

## 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-Auswertern. Die folgenden Empfehlungen sind als Mindestanforderung anzusehen. Je nach Fragestellung können selbstverständlich zusätzliche Montagen ergänzt werden.

Moderne EEG-Geräte registrieren in digitaler Form. Dies bedeutet, dass das EEG von allen Elektroden des 10/20-Systems ( $n=21$ ) simultan in einer referenziellen Ableitung aufgezeichnet wird. So ist gewährleistet, dass alle im Verstärkereingang 1 geschalteten Elektroden für nachfolgende Umschaltungen (Reformatierungen) in andere EEG-Montagen zur Verfügung stehen. Diese EEG-Montagen, die zur Auswertung des EEG benutzt werden, sollen bipolare Längs- und Querreihen sowie Referenzableitungen beinhalten. Als Referenzelektroden eignen sich typischerweise Vertex- (CZ, PZ) oder Ohrelektroden (A2, A1).

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).

EEG-Geräte mit digitaler Technik unterliegen nicht den früher üblichen Beschränkungen der Verstärkerkanalanzahl. Da alle EEG-Elektroden des 10/20-Systems simultan abgeleitet werden, ermöglichen sie auch zu jedem Zeitpunkt durch Auswahl geeigneter Montagen die Potenzialdarstellung aller Elektroden. Die hier vorgeschlagenen EEG-Montagen beinhalten 18 bis 22 Kanäle.

Die Möglichkeit zur nachträglichen Reformatierung des EEG in beliebig verschiedene EEG-Montagen schränkt die Bedeutung früher üblicher Mittelwertreferenzableitungen deutlich ein. Die sog. Quellenableitungen sollten bei analogen Geräten die Vorteile referenzieller und bipolarer Montagen kombinieren. Die Mittelwertberechnungen sind bei den verschiedenen Geräten z. T. sehr unterschiedlich. Vor dem Hintergrund digitaler Reformatierungsmöglichkeiten sind Mittelwertreferenzmontagen bei digitalen EEG-Geräten entbehrlich.

Die vorgeschlagenen Montagen beziehen sich nicht auf EEG-Ableitungen zur Bestimmung des Hirntods, neonatale EEG-Ableitungen oder Schlafpolygraphien.

## Kriterien der EEG-Montagen

- Die EEG-Montagen sind bipolar (longitudinal und transversal) und referenziell.
- Die 21 Elektroden des 10/20-Systems werden simultan referenziell 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.
- Die Ableitungen sollen entsprechend den internationalen Empfehlungen rechts über links angeordnet werden.
- Anteriore Elektroden sollen über posteriore 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 FT10 (T2) und FT9 (T1) in bipolare Längsreihen).
- Wenn Zusatzelektroden (anterior-temporale Elektroden FT10 (T2), FT9 (T1), Sphenoidalelektroden (SP2/SP1) benutzt werden, sind Modifikationen der EEG-Montagen erforderlich (s. u.).
- Das EKG soll während der gesamten Ableitung aufgezeichnet werden.
- EOG kann optional abgeleitet werden.

## Vorschläge zu EEG Montagen

Längsreihen					
1	2	3	4	5	6
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	2. F8-FT10	2. F8-FT10
3. T4-T6	3. T4-T6	3. C4-P4	3. C4-P4	3. FT10-T4	3. FT10-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	7. F7- FT9	7. F7- FT9
8. P7-O1	8. P7-O1	8. P3-O1	8. P3-O1	8. FT9-T3	8. FT9-T3
9. FP2-F4	9. FZ-CZ	9. FP2-F8	9. FZ-CZ	9. T3-T5	9. T3-T5
10. F4-C4	10. CZ-PZ	10. F8-T4	10. CZ-PZ	10. T5-O1	10. T5-O1
11. C4-P4	11. FP2-F4	11. T4-T6	11. FP2-F8	11. FZ-CZ	11. FT10-FT9*
12. P4-O2	12. F4-C4	12. T6-O2	12. F8-T4	12. CZ-PZ	12. A2-A1*
13. FP1-F3	13. C4-P4	13. FP1-F7	13. T4-T6	13. FP2-F4	13. FP2-F4
14. F3-C3	14. P4-O2	14. F7-T3	14. T6-O2	14. F4-C4	14. F4-C4
15. C3-P3	15. FP1-F3	15. T3-T5	15. FP1-F7	15. C4-P4	15. C4-P4
16. P3-O1	16. F3-C3	16. P7-O1	16. F7-T3	16. P4-O2	16. P4-O2
17. FZ-CZ	17. C3-P3	17. FZ-CZ	17. T3-T5	17. FP1-F3	17. FP1-F3
18. CZ-PZ	18. P3-O1	18. CZ-PZ	18. P7-O1	18. F3-C3	18. F3-C3
19. EKG	19. EKG	19. EKG	19. EKG	19. C3-P3	19. C3-P3
				20. P3-O1	20. P3-O1
				21. EKG	21. EKG

Die Elektroden T3, T5 und T4, T6 entsprechen neueren Empfehlungen folgend den Elektroden T7, P7 und T8, P8 (Klem et al., 1999). Die Elektroden FT10 (T2) und FT9 (T1) entsprechen den anterior temporalen Elektroden des 10/10-Elektrodensystems (Klem et al., 1999).

\*Die transhemisphärischen Ableitungen FT10-FT9 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.

Querreihen					
1	2	3	4*	5	6*
1. F8-FP2	1. F8-F4	1. F8-FP2	1. FZ-F4	1. F8-F4	1. FP2-FP1
2. FP2-FP1	2. F4-FZ	2. FP2-FP1	2. F4-F8	2. F4-FZ	2. F8-F4
3. FP1-F7	3. FZ-F3	3. FP1-F7	3. F8-Fp2	3. FZ-F3	3. F4-FZ
4. F8-F4	4. F3-F7	4. F8-F4	4. Fp2-Fp1	4. F3-F7	4. FZ-F3
5. F4-FZ	5. A2-T4	5. F4-FZ	5. Fp1-F7	5. A2-T4	5. F3-F7
6. FZ-F3	6. T4-C4	6. FZ-F3	6. F7-F3	6. T4-C4	6. FT10-T4
7. F3-F7	7. C4-CZ	7. F3-F7	7. F3-FZ	7. C4-CZ	7. T4-C4
8. A2-T4	8. CZ-C3	8. A2-T4	8. CZ-C4	8. CZ-C3	8. C4-Cz
9. T4-C4	9. C3-T3	9. T4-C4	9. C4-T4	9. C3-T3	9. CZ-C3
10. C4-CZ	10. T3-A1	10. C4-CZ	10. T4-A2	10. T3-A1	10. C3-T3
11. CZ-C3	11. T6-P4	11. CZ-C3	11. A2-A1	11. T6-P4	11. T3-FT9
12. C3-T3	12. P4-PZ	12. C3-T3	12. A1-T3	12. P4-PZ	12. FT9-FT10
13. T3-A1	13. PZ-P3	13. T3-A1	13. T3-C3	13. PZ-P3	13. T6-P4
14. T6-P4	14. P3-T5	14. T6-P4	14. C3-CZ	14. P3-T5	14. P4-PZ
15. P4-PZ	15. T6-O2	15. P4-PZ	15. Pz-P4	15. T4-T6	15. PZ-P3
16. PZ-P3	16. O2-O1	16. PZ-P3	16. P4-T6	16. T6-O2	16. P3-T5
17. P3-T5	17. O1-T5	17. P3-T5	17. T6-O2	17. FP2-A2	17. T6-O2
18. T6-O2	18. EKG	18. EKG	18. O2-O1	18. FP1-A1	18. O2-O1
19. O2-O1			19. O1-T5	19. O2-A2	19. O1-T5
20. O1-T5			20. T5-P3	20. O1-A1	20. EKG
21. EKG			21. P3-PZ	21. EKG	
			22. EKG		

\*Zirkuläre Montagen helfen in der Lateralisierung mancher mesial gelegener temporaler Potenziale. Die Kombination referenzieller und bipolarer Ableitungen kann sinnvoll sein.

Ohrreferenzen					
1	2	3	4	5	6
1. FP2-A2	1. FP2-A2	1. FP2-A2	1. FP2-A2	1. FP2-A2	1. FP2-A1
2. F8-A2	2. F4-A2	2. FP1-A1	2. FP1-A1	2. F8-A2	2. F8-A1
3. T4-A2	3. C4-A2	3. F8-A2	3. F4-A2	3. T4-A2	3. T4-A1
4. T6-A2	4. P4-A2	4. F7-A1	4. F3-A1	4. T6-A2	4. T6-A1
5. FP1-A1	5. FP1-A1	5. T4-A2	5. C4-A2	5. FP1-A2	5. FP1-A1
6. F7-A1	6. F3-A1	6. T3-A1	6. C3-A1	6. F7-A2	6. F7-A1
7. T3-A1	7. C3-A1	7. T6-A2	7. P4-A2	7. T3-A2	7. T3-A1
8. T5-A1	8. P3-A1	8. T5-A1	8. P3-A1	8. T5-A2	8. T5-A1
9. F4-A2	9. F8-A2	9. F4-A2	9. F8-A2	9. F4-A2	9. F4-A1
10. C4-A2	10. T4-A2	10. F3-A1	10. F7-A1	10. C4-A2	10. C4-A1
11. P4-A2	11. T6-A2	11. C4-A2	11. T4-A2	11. P4-A2	11. P4-A1
12. O2-A2	12. O2-A2	12. C3-A1	12. T3-A1	12. O2-A2	12. O2-A1
13. F3-A1	13. F7-A1	13. P4-A2	13. T6-A2	13. F3-A2	13. F3-A1
14. C3-A1	14. T3-A1	14. P3-A1	14. T5-A1	14. C3-A2	14. C3-A1
15. P3-A1	15. T5-A1	15. O2-A2	15. O2-A2	15. P3-A2	15. P3-A1
16. O1-A1	16. O1-A1	16. O1-A1	16. O1-A1	16. O1-A2	16. O1-A1
17. FZ-A2	17. FZ-A2	17. FZ-A2	17. FZ-A2	17. FZ-A2	17. FZ-A1
18. CZ-A1	18. CZ-A1	18. CZ-A1	18. CZ-A1	18. CZ-A2	18. CZ-A1
19. PZ-A2	19. PZ-A2	19. PZ-A2	19. PZ-A2	19. PZ-A2	19. PZ-A1
20. EKG	20. EKG	20. EKG	20. EKG	20. EKG	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	2	3	4	5	6
1. FP2-CZ	1. FP2-CZ	1. FP2-CZ	1. FP2-CZ	1. FP2-CZ	1. FP2-CZ
2. FP1-CZ	2. FP1-CZ	2. FP1-CZ	2. FP1-CZ	2. F8-CZ	2. F4-CZ
3. F8-CZ	3. F4-CZ	3. F8-CZ	3. F4-CZ	3. T4-CZ	3. C4-CZ
4. F7-CZ	4. F3-CZ	4. F7-CZ	4. F3-CZ	4. T6-CZ	4. P4-CZ
5. T4-CZ	5. C4-CZ	5. T4-CZ	5. C4-CZ	5. FP1-Cz	5. FP1-Cz
6. T3-CZ	6. C3-CZ	6. T3-CZ	6. C3-CZ	6. F7-CZ	6. F3-CZ
7. T6-CZ	7. P4-CZ	7. T6-CZ	7. P4-CZ	7. T3-CZ	7. C3-CZ
8. T5-CZ	8. P3-CZ	8. T5-CZ	8. P3-CZ	8. T5-CZ	8. P3-CZ
9. F4-CZ	9. F8-CZ	9. FZ-CZ	9. FZ-CZ	9. F4-CZ	9. F8-CZ
10. F3-CZ	10. F7-CZ	10. PZ-Cz	10. PZ-Cz	10. C4-CZ	10. T4-CZ
11. C4-CZ	11. T4-CZ	11. F4-CZ	11. F8-CZ	11. P4-CZ	11. T6-CZ
12. C3-CZ	12. T3-CZ	12. F3-CZ	12. F7-CZ	12. O2-CZ	12. O2-CZ
13. P4-CZ	13. T6-CZ	13. C4-CZ	13. T4-CZ	13. F3-CZ	13. F7-CZ
14. P3-CZ	14. T5-CZ	14. C3-CZ	14. T3-CZ	14. C3-CZ	14. T3-CZ
15. O2-CZ	15. O2-CZ	15. P4-CZ	15. T6-CZ	15. P3-CZ	15. T5-CZ
16. O1-CZ	16. O1-CZ	16. P3-CZ	16. T5-CZ	16. O1-CZ	16. O1-CZ
17. FZ-CZ	17. FZ-CZ	17. O2-CZ	17. O2-CZ	17. FZ-CZ	17. FZ-CZ
18. PZ-Cz	18. PZ-Cz	18. O1-CZ	18. O1-CZ	18. PZ-CZ	18. PZ-CZ
19. EKG	19. EKG	19. EKG	19. EKG	19. EKG	19. EKG