 1	Zielvariable	Mittelwerte (\pm STD)	F–Wert	Signifikanz p
Messzeitpunkt 2				
4 Wochen 5 Monate	Amplitude P1 in μV (\pm STD)	3,64 (\pm 1,50)	117,14	0,00
		6,41 (\pm 3,26)		
	Amplitude P2 in μV (\pm STD)	1,92 (\pm 1,18)	54,84	0,00
		5,77 (\pm 3,93)		
	Latenz P1 in ms (\pm STD)	288,47 (\pm 30,06)	897,34	0,00
		201,18 (\pm 49,90)		
Latenz P2 in ms (\pm STD)	518,12 (\pm 46,52)	3026,93	0,00	
	455,48 (\pm 45,54)			
5 Monate 13 Monate	Amplitude P1 in μV (\pm STD)	6,41 (\pm 2,98)	117,73	0,00
		7,27 (\pm 3,39)		
	Amplitude P2 in μV (\pm STD)	5,77 (\pm 3,93)	90,78	0,00
		3,09 (\pm 1,44)		
	Latenz P1 in ms (\pm STD)	201,18 (\pm 49,90)	733,24	0,00
		166,35 (\pm 33,05)		
Latenz P2 in ms (\pm STD)	455,48 (\pm 45,54)	4062,72	0,00	
	399,75 (\pm 38,46)			
13 Monate 18 Monate	Amplitude P1 in μV (\pm STD)	7,27 (\pm 3,39)	221,12	0,00
		7,66 (\pm 3,33)		
	Amplitude P2 in μV (\pm STD)	3,09 (\pm 1,44)	76,19	0,00
		4,08 (\pm 2,97)		
	Latenz P1 in ms (\pm STD)	166,35 (\pm 33,05)	802,86	0,00
		163,53 (\pm 35,91)		
Latenz P2 in ms (\pm STD)	399,75 (\pm 38,46)	2786,85	0,00	
	418,12 (\pm 42,81)			

Tabelle 27 Vergleich der Amplituden und Latenzen an der P1 und N1 sowie P2 und N2 der Bedingung mit langer Pause an der Elektrode F3, untersucht wurden die Entwicklungsfortschritte bzw. Unterschiede zwischen den einzelnen Altersgruppen von 4 Wochen und 18 Monaten.

Messzeitpunkt 1	Zielvariable	Mittelwerte (\pm STD)	F-Wert	Signifikanz p
Messzeitpunkt 2				
4 Wochen 5 Monate	Amplitude P1 in μ V (\pm STD)	3,71 (\pm 1,89)	8,07	0,005
		5,00 (\pm 4,09)		
	Amplitude N1 in μ V (\pm STD)	-0,10 (\pm 1,79)	101,84	0,00
		-3,61 (\pm 3,05)		
	Latenz P1 in ms (\pm STD)	280,19 (\pm 30,04)	222,41	0,00
		198,08 (\pm 48,25)		
	Latenz N1 in ms (\pm STD)	432,28 (\pm 44,04)	245,04	0,00
		331,31 (\pm 47,93)		
5 Monate 13 Monate	Amplitude P1 in μ V (\pm STD)	5,00 (\pm 4,09)	21,36	0,00
		7,87 (3,08)		
	Amplitude N1 in μ V (\pm STD)	-3,61 (\pm 3,05)	14,14	0,00
		-1,89 (2,63)		
	Latenz P1 in ms (\pm STD)	198,08 (\pm 48,25)	26,38	0,00
		163,00 (14,30)		
	Latenz N1 in ms (\pm STD)	331,31 (\pm 47,93)	20,15	0,00
		299,80 (33,81)		
13 Monate 18 Monate	Amplitude P1 in μ V (\pm STD)	7,87 (3,08)	0,075	0,79
		8,03 (3,06)		
	Amplitude P2 in μ V (\pm STD)	3,24 (1,86)	0,065	0,80
		3,35 (2,25)		
	Amplitude N1 in μ V (\pm STD)	-1,89 (2,63)	0,66	0,42
		-2,26 (2,14)		
	Amplitude N2 in μ V (\pm STD)	-2,15 (1,55)	0,66	0,42
		-2,60 (1,65)		

	Latenz P1 in ms (\pm STD)	163,00 (14,30)	8,06	0,005
		154,81 (15,91)		
	Latenz P2 in ms (\pm STD)	396,00 (37,86)	0,002	0,964
		395,20 (29,76)		
	Latenz N1 in ms (\pm STD)	299,80 (33,81)	0,01	0,921
		300,52 (43,25)		
	Latenz N2 in ms (\pm STD)	517,00 (52,70)	0,46	0,49
		522,70 (39,45)		

Tabelle 28 Vergleich der Amplituden und Latenzen an der P1 und N1 der Bedingung mit kurzer Pause an der Elektrode F3, untersucht wurden die Entwicklungsfortschritte bzw. Unterschiede zwischen den einzelnen Altersgruppen von 4 Wochen und 18 Monaten.

Messzeitpunkt 1	Zielvariable	Mittelwerte (\pm STD)	F-Wert	Signifikanz p
Messzeitpunkt 2				
4 Wochen 5 Monate	Amplitude P1 in μV (\pm STD)	3,99 (\pm 2,18)	14,65	0,00
		5,70 (\pm 4,23)		
	Latenz P1 in ms (\pm STD)	292,08 (\pm 32,69)	352,85	0,00
		193,58 (\pm 41,27)		
5 Monate 13 Monate	Amplitude P1 in μV (\pm STD)	5,70 (\pm 4,23)	10,75	0,001
		7,71 (2,99)		
	Amplitude N1 in μV (\pm STD)	-1,27 (\pm 3,42)	11,04	0,001
		-2,98 (2,25)		
	Latenz P1 in ms (\pm STD)	193,58 (\pm 41,27)	25,39	0,00
		166,03 (10,60)		
	Latenz N1 in ms (\pm STD)	363,58 (\pm 69,27)	8,49	0,004
		395,61 (55,19)		
13 Monate	Amplitude P1 in μV (\pm STD)	7,71 (2,99)	0,009	0,93
		7,75 (2,60)		

18 Monate	Amplitude N1 in μV (\pm STD)	-2,98 (2,25)	0,89	0,35
		-3,40 (2,14)		
	Latenz P1 in ms (\pm STD)	166,03 (10,60)	4,94	0,28
		158,50 (24,03)		
	Latenz N1 in ms (\pm STD)	395,61 (55,19)	0,06	0,81
		399,80 (46,80)		

8.5.2 Ergebnisse aus den Berechnungen der Mismatch Antworten

Tabelle 29 Darstellung von Region und Hemisphärenunterschiede für die Bedingung mit kurzer Pause bei 13 Monate alten Kindern

Bedingung	Komponente	Einflussfaktor	F-Wert	df-Wert	Epsilon Korrektur	Signifikanz p
Doppelsilben mit kurzer Pause	MMP	Region frontal-zentral	5,163	1	1.000	0,027
		Region frontal-parietal	1,852	1	1.000	0,179
		Region zentral-parietal	0,026	1	1.000	0,872
		Hemisphäre	1,038	1	1.000	0,312
Doppelsilben mit langer Pause	MMP	Region frontal-zentral	0,706	1	1.000	0,405
		Region frontal-parietal	30,968	1	1.000	0,000
		Region zentral-parietal	31,315	1	1.000	0,000
		Hemisphäre	0,390	1	1.000	0,535

Tabelle 30 Darstellung von Region und Hemisphärenunterschiede für die Bedingung mit kurzer und langer Pause bei 18 Monate alten Kindern

Bedingung	Komponente	Einflussfaktor	F-Wert	df-Wert	Epsilon Korrektur	Signifikanz p
Doppelsilben mit kurzer Pause	MMP	Region frontal-zentral	0,468	1	1.000	0,497
		Region frontal-parietal	0,725	1	1.000	0,398
		Region zentral-parietal	0,443	1	1.000	0,509
		Hemisphäre	0,698	1	1.000	0,407
Doppelsilben mit langer Pause	MMP	Region frontal-zentral	1,695	1	1.000	0,199
		Region frontal-parietal	6,829	1	1.000	0,012
		Region zentral-parietal	13,593	1	1.000	0,001
		Hemisphäre	0,098	1	1.000	0,756

Tabelle 31 Darstellung der signifikanten Unterschiede zwischen Standard und Deviantreiz an der Elektrode F3 in der Bedingung mitkurzem und langen Pausenabstand bei 13 und 18 Monate alten Kindern. Es ergeben sich signifikante Unterschiede für die 13 Monate alten Kinder.

Komponente F3		Bedingung mit kurzem Pausenabstand		Bedingung mit langem Pausenabstand	
		13 Monate alte Kinder	18 Monate alte Kinder	13 Monate alte Kinder	18 Monate alte Kinder
MMP	Signifikanz p	0,003	0,260	0,003	0,088
	F-Wert	9,624	1,297	9,668	3,014
	df-Wert	1	1	1	1

Tabelle 32 Vergleich der Amplitude und Latenz der Mismatchantwort zwischen 4 Wochen und 18 Monaten alten Kindern bei 14 Patienten der Bedingung mit Kurzer Pause im longitudinalen Studiendesign

Messzeitpunkt 1	Zielvariable	Mittelwerte (\pm STD)	F-Wert	Signifikanz p
Messzeitpunkt 2				
4 Wochen 5 Monate	Amplitude in μ V (\pm STD)	1,65 (\pm 2,96)	27,71	0,00
		5,04 (\pm 3,76)		
	Latenz in ms (\pm STD)	458,0 (\pm 52,66)	1030,15	0,00
		335,4 (\pm 60,97)		
5 Monate 13 Monate	Amplitude in μ V (\pm STD)	5,04 (\pm 3,76)	20,27	0,001
		3,39 (\pm 3,30)		
	Latenz in ms (\pm STD)	335,4 (\pm 60,97)	641,8	0,00
		376,3 (\pm 69,39)		
13 Monate 18 Monate	Amplitude in μ V (\pm STD)	3,39 (\pm 3,30)	35,48	0,00
		4,47(\pm 3,16)		
	Latenz in ms (\pm STD)	376,3 (\pm 69,39)	943,49	0,00
		376,0 (\pm 64,4)		

Tabelle 33 Vergleich der Amplitude und Latenz der Mismatchantwort zwischen 4 Wochen und 18 Monaten alten Kindern bei 14 Patienten der Bedingung mit langer Pause im longitudinalen Studiendesign.

Messzeitpunkt 1	Zielvariable	Mittelwerte (\pm STD)	F-Wert	Signifikanz p
Messzeitpunkt 2				
4 Wochen 5 Monate	Amplitude in μ V (\pm STD)	1,34 (\pm 1,88)	19,12	0,00
		3,84 (\pm 4,51)		
	Latenz in ms (\pm STD)	507,5 (\pm 66,3)	1445,9	0,00
		528,0 (\pm 65,0)		
5 Monate 13 Monate	Amplitude in μ V (\pm STD)	3,84 (\pm 4,51)	36,31	0,001
		3,41 (\pm 3,39)		
	Latenz in ms (\pm STD)	528,0 (\pm 65,0)	2366,8	0,00
		498,35 (\pm 60,42)		
13 Monate 18 Monate	Amplitude in μ V (\pm STD)	3,41 (\pm 3,39)	23,65	0,00
		3,56 (\pm 3,69)		
	Latenz in ms (\pm STD)	498,35 (\pm 60,42)	6738,77	0,00
		516,94 (\pm 61,6)		

Tabelle 34 Vergleich der Amplituden und Latenzen der Mismatchantworten der Bedingung mit kurzer Pause im Alter von 4 Wochen und 18 Monaten an der F3, Die Entwicklung der MMP und MMN in den verschiedenen Altersklassen wurde untersucht.

Messzeitpunkt 1	Zielvariable	Mittelwerte (\pm STD)	F-Wert	Signifikanz p
Messzeitpunkt 2				
4 Wochen 5 Monate	Amplitude MMP in μ V (\pm STD)	1,28 (\pm 2,46)	17,71	0,00
		3,41 (\pm 3,86)		
	Latenz MMP in ms (\pm STD)	456,08 (\pm 67,76)	114,21	0,00
		353,12 (\pm 69,30)		
5 Monate 13 Monate	Amplitude MMP in μ V (\pm STD)	3,41 (\pm 3,86)	2,16	0,14
		4,17 (\pm 3,00)		
	Latenz MMP in ms (\pm STD)	353,12 (\pm 69,30)	9,75	0,002
		384,80 (\pm 60,30)		
13 Monate 18 Monate	Amplitude MMP in μ V (\pm STD)	4,17 (\pm 3,00)	1,68	0,19
		3,45 (\pm 2,70)		
	Amplitude MMN in μ V (\pm STD)	-3,30 (\pm 2,78)	0,03	0,86
		-3,25 (\pm 2,68)		
	Latenz MMP in ms (\pm STD)	384,80 (\pm 60,30)	2,65	0,11
		403,54 (\pm 54,15)		
	Latenz MMN in ms (\pm STD)	558,60 (\pm 64,75)	0,009	0,92
		560,54 (\pm 59,52)		

Tabelle 35 Vergleich der Amplituden und Latenzen der Mismatchantworten der Bedingung mit langer Pause von 4 Wochen und 18 Monaten an der Elektrode F3. Die Entwicklung der MMP und MMN in den verschiedenen Altersklassen wurde untersucht.

Messzeitpunkt 1	Zielvariable	Mittelwerte (\pm STD)	F-Wert	Signifikanz p
Messzeitpunkt 2				
4 Wochen 5 Monate	Amplitude MMP in μV (\pm STD)	2,09 (\pm 2,02)	27,73	0,00
		4,30 (\pm 4,32)		
	Latenz MMP in ms (\pm STD)	502,82 (\pm 67,30)	0,97	0,33
		511,15 (\pm 64,00)		
5 Monate 13 Monate	Amplitude MMP in μV (\pm STD)	4,30 (\pm 4,32)	0,52	0,47
		4,14 (\pm 3,05)		
	Amplitude MMN in μV (\pm STD)	-3,83 (\pm 5,26)	2,05	0,13
		-3,50 (\pm 2,26)		
	Latenz MMP in ms (\pm STD)	511,15 (\pm 64,00)	0,44	0,51
		506,21 (\pm 44,46)		
Latenz MMN in ms (\pm STD)	702,58 (\pm 63,99)	0,03	0,86	
	506,21 (\pm 44,46)			
13 Monate 18 Monate	Amplitude MMP in μV (\pm STD)	4,14 (\pm 3,05)	1,66	0,20
		3,45 (\pm 2,44)		
	Amplitude MMN in μV (\pm STD)	-3,50 (\pm 2,26)	0,13	0,72
		-3,37 (\pm 2,34)		
	Latenz MMP in ms (\pm STD)	506,21 (\pm 44,46)	2,79	0,09
		520,98 (\pm 47,82)		
	Latenz MMN in ms (\pm STD)	558,60 (\pm 64,75)	0,009	0,92
		560,54 (\pm 59,52)		

Tabelle 36 Beschreibung der Amplitude und Latenz (\pm STD) der Mismatch–Antworten (MMP und MMN) an allen Elektroden bei 13 Monate

Komponente	Elektrode	Doppelsilben mit kurzer Pause Mittelwert (\pm STD)		Doppelsilben mit langer Pause Mittelwerte (\pm STD)	
		Amplitude in μ V	Latenz in ms	Amplitude in μ V	Latenz in ms
MMP	F3	4.17(2.99)	384,79 (60,30)	4.14 (3.05)	506,21 (44,46)
	F4	4.43 (2.96)	389,47 (53,26)	4.43 (3.10)	506,36 (49,84)
	C3	3.97 (2.92)	386,51 (55,94)	4.45 (3.15)	501,64 (43,56)
	C4	4.11 (2.99)	380,66 (60,08)	4.14 (3.06)	504,21 (52,43)
	P3	3.86 (3.09)	396,98 (66,76)	3.67 (3.24)	498,50 (55,72)
	P4	3.25 (3.03)	386,73 (65,04)	3.52 (2.50)	504,57 (56,62)
MMN	F3	-3.30 (2.78)	558,56 (64,75)	-3.50 (2.26)	702,57 (62,82)
	F4	-3.09 (3.01)	565,31 (61,24)	-3.66 (2.43)	704,07 (64,06)
	C3	-3.61 (2.92)	551,53 (61,89)	-3.37 (2.14)	697,82 (63,04)
	C4	-2.99 (2.86)	574,69 (67,71)	-3.40 (2.22)	702,36 (68,55)
	P3	-2.94 (2.41)	561,15 (65,03)	-2.75 (2.11)	689,14 (61,22)
	P4	-2.90 (2.60)	555,41 (65,32)	-2.97 (2.18)	697,21 (66,70)

Tabelle 37 Beschreibung der Amplitude und Latenz (\pm STD) der Mismatch–Antworten (MMP und MMN) an allen Elektroden bei 18 Monate

Komponente	Elektrode	Doppelsilben mit kurzer Pause Mittelwert (\pm STD)		Doppelsilben mit langer Pause Mittelwerte (\pm STD)	
		Amplitude in μ V	Latenz im ms	Amplitude in μ V	Latenz in ms
MMP	F3	3.45 (2.70)	403,54 (54,15)	3.45 (2.44)	520,98 (47,82)
	F4	3.30 (3.16)	392,15 (64,29)	3.74 (2.85)	512,74 (51,24)
	C3	3.59 (3.06)	399,85 (60,63)	3.36 (2.19)	506,89 (46,66)
	C4	3.54 (2.89)	399,92 (51,04)	3.63 (2.55)	514,22 (48,84)
	P3	3.35 (2.61)	388,69 (62,14)	3.15 (2.24)	504,74 (58,84)
	P4	3.05 (2.91)	388,85 (60,34)	2.83 (2.15)	496,74 (61,97)
MMN	F3	-3.25 (2.68)	560,54 (59,52)	-3.37 (2.34)	699,85 (62,29)
	F4	-3.37 (2.36)	554,23 (57,32)	-3.51 (2.77)	683,56 (63,90)
	C3	-3.24 (2.53)	566,27 (55,95)	-3.63 (2.49)	691,26 (61,06)
	C4	-3.02 (2.31)	550,46 (57,24)	-3.29 (2.63)	689,11 (62,01)
	P3	-2.46 (2.08)	551,15 (61,01)	-2.77 (2.08)	683,78 (67,71)
	P4	-2.37 (2.48)	543,77 (62,46)	-2.64 (2.15)	695,70 (71,03)

Tabelle 38 Darstellung der Mismatch Unterschiede zwischen der Bedingung mit kurzer und langer Pause bei 13 und 18 Monate alten Kindern

Alter	Zielvariable	Mittelwerte (\pm STD) der Bedingung mit kurzer Pause	F–Wert	Signifikanz p
		Mittelwerte (\pm STD) der Bedingung mit langer Pause		
13 Monate	Amplitude MMP in μ V (\pm STD)	4,17 (\pm 3,07)	0,003	0,96
		4,13 (\pm 3,05)		
	Latenz MMP in ms (\pm STD)	386,1 (\pm 57,61)	154,45	0,00
		506,2 (\pm 44,46)		
	Amplitude MMN in μ V (\pm STD)	-3,45 9 (\pm 2,76)	0,026	0,87
		-3,53 (\pm 2,28)		
Latenz MMN in ms (\pm STD)	559,86 (\pm 63,57)	142,31	0,00	
	700,73 (\pm 61,85)			
18 Monate	Amplitude MMP in μ V (\pm STD)	3,45 (\pm 2,70)	0,00	0,99
		3,45 (\pm 2,44)		
	Latenz MMP in ms (\pm STD)	403,54 (\pm 54,15)	138,91	0,00
		520,98 (\pm 47,82)		
	Amplitude MMN in μ V (\pm STD)	-3,36 (\pm 2,57)	0,00	0,99
		-3,37 (\pm 2,34)		
Latenz MMN in ms (\pm STD)	561,02 (\pm 60,00)	135,02	0,00	
	699,85 (\pm 62,29)			

Mein Lebenslauf wird aus Datenschutzgründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht mit veröffentlicht.

Publikation

Kruck S., Nubel K., Hahnemann N., Berkau A., Gross M. (2004). Segregation of syllables during the first year of life. Deutsche Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie. 21. Wissenschaftliche Jahrestagung der DGPP. Freiburg/Breisgau, 10.-12.09.2004. Düsseldorf, Köln: German Medical Science; 2004. The electronic version of this article is the complete one and can be found online at: <http://www.egms.de/en/meetings/dgpp2004/04dgpp64.shtml>

Erklärung

„Ich, Antje Berkau, erkläre, dass ich die vorgelegte Dissertationsschrift mit dem Thema: Untersuchung der auditiven Verarbeitung von zweisilbigen Phonemreizen mittels ereigniskorrelierter Potenziale bei Kleinkindern im Alter von 13 und 18 Monaten selbst verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt, ohne die (unzulässige) Hilfe Dritter verfasst und auch in Teilen keine Kopien anderer Arbeiten dargestellt habe.“

Antje Berkau

Lübeck den 22.09.07

Danksagung

Ich möchte mich an dieser Stelle bei all denen bedanken, die zur Entstehung der Arbeit beigetragen haben. Insbesondere möchte ich mich bei Herrn Professor Dr. M. Gross für die gute Betreuung und die Möglichkeit, meine Dissertation in seiner Arbeitsgruppe anzufertigen, bedanken. Ebenso möchte ich mich bei Herrn Dr. Karsten Nubel für die Betreuung innerhalb der Arbeitsgruppe bedanken. Ein ganz besonderer Dank gilt Frau Stefanie Kruck für ihre andauernde Hilfe, ihre stetige Ansprechbarkeit und ihre vielfältigen positiven Impulse.

Außerdem möchte ich mich bei dem gesamten Mitarbeiterteam der Klinik für Audiologie und Phoniatrie der Charité–Universitätsmedizin Berlin, sowie den Mitarbeitern der Forschergruppe „Frühkindliche Sprachentwicklung und spezifische Sprachentwicklungsstörung“, insbesondere bei Conny Ziem, Nadja Hahnemann, Daniel Quandt für ihre Unterstützung und die vielen Anregungen bedanken.

Besonderer Dank gilt Frau C. Rügen für ihre Hilfe bei der Datenerhebung und der fachkundigen und geduldigen Einweisung in die EEG-Ableitung. Nicht zuletzt möchte ich allen an dieser Studie beteiligten Kindern und Eltern herzlich für ihr Engagement und ihre Geduld bei der Datenerhebung danken.

Am meisten aber möchte ich mich bei meiner Familie sowie meinen Freunden/-innen bedanken, die mich in den vergangenen Jahren liebevoll und stetig unterstützt haben. Im Besonderen gilt mein Dank meinem geliebten Freund Kirill Koulechov, der mir in allen Phasen der Arbeit durch seine Motivation und Geduld zur Seite stand.

Antje Berkau