

# Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der verwendeten Symbole.....	VIII
1. Einleitung.....	1
2. Die Form des Erythrozyten und seine Bedeutung.....	3
2.1. Aufbau und Ruheformspektrum.....	3
2.2. Ruheform und Lipidbilayer.....	5
2.3. Bisherige Untersuchungen zur Erythrozytenform.....	6
3. Verfahren zur Formbestimmung von Erythrozyten.....	7
3.1. Form und Formbeschreibung.....	7
3.2. Kriterien zur Einordnung schon bestehender Verfahren.....	7
3.3. Elektronenmikroskopische Verfahren.....	8
3.4. Durchflußzytometrische Verfahren.....	8
3.5. Lichtmikroskopische Verfahren.....	9
3.5.1. Tangent Counting.....	9
3.5.2. Monolayerphotometrie.....	11
3.5.3. Leitz- Interferenz- Kontrast.....	12
3.5.4. Interphakoverfahren.....	14
3.5.5. Reflektions- Interferenz- Kontrast- Mikroskopie.....	15
3.5.6. Phasenkontrastmikroskopie.....	17
3.6. Bildverarbeitungsmethoden zur Erythrozytendifferenzierung.....	17
3.7. Dreidimensionale Rekonstruktion biologischer Objekte.....	19
3.8. Zusammenfassung und Beurteilung des internationalen Entwicklungsstandes.....	21
3.8.1. Physikalische Methoden.....	21
3.8.2. Auswerteverfahren in der Bildverarbeitung.....	22
4. Ableitung der Aufgabenstellung und Lösungskonzeption.....	24
4.1. Ableitung der Aufgabenstellung aus dem Entwicklungsstand.....	24
4.2. Vorüberlegungen zur Aufgabenstellung (Bildgewinnung) - Auswertung defokussierter Ebenen.....	25
4.2.1. Detaillierte Beschreibung der Formänderung.....	25
4.2.2. Lage der Blutkörperchen in der Bildebene des Mikroskops.....	26
4.2.3. Lichtintensitätsverteilung in defokussierten Ebenen.....	26
5. Modellbildung zur Beschreibung der Lichtintensitätsverteilung defokussierter Ebenen....	31
5.1. Modelle zur Formbeschreibung.....	31
5.1.1. Auswahl eines Modells zur mathematischen Beschreibung der Erythrozytengeometrie.....	31
5.1.2. Generierung von Modellkörpern zur mathematischen Formbeschreibung von Diskozyten und Stomatozyten.....	34

---

5.2. Das Blutkörperchen als Linse- geometrisch optische Betrachtung .....	37
5.3. Wellenoptisches Modell zur Lichtausbreitung unter Berücksichtigung defokussierter Ebenen .....	39
5.3.1. Kohärenz, Teilkohärenz, Inkohärenz .....	39
5.3.2. Das Mikroskop als lineares Übertragungssystem.....	41
5.3.3. Defokussierung als Kontrastverfahren .....	45
6. Formklassifizierung von Erythrozyten aus defokussierten Aufnahmen .....	47
6.1. Gesamttablauf der Formdetektierung .....	47
6.2. Verfahren zur Fokussierung von Phasenobjekten basierend auf theoretischen Modellen.....	48
6.3. Extraktion der Erythrozyten vom Hintergrund.....	49
6.4. Bestimmung von formbeschreibenden Merkmalen aus theoretischen Berechnungen .....	55
6.4.1. Ermittlung von Durchmesser und Fläche.....	55
6.4.2. Angenäherten Dickenrekonstruktion auf Basis einer geometrisch- optischen Betrachtungsweise.....	60
6.5. Formbeschreibende Merkmale zur Detektierung von Diskozyten und Stomatozyten .....	68
6.5.1. Stomatozytische Verformung im Intensitätsbild.....	68
6.5.2. Auswahl der Parameter .....	73
6.5.3. Mittlerer Durchmesser .....	74
6.5.5. Mittlere Eindelltiefe - Flächenintensitätsstreuung.....	75
6.5.6. Örtliche Eindellung - Lokale Intensitätsstreuung.....	76
6.6. Charakteristische geometrische und Intensitätsparameter von Echinozyten.....	79
6.6.1. Echinozytische Verformung im Intensitätsbild .....	79
6.6.2. Randwelligkeit - Kriterium zur Unterscheidung Stomatozyt - Echinozyt .....	83
6.6.3. Weitere Parameter .....	89
6.7. Ermittlung des Formindex aus der Parameterschar .....	92
6.7.1. Problemstellung und Einordnung des Verfahrens.....	92
6.7.2. Beschreibung des Klassifikatormodells .....	93
6.7.3. Berechnung des im Merkmalsraum liegenden Hyperbandes .....	93
6.7.4. Abstandsfunktion und Bestimmung des Formindex .....	95
6.8. Evaluierung der Methode .....	96
6.8.1. Vergleich manuelle und automatische Fokusbestimmung .....	96
6.8.2. Vergleich manuelle Bestimmung der Form und automatische Formdetektierung.....	97
6.8.3. Nachweis der Monotonie der Formklassifikation bei gleichsinnigen Formänderungen .....	99
6.8.4. Reproduzierbarkeit der Messungen - Einfluß und Eliminierung von Störgrößen.....	101
7. Anwendungen.....	105
7.1. Forminduzierung durch Chlorpromazin und Natriumsalizylat .....	105
7.2. Ruheform- und induzierte Formänderungen beim Diabetes Mellitus .....	108
7.3. Erythrozyten- Subpopulationen bei Malaria- Erkrankung .....	110
7.3.1. Bedeutung .....	110
7.3.2. Ableitung der Formmerkmale .....	110
8. Zusammenfassung und Ausblick .....	112
8.1. Zusammenfassung der Ergebnisse .....	112
8.2. Ausblick.....	114

---

Anhang .....	116
Anhang A: Herleitung der kohärenten Übertragungsfunktion für defokussierte Ebenen .....	116
Anhang B: Präparation der Erythrozyten .....	119
Anhang C: Technische Ausrüstung und Daten.....	120
Literaturverzeichnis .....	123
Abbildungsverzeichnis.....	131