

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>VORWORT</b> .....	11
<b>EINLEITUNG</b> .....	15
Problemaufriss und Zielstellung .....	15
Aufbau und Methode .....	24
Wissenschaftshistorische Einbettung .....	28
Forschungsstand .....	33
<b>TEIL I: HISTORISCHE PERSPEKTIVE: LEBENDIGE MASCHINEN IM LANGEN 18. JAHRHUNDERT</b> .....	39
1    Der Maschinenmensch im Werk von Julien Offray de La Mettrie ...	40
1.1    Rekurs auf René Descartes .....	40
1.1.1    Die universelle wissenschaftliche Methode .....	40
1.1.2    Descartes' Beschreibung der Körpermaschine .....	42
1.1.3    Über den beseelten Menschen .....	44
1.2    Julien Offray de La Mettrie .....	46
1.2.1    Biographischer Hintergrund .....	46
1.2.2    Systemkritik und Naturvorstellung .....	48
1.2.3    Eine Neuerfassung des Materiebegriffs .....	49
1.2.4    Die Seele als Inbegriff einer komplex organisierten Materie .....	52
1.2.5    Fazit: Metaphorik eines „offenen“ Maschinenbegriffs .....	57
2    Lebenskraftsuche: experimentelle Bewegungsphysiologie und tierische Elektrizität .....	61
2.1    Haller versus La Mettrie .....	61
2.2    Konzeptionen lebendiger Materie .....	65
2.3    Lebenskraft als Ausdruck tierischer Elektrizität .....	67
2.4    Fazit: Maschinentheorien des Lebendigen .....	72
3    Die Bedeutung der Automatenbaukunst des 18. Jahrhunderts .....	74
3.1    Rekurs auf den historischen Automatenbau .....	74
3.2    Von der watschelnden Ente zum „denkenden“ Schachtürken .....	80
3.2.1    Flötenspieler, Ente, Pfeifen- und Tamburinspieler: die Automaten des Jacques de Vaucanson .....	80
3.2.1.1    Der Flötenspieler .....	81
3.2.1.2    Die Ente .....	86

3.2.1.3	Der Pfeifen- und Tamburinspieler.....	87
3.2.2	Friedrich von Knauss' „allesschreibende Wundermaschine“ .....	90
3.2.3	Schriftsteller, Zeichner, Musikerin: die Androiden der Familie Jaquet-Droz.....	94
3.2.3.1	Der Schriftsteller .....	96
3.2.3.2	Der Zeichner .....	99
3.2.3.3	Die Musikerin .....	102
3.2.4	Die Hackbrettspielerin von David Roentgen und Pierre Kintzing .....	109
3.2.5	Schachtürke und Sprechmaschine: die Automaten des Baron von Kempelen .....	112
3.2.5.1	Der Mechanismus des Schachtürken nach Racknitz.....	114
3.2.5.2	Spekulationen über Maelzels Schachspieler .....	123
3.2.5.3	Für und wider: Imitationsversuche der menschlichen Sprache .....	128
3.2.5.4	Kempelens Sprechmaschine .....	131
3.2.6	Der Trompeter von Friedrich Kaufmann .....	138
3.3	Nachgeahmte Lebendigkeit: Intentionen und Motivationen der Automatenbauer .....	144
3.3.1	Jacques de Vaucanson .....	144
3.3.2	Friedrich von Knauss .....	148
3.3.3	Die Familie Jaquet-Droz .....	150
3.3.4	Pierre Kintzing und David Roentgen .....	152
3.3.5	Wolfgang von Kempelen.....	152
3.3.6	Friedrich Kaufmann .....	158
3.4	Fazit: Automaten im wissenschaftshistorischen Kontext lebendiger Maschinen .....	160
3.4.1	Automaten für den Fortschritt.....	160
3.4.2	Menschmaschinen im Spiegel der Lebendigkeit.....	161
3.4.3	Formalisierbarkeit rationaler Denkprozesse .....	163
3.4.4	Maschinen im Experimentierfeld.....	164
3.4.5	Der Automat in der Maschine: zur Bedeutung der Autonomie.....	170
<b>TEIL II: PERSPEKTIVEN DES 20. JAHRHUNDERTS UND DER GEGENWART: MEILENSTEINE IN DER KI- UND ROBOTERFORSCHUNG .....</b>		<b>175</b>
1	Maschinenintelligenz bei Alan Turing .....	177
1.1	Inspirationen zur Formalisierbarkeit des Denkens.....	177
1.2	Das erste Gedankenexperiment: zur Theorie einer universellen Rechenmaschine.....	185
1.2.1	Theoretischer Aufbau der universellen Rechenmaschine ...	185
1.2.2	Berechenbare Zahlen und Ziffernfolgen .....	187

1.2.3	Beweisführung durch Anwendung der Diagonalmethode .....	188
1.2.4	Anwendung universeller Rechenmaschinen .....	190
1.3	Das zweite Gedankenexperiment: intelligente Maschinen .....	191
1.4	Das dritte Gedankenexperiment: das Imitationsspiel.....	194
1.4.1	Spielregeln .....	194
1.4.2	Universale Digitalrechner .....	195
1.4.3	Zur Bewährung des Imitationsspiels.....	196
1.5	Durch Erziehung zur lernenden Maschine .....	197
1.6	Über Maschinenbewusstsein.....	198
1.7	Über die Bedeutung des Zufallselements.....	200
1.8	Über den Bau einer Maschinenintelligenz .....	203
1.9	Fazit: Turings Maschinenintelligenz.....	206
2	John von Neumann: Computerentwicklung und Automatentheorie.....	209
2.1	Die Entwicklung des modernen Digitalcomputers .....	209
2.2	Überlegungen zu einer neuen Automatentheorie .....	213
2.2.1	Auseinandersetzung mit dem McCulloch-Pitts-Neuronenmodell.....	217
2.2.2	Durch Selbstreproduktion zu einer neuen Automatentheorie.....	219
2.3	Fazit: zur Bedeutung der Automaten und Computer bei von Neumann .....	223
2.3.1	Analytische Methode: Vergleich des Zentralnervensystems und der Rechenmaschine .....	223
2.3.2	Die Funktion künstlicher Rechenautomaten .....	225
3	Entstehung und Entwicklung der kybernetischen Wissenschaft.....	227
3.1	Grundlagen.....	228
3.1.1	Die Funktion der Rückkopplung.....	228
3.1.2	Zur Begründung der Informationstheorie .....	230
3.2	Die Kybernetik als Wissenschaft .....	232
3.3	Forschungsobjekte der Kybernetiker .....	234
3.3.1	Computer.....	234
3.3.2	Roboter.....	235
3.4	Fazit: ein Jahrzehnt der „con-spiracy“ .....	238
4	Das Forschungsprogramm der klassischen Künstlichen Intelligenz.....	241
4.1	Der Logic Theorist .....	245
4.2	Heuristische Computerprogramme .....	247
4.3	Schwache versus starke KI-Forschung .....	248
4.4	Konvergenz und Symbiose: KI- und Kognitionsforschung.....	249
4.5	Fazit: Kritik an der klassischen KI- und Kognitionsforschung.....	253

5	Der Roboter als Laboratorium in der verkörperten KI-Forschung .....	256
5.1	Bottom-up: ein neues Paradigma .....	256
5.2	Die synthetische Methode .....	260
5.3	Evolutionäre Robotik .....	261
5.4	Komplexe dynamische Systeme .....	264
5.5	Fazit.....	268
6	Der Roboter als Laboratorium des Menschseins: humanoide Robotik .....	272
6.1	Japanische Wurzeln.....	272
6.2	Androide und humanoide Ansätze in der Robotik.....	274
6.2.1	Definitionen.....	274
6.2.2	Humanoide Roboter .....	275
6.2.2.1	Fallbeispiel COG.....	275
6.2.2.2	Fallbeispiel ARMAR.....	278
6.2.3	Androide und gynoide Roboter im Zeichen einer „Android Science“ .....	280
6.2.3.1	Fallbeispiele gynoider Roboter: Repliee- und EveR-Serien .....	280
6.2.3.2	Fallbeispiel eines teleoperierenden Androiden: Geminoid-HI-1 .....	281
6.2.3.3	Android Science .....	284
6.3	Mensch-Roboter-Interaktion .....	287
6.3.1	Fallbeispiel Kismet .....	287
6.3.2	Fallbeispiel KASPAR.....	290
6.4	Konstruiertes Wissen.....	293
6.4.1	Rückblick – Motivationen zum Bau humanoider Roboter.....	293
6.4.2	Humanoide Robotik und Mensch-Roboter-Interaktion als anthropologische Wissenschaftsbereiche.....	296
6.4.2.1	Evaluierung menschlicher Reaktionen.....	296
6.4.2.2	Humanoide Roboter als „testbeds“ .....	297
6.5	Fazit: über die Maschine zum Menschen.....	308

### **TEIL III: SCHLUSSBETRACHTUNG: DER HOMME MACHINE DES**

<b>21. JAHRHUNDERTS</b> .....	311
1 Maschinenmensch und Menschmaschine .....	313
1.1 Analyse.....	313
1.2 Synthese .....	316
1.3 Erkenntnistheoretische Anmerkungen .....	318
2 Technikvisionen und Technikkritik.....	323

3	Menschenbild .....	327
4	Ausblick .....	330
	<b>ANHANG</b> .....	<b>333</b>
	Abbildungsverzeichnis.....	333
	Literaturverzeichnis .....	336
	Internetadressen .....	354
	Personenregister .....	355