

6. Empfehlung zu EEG-Ableitprogrammen

Die folgenden EEG-Ableitprogramme (Montagen) sind als Grundlage für die EEG-Registrierung in Klinik und Praxis zu verstehen. Im klinischen Alltag ist eine Vielfalt unterschiedlicher EEG-Montagen gebräuchlich. Viele dieser Montagen sind nicht geeignet, das EEG angemessen darzustellen. Darüber hinaus erschwert die Fülle der verschiedenen Montagen die Kommunikation zwischen EEG-Auswertenden. Die folgenden Empfehlungen sind als Mindestanforderung anzusehen. Je nach Fragestellung können zusätzliche Montagen ergänzt werden.

Montagen für Sondersituationen, wie für die Feststellung des irreversiblen Hirnfunktionsausfalls, sind dort geregelt.

Moderne EEG-Geräte registrieren in digitaler Form. Dies bedeutet, dass das EEG von allen Elektroden des 10/20-Systems simultan aufgezeichnet wird. So ist gewährleistet, dass alle im Verstärkereingang geschalteten Elektroden für nachfolgende Umschaltungen (Reformatierungen) in andere EEG-Montagen zur Verfügung stehen. EEG-Montagen, die zur Auswertung des EEG benutzt werden, sollen bipolare, wie z.B. Längsreihen (siehe unten), sowie Referenzableitungen, wie z.B. die CZ-Montage (siehe unten), beinhalten.

Die Ableitprogramme basieren auf dem internationalen 10/20- bzw. 10/10-System zur Elektrodenplatzierung (Klem et al., 1999). Die Terminologie folgt der Empfehlung der Internationalen Föderation der Gesellschaften für Klinische Neurophysiologie (Noachtar et al., 1999; Noachtar et al., 2004). In den letzten Jahren haben sich neben diesen Standard-Ableitungen temporale Zusatzelektroden etabliert, die sich in der Differentialdiagnose v.a. bei Epilepsie bewährt haben (T1, T2 auch: T1/T2; Fera-vich und Keller 2013). Die hier vorgeschlagenen EEG-Montagen beinhalten 18 bis 23 Kanäle. Die vorgeschlagenen Montagen beziehen sich nicht auf EEG-Ableitungen zur Bestimmung des irreversiblen Hirnfunktionsausfalls, neonatale EEG Ableitungen oder Schlafpolygraphien.

Montagen können nach Bedarf der Einrichtung erstellt werden, sollen sich aber nach den untenstehenden Kriterien richten. Typischerweise sollten die nachfolgenden Montagen genutzt werden.

Kriterien der EEG-Montagen

- die EEG-Montagen sind bipolar und referenziell anzulegen.
- Die möglichen Befunde müssen in mindestens zwei verschiedenen Montagen, d.h. bipolar und referenziell, begutachtet werden.
- Die Elektroden des 10/20-Systems werden simultan aufgezeichnet.
- Die Elektrodenbezeichnung und -verschaltung sollte für jeden Kanal eindeutig auf dem Display und den Ausdrucken gekennzeichnet sein.
- Die EEG-Montagen umfassen mindestens 18 Kanäle.
- Eine Average-Montage kann benutzt werden, wenn dem Auswertenden bewusst ist, dass dies nicht einer physikalischen Referenz entspricht. Es werden typischerweise alle Elektroden bis auf die T1/T2, A1/A2 und FP1/FP2/FPZ verwendet.
- Die Ableitungen sollen entsprechend den internationalen Empfehlungen rechts über links angeordnet werden.
- Anteriore Elektroden sollen über posterioren Elektroden dargestellt werden.
- Es werden jeweils mehrere alternative Montagen aufgeführt.
- Die Montagen werden in Blöcken dargestellt, die Hirnregionen zugeordnet sind. Die homologen Ableitungen können in referenziellen Montagen jeweils übereinander dargestellt werden, um den Seitenvergleich zu erleichtern. Bei seitenalternierender Schaltung bipolarer Montagen muss beachtet

werden, dass Potenzialphasenumkehr über mehrere nebeneinander liegende EEG-Kanäle hinweg auftritt.

- Die Elektrodenverschaltung sollte einfachen elektrischen Prinzipien folgen und übersichtlich bleiben. Gleiche Elektrodenabstände sollten eingehalten werden (Ausnahme: Referenzableitung zum gegenseitigen Ohr/Mastoid). Die bipolaren Ableitungen sollten in „geraden“ Reihen erfolgen (Ausnahme: Einschluss anterior temporaler Elektroden T2 (T2) und T1 (T1) in bipolare Längsreihen).
- Wenn Zusatzelektroden eingesetzt werden, sind Modifikationen der EEG-Montagen erforderlich (s. u.).
- Das EKG soll während der gesamten Ableitung aufgezeichnet werden.
- Das EOG (Elektrookulogramm) und EMG (Elektromyogramm) kann optional abgeleitet werden.

Vorschläge zu EEG Montagen

Die Elektroden T3, T5 und T4, T6 entsprechen den Elektroden T7, P7 und T8, P8 (Klem et al., 1999). Die Elektroden T2 (T2) und T1 (T1) entsprechen den anterior temporalen Elektroden des 10/10-Elektrodensystems (Klem et al., 1999, Feravich & Klem 2013). Zum besseren Verständnis sind die wesentlichen Änderungen der Montagen benannt und dann ggfs. im Montagebild unterstrichen.

Bipolare Längsreihen					
1 (typische Längsreihe)	2 (Mittelreihe vorgezogen)	3 (parasagittal vor temporal)	4 (Mittelreihe vorgezogen)	5 (Einschluss T1/T2)	6 (transhemi- sphärische Ka- näle)
1. FP2-F8	1. FP2-F8	1. FP2-F4	1. FP2-F4	1. FP2-F8	1. FP2-F8
2. F8-T4	2. F8-T4	2. F4-C4	2. F4-C4	<u>2. F8-T2</u>	2. F8-T2
3. T4-T6	3. T4-T6	3. C4-P4	3. C4-P4	<u>3. T2-T4</u>	3. T2-T4
4. T6-O2	4. T6-O2	4. P4-O2	4. P4-O2	4. T4-T6	4. T4-T6
5. FP1-F7	5. FP1-F7	5. FP1-F3	5. FP1-F3	5. T6-O2	5. T6-O2
6. F7-T3	6. F7-T3	6. F3-C3	6. F3-C3	6. FP1-F7	6. FP1-F7
7. T3-T5	7. T3-T5	7. C3-P3	7. C3-P3	<u>7. F7-T1</u>	7. F7-T1
8. P7-O1	8. P7-O1	8. P3-O1	8. P3-O1	<u>8. T1-T3</u>	8. T1-T3
9. FP2-F4	<u>9. FZ-CZ</u>	9. FP2-F8	<u>9. FZ-CZ</u>	9. T3-T5	9. T3-T5
10. F4-C4	<u>10. CZ-PZ</u>	10. F8-T4	<u>10. CZ-PZ</u>	10. T5-O1	10. T5-O1
11. C4-P4	11. FP2-F4	11. T4-T6	11. FP2-F8	11. FP2-F4	<u>11. T2-T1*</u>
12. P4-O2	12. F4-C4	12. T6-O2	12. F8-T4	12. F4-C4	<u>12. A2-A1*</u>
13. FP1-F3	13. C4-P4	13. FP1-F7	13. T4-T6	13. C4-P4	13. FP2-F4
14. F3-C3	14. P4-O2	14. F7-T3	14. T6-O2	14. P4-O2	14. F4-C4
15. C3-P3	15. FP1-F3	15. T3-T5	15. FP1-F7	15. FP1-F3	15. C4-P4
16. P3-O1	16. F3-C3	16. P7-O1	16. F7-T3	16. F3-C3	16. P4-O2
17. FZ-CZ	17. C3-P3	17. FZ-CZ	17. T3-T5	17. C3-P3	17. FP1-F3
18. CZ-PZ	18. P3-O1	18. CZ-PZ	18. P7-O1	18. P3-O1	18. F3-C3
19. EKG	19. EKG	19. EKG	19. EKG	19. FZ-CZ	19. C3-P3
				20. CZ-PZ	20. P3-O1
				21. EKG	21. EKG

*Die transhemisphärischen Ableitungen T2-T1 sowie A2-A1 stellen flache Potenzialgradienten wie z.B. 14 & 6 positive Spikes gut dar, bzw. helfen in der Lateralisierung mancher mesial temporal gelegener Potenziale.



Bipolare Querreihen		
1 (typische Querreihe)	2 (FP1/2 und O1/2 gegen Ohr)	3 (Einschluss T1/T2)
1. F8-FP2 2. FP2-FP1 3. FP1-F7 4. F8-F4 5. F4-FZ 6. FZ-F3 7. F3-F7 8. A2-T4 9. T4-C4 10. C4-CZ 11. CZ-C3 12. C3-T3 13. T3-A1 14. T6-P4 15. P4-PZ 16. PZ-P3 17. P3-T5 18. T6-O2 19. O2-O1 20. O1-T5 21. EKG	1. F8-F4 2. F4-FZ 3. FZ-F3 4. F3-F7 5. A2-T4 6. T4-C4 7. C4-CZ 8. CZ-C3 9. C3-T3 10. T3-A1 11. T6-P4 12. P4-PZ 13. PZ-P3 14. P3-T5 15. T4-T6 16. T6-O2 17. FP2-A2 18. FP1-A1 19. O2-A2 20. O1-A1 21. EKG	1. FP2-FP1 2. F8-F4 3. F4-FZ 4. FZ-F3 5. F3-F7 6. T2-T4 7. T4-C4 8. C4-Cz 9. CZ-C3 10. C3-T3 11. T3-T1 12. T1-T2 13. T6-P4 14. P4-PZ 15. PZ-P3 16. P3-T5 17. T6-O2 18. O2-O1 19. O1-T5 20. EKG

Ohrreferenzen					
1 (typische Ohrreferenz)	2 (Parasagittal vor temporal)	3 (alternierend, temporal vor parasagittal)	4 (alternierend, parasagittal vor temporal)	5 (Gegen A2)	6 (Gegen A1)
1. FP2-A2 2. F8-A2 3. T4-A2 4. T6-A2 5. FP1-A1 6. F7-A1 7. T3-A1 8. T5-A1 9. F4-A2 10. C4-A2 11. P4-A2 12. O2-A2 13. F3-A1 14. C3-A1 15. P3-A1 16. O1-A1 17. FZ-A2 18. CZ-A1 19. PZ-A2 20. EKG	1. FP2-A2 2. F4-A2 3. C4-A2 4. P4-A2 5. FP1-A1 6. F3-A1 7. C3-A1 8. P3-A1 9. F8-A2 10. T4-A2 11. T6-A2 12. O2-A2 13. F7-A1 14. T3-A1 15. T5-A1 16. O1-A1 17. FZ-A2 18. CZ-A1 19. PZ-A2 20. EKG	1. FP2-A2 2. FP1-A1 3. F8-A2 4. F7-A1 5. T4-A2 6. T3-A1 7. T6-A2 8. T5-A1 9. F4-A2 10. F3-A1 11. C4-A2 12. C3-A1 13. P4-A2 14. P3-A1 15. O2-A2 16. O1-A1 17. FZ-A2 18. CZ-A1 19. PZ-A2 20. EKG	1. FP2-A2 2. FP1-A1 3. F4-A2 4. F3-A1 5. C4-A2 6. C3-A1 7. P4-A2 8. P3-A1 9. F8-A2 10. F7-A1 11. T4-A2 12. T3-A1 13. T6-A2 14. T5-A1 15. O2-A2 16. O1-A1 17. FZ-A2 18. CZ-A1 19. PZ-A2 20. EKG	1. FP2-A2 2. F8-A2 3. T4-A2 4. T6-A2 5. FP1-A2 6. F7-A2 7. T3-A2 8. T5-A2 9. F4-A2 10. C4-A2 11. P4-A2 12. O2-A2 13. F3-A2 14. C3-A2 15. P3-A2 16. O1-A2 17. FZ-A2 18. CZ-A2 19. PZ-A2 20. EKG	1. FP2-A1 2. F8-A1 3. T4-A1 4. T6-A1 5. FP1-A1 6. F7-A1 7. T3-A1 8. T5-A1 9. F4-A1 10. C4-A1 11. P4-A1 12. O2-A1 13. F3-A1 14. C3-A1 15. P3-A1 16. O1-A1 17. FZ-A1 18. CZ-A1 19. PZ-A1 20. EKG

Statt A2 bzw. A1 können auch die Mastoidelektroden TP10 bzw. TP9 oder die posterior temporalen Elektroden T6 und T5 verwendet werden. Bei den Ableitungen zu einem Ohr muss beachtet werden, dass z. T. sehr unterschiedliche Elektrodenabstände auftreten.

Vertexreferenzen					
1 (typische Ver- texreferenz)	2 (Parasagittal vor temporal)	1 (Einschluss T1/T2)	3 (alternierend, temporal vor pa- rasagittal)	4 (alternierend, pa- rasagittal vor temporal)	5 (alternierend, Mittellinie vor- gezogen)
1. FP2-CZ	1. FP2-CZ	1. FP2-CZ	1. FP2-CZ	1. FP2-CZ	1. FP2-CZ
2. F8-CZ	2. F4-CZ	2. F8-CZ	2. FP1-CZ	2. FP1-CZ	2. FP1-CZ
3. T4-CZ	3. C4-CZ	3. <u>T2-CZ</u>	3. F8-CZ	3. F4-CZ	3. F8-CZ
4. T6-CZ	4. P4-CZ	4. T4-CZ	4. F7-CZ	4. F3-CZ	4. F7-CZ
5. FP1-Cz	5. FP1-Cz	5. T6-CZ	5. T4-CZ	5. C4-CZ	5. T4-CZ
6. F7-CZ	6. F3-CZ	6. FP1-Cz	6. T3-CZ	6. C3-CZ	6. T3-CZ
7. T3-CZ	7. C3-CZ	7. F7-CZ	7. T6-CZ	7. P4-CZ	7. T6-CZ
8. T5-CZ	8. P3-CZ	8. <u>T1-CZ</u>	8. T5-CZ	8. P3-CZ	8. T5-CZ
9. F4-CZ	9. F8-CZ	9. T3-CZ	9. F4-CZ	9. F8-CZ	9. <u>FZ-CZ</u>
10. C4-CZ	10. T4-CZ	10. T5-CZ	10. F3-CZ	10. F7-CZ	10. <u>PZ-Cz</u>
11. P4-CZ	11. T6-CZ	11. F4-CZ	11. C4-CZ	11. T4-CZ	11. F4-CZ
12. O2-CZ	12. O2-CZ	12. C4-CZ	12. C3-CZ	12. T3-CZ	12. F3-CZ
13. F3-CZ	13. F7-CZ	13. P4-CZ	13. P4-CZ	13. T6-CZ	13. C4-CZ
14. C3-CZ	14. T3-CZ	14. O2-CZ	14. P3-CZ	14. T5-CZ	14. C3-CZ
15. P3-CZ	15. T5-CZ	15. F3-CZ	15. O2-CZ	15. O2-CZ	15. P4-CZ
16. O1-CZ	16. O1-CZ	16. C3-CZ	16. O1-CZ	16. O1-CZ	16. P3-CZ
17. FZ-CZ	17. FZ-CZ	17. P3-CZ	17. FZ-CZ	17. FZ-CZ	17. O2-CZ
18. PZ-CZ	18. PZ-CZ	18. O1-CZ	18. PZ-Cz	18. PZ-Cz	18. O1-CZ
19. EKG	19. EKG	19. FZ-CZ	19. EKG	19. EKG	19. EKG
		20. PZ-CZ			
		21. EKG			

Oktober 2024 (überarbeitete Fassung)

Die Mitglieder der Kommission Elektroenzephalografie der DGKN e.V.

Jan Rémi (V), Thomas Bast, Hajo Hamer, Soheyl Noachtar, Oliver Pogarell, Rainer Surges, Frithjof Tergau, Regina Trollmann, Yvonne Weber