

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Zielstellung	4
1.2	Aufbau der Arbeit	7
2	Hypovigilanz und Mikroschlaf	8
2.1	Definition von Mikroschlaf und extremer Hypovigilanz	8
2.2	Prinzipielle Untersuchungsansätze	11
2.2.1	Leistungstests	12
2.2.2	Mathematische Modellierung der Vigilanzdynamik	12
2.2.3	Erfassung indirekter Messgrößen	13
2.2.4	Erfassung direkter Messgrößen	13
2.3	Elektrophysiologische Untersuchungsansätze	14
2.3.1	Elektroenzephalogramm (EEG)	15
2.3.2	Das Spontan-EEG während des Einschlafvorgangs	16
2.3.3	EEG und Vigilanztests	18
2.3.4	EEG und Schlafdeprivation	19
2.3.5	EOG und Augenbewegungen	19
2.4	Eigener Untersuchungsansatz	21
2.4.1	Befundung	21
2.4.2	Signalaufzeichnung	23
2.4.3	Laborstudie versus Feldstudie	24
2.5	Studienkonzeption und experimentelle Untersuchungen	24
2.5.1	Konzeption der Studien	24
2.5.2	Experimentelle Ausrüstung und Studienaufbau	26
2.5.3	Studie 1	27
2.5.4	Studie 2	29
2.6	Visuelle Befundung	32
2.6.1	Online-Befundung	32
2.6.2	Offline-Befundung	35
2.6.3	Ergebnisse der Befundung	36
2.7	Zusammenfassung	40
3	Grundlagen	41
3.1	Frequenzbereich	41
3.1.1	Diskrete Spektren	42
3.1.2	Kontinuierliche Spektren	46
3.1.3	Steuerung von Verzerrung und Varianz	48
3.1.4	Multi-Taper-Methode (MTM)	51
3.2	Delay-Vektor-Varianz (DVV)	53
3.2.1	Motivation	53
3.2.2	Einführung	54
3.2.3	Schritt 1: Rekonstruktion des Attraktors	56
3.2.4	Schritt 2: Erfassen von Mengen ähnlicher Zustände	58
3.2.5	Schritt 3: Berechnung der Zielvarianzen	59
3.2.6	Das DVV-Diagramm	60
3.2.7	Testen auf Nichtlinearität	62
3.2.8	FT-Surrogate	63
3.2.9	iAAFT-Surrogate	64
3.2.10	Das DVV-Streudiagramm	65
3.2.11	DVV an realen Daten	66
3.2.12	Zusammenfassung	68
3.3	Die Support-Vektor-Maschine	70
3.3.1	Die Maximum-Margin	70
3.3.2	Die Soft-Margin	72
3.3.3	Nichtlineare Trennung mit Kernfunktionen	73
3.4	Lernende Vektorquantisierung	75
3.4.1	Varianten der Lernenden Vektorquantisierung	75
3.4.2	Familie der LVQ-Methoden	78
3.4.3	ES-OLVQ1-Methode	80

3.5	Validation der Klassifikation	82
3.5.1	Trainingsfehler	83
3.5.2	Hold-Out-Methode	84
3.5.3	Kreuzvalidierung und Leave-One-Out	84
4	Prozessstufen der Mustererkennung	86
4.1	Parameteroptimierung für die Klassifikatoren	86
4.1.1	Minkowski-Metriken für Prototypvektorbasierte Klassifikatoren	87
4.2	Der k-Nächste-Nachbarn-Klassifikator	88
4.2.1	kNN: Einfluss verschiedener Minkowski-Metriken	88
4.2.2	kNN: Anzahl der Nachbarn	89
4.3	Die Lernende Vektorquantisierung	91
4.3.1	LVQ: Einfluss verschiedener Minkowski-Metriken	91
4.3.2	LVQ: Anzahl der Prototypvektoren	92
4.3.3	LVQ: Untersuchungen zur Lernschrittweite	93
4.3.4	LVQ: Untersuchung zur Anzahl der Iterationen	95
4.3.5	LVQ: Validierungsmethoden	95
4.4	Support-Vektor-Maschine	97
4.4.1	SVM: Optimierung der Hyperparameter	97
4.4.2	SVM: Validierungsmethoden	99
4.4.3	SVM: Receiver Operating Characteristic	100
4.5	Auswahl geeigneter Parameter für die Vorverarbeitung	101
4.5.1	ROI: Zeitversatz	102
4.5.2	ROI: Segmentlänge	103
4.6	Merkmalsreduktion	104
4.6.1	Anwendung der Hauptkomponentenanalyse	105
4.6.2	Bandmittelungen der konventionellen EEG-Analyse	106
4.6.3	Äquidistante Bandmittelung	108
4.7	Auswahl geeigneter Parameter der Merkmalsextraktion	110
4.7.1	Methoden der Leistungsdichteschätzung	110
4.7.2	Skalierung der Merkmale	111
4.7.3	Delay-Vektor-Varianz	112
4.8	Zusammenfassung	113
5	Ergebnisse	115
5.1	Optimaler Zeitversatz	115
5.2	Variation der NMSE-Beispiele	117
5.3	Vergleich von Klassifikationsverfahren	119
5.4	Fusion von Merkmalen	122
5.5	Automatische Relevanzdetektion	124
5.6	Probandenvalidierung	126
5.7	Retest-Reliabilität	130
5.8	Fortlaufende Klassifikation	133
5.9	Zusammenfassung	136
6	Zusammenfassung und Ausblick	139
	Anhang A: MSE- und NMSE-Datenbeispiele	143
	Anhang B: Lineare und nichtlineare Zeitreihen	151
	Anhang C: Studienübersicht	154
	Anhang D: Fortlaufende Klassifikation	155
	Anhang E: Software zur Klassifikatoren	157
	Anhang F: Ergänzungen zur Spektralschätzung	158
	Thesen	159
	Abkürzungsverzeichnis	161
	Literaturverzeichnis	163