

Inhaltsverzeichnis

0. Einleitung	
Zielstellung der Arbeit	1
1. Übersicht über bisherige reaktionskinetische Darstellungen zum photographischen Prozess	2
1.1. Die Schwärzung als Ergebnis einer photochemischen Reaktion des Silberhalogenids	2
1.2. Die Entstehung von Entwicklungskeimen als Ergebnis eines physikalischen Prozesses im Kristallgitter des Silberhalogenids	3
1.3. Neuere Modelle zum Reaktionsmechanismus der Keimbildung	4
2. Physikalische Grundlagen der Keimstufentheorie	5
2.1. Die Theorie des photographischen Prozesses in der Darstellung nach MITCHELL	5
2.2. Zur analytischen Behandlung der Reaktionskinetik des Keimaufbaus nach der MITCHELLschen Theorie	7
3. Die Belichtung	9
4. Das Reaktionssystem der Elektronen- und Defektelektronenkonzentration	9
4.1. Reaktionskinetische Folgerungen aus dem Bändermodell	9
4.2. Aufstellung des Differentialgleichungssystems der Reaktion	10
4.3. Ansatz zu einer allgemeinen Lösung des Differentialgleichungssystems	11
4.4. Die Sättigungskonzentration der Elektronen und Defektelektronen	12
4.5. Die Kopplung zwischen den Reaktionssystemen der Elektronen und der Defektelektronen	13
4.6. Die Lösung der speziellen Riccatischen Differentialgleichung	14
4.7. Näherungslösung des nichtlinearen Differentialgleichungssystems durch Iteration	15
4.8. Die Zeitfunktionen der Elektronenkonzentration	15
4.9. Das Zeitintegral der Elektronenkonzentration	17
4.9.1. Vereinfachte Lösung für den Bereich niedriger Intensitäten	17
4.9.2. Allgemeine Lösung für den gesamten Intensitätsbereich	18
4.9.3. Folgerungen aus dem asymptotischen Verhalten der allgemeinen Lösung. Die „Zusatzzeit“	19

4.9.4. Das Reziprozitätsverhalten des Zeitintegrals der Elektronenkonzentration	20
5. Das Reaktionssystem der Keimkonzentrationen	23
5.1. Reaktionskinetische Folgerungen aus der Keimstufenhypothese	23
5.2. Das Reaktionsschema des Keimaufbaus	24
5.3. Die Übergangskoeffizienten	24
5.3.1. Die Hinreaktionskoeffizienten	25
5.3.2. Die Rückreaktionskoeffizienten	26
5.3.3. Einige Bemerkungen zu der Größenordnung der Koeffizienten	26
5.4. Das System der Reaktionsgleichungen	27
5.4.1. Die Struktur des Gleichungssystems	27
5.4.2. Die Matrizen-Differentialgleichung	27
5.4.3. Die Struktur der Koeffizientenmatrix	28
5.4.4. Die funktionale Abhängigkeit der Koeffizientenmatrix von den Belichtungsparametern und der Zeitvariablen	29
5.5. Die analytische Lösung des Systems der Reaktionsgleichungen	29
5.5.1. Die Überführung der Matrizen-Differentialgleichung in die äquivalente Matrizen-Integralgleichung	30
5.5.2. Die Lösung der VOLTERRAschen Integralgleichung	32
5.5.3. Die Belichtungsmatrix	33
5.5.4. Der Belichtungsmatrizant	34
5.5.5. Einige Grundeigenschaften der Belichtungsmatrix	35
5.6. Spezielle Lösungen	36
5.6.1. Näherungslösung für kleine Zeitintervalle	36
5.6.2. Infinitesimal kalkül und Produktintegral der Belichtungsmatrizen	37
5.6.3. Die Matrix-Exponentialfunktion	38
5.6.4. Die reziproke Belichtungsmatrix	39
5.7. Die Lösung des D'ALEMBERTschen Differentialgleichungssystems mit Hilfe der LAPLACE-Transformation	40
5.8. Bedeutung und Geltungsbereich der Lösung für konstante Koeffizientenmatrizen	42
5.8.1. Separierung einer nichtkonstanten Koeffizientenmatrix in einen zeitabhängigen Skalarfaktor und einen zeitunabhängigen Matrixfaktor	43
5.8.2. Näherungsdarstellung der Lösung durch eine Matrix-Exponentialfunktion	44

5.8.3. Störungsrechnung	44
5.8.4. Abschließende Wertung der Lösung	45
5.9. Die analytische Struktur der Belichtungsmatrix	46
5.9.1. Das Eigenwertproblem	46
5.9.2. Die transponierte Adjunktenmatrix	47
5.9.3. Die Rücktransformation in den Originalraum	49
5.9.4. Reihenentwicklung der Elemente der Belichtungsmatrix	51
5.10. Vereinfachung des Eigenwertproblems durch Spezialisierung des Reaktionssystems	52
5.10.1. Physikalische Voraussetzungen für die Vereinfachung der Koeffizientenmatrix	52
5.10.2. Die Dreiecksmatrizen der Folgereaktionen	53
5.10.3. Teilweise Umwandlung von Gleichgewichtsreaktionen in Folgereaktionen	55
5.10.4. Folgereaktionen mit gleichartigen Übergangskoeffizienten	56
5.11. Die Kommutation der Belichtungsmatrizen	57
5.11.1. Die Vertauschungsrelation	57
5.11.2. Die Abweichung von der Kommutativität	60
5.11.3. Störungsrechnung	60
6. Die photographische Wirkung	62
6.1. Die Entwicklungskeimkonzentration	62
6.2. Die Reduktionswahrscheinlichkeitsfunktion	64
6.3. Die Schwärzungsfunktion	65
6.4. Die Ermittlung der Koeffizientenmatrix der kinetischen Reaktion des Keimaufbaus aus der Schwärzungsfunktion	66
7. Die reaktionskinetische Deutung der photographischen Belichtungseffekte	67
7.1. Das Reziprozitätsgetz und der SCHWARZSCHILD-Effekt	67
7.1.1. Das Reziprozitätsgesetz bei niedrigen Belichtungsintensitäten und bei Kernstrahlung	68
7.1.2. Herleitung des SCHWARZSCHILD-Gesetzes	69
7.1.3. Numerische Berechnung	74
7.1.4. Theoretische Schlussfolgerungen	77
7.2. Doppelbelichtungseffekte	77
7.2.1. Der WEINLAND-Effekt	77
7.2.2. Der HERSCHEL-Effekt und die Regression	79

7.2.3. Der CLAYDEN-Effekt, der VILLARD-Effekt und der physikalische SABATTIER-Partialeffekt	80
7.3. Der Intermittenzeffekt	81
7.4. Der Solarisationseffekt	81
8. Zusammenfassung	84
Literaturverzeichnis	87
Symbolverzeichnis	96
Anhang	99
A.1. Die transponierten Adjunktenmatrizen der Ordnung 2, 4 und 5	99
A.2. Die numerische Ausführung der Rechnung mit Hilfe eines elektronischen Rechenautomaten (Faksimile-Wiedergabe aus der Originalschrift der Dissertation B)	101
A.2.1. – Die numerische Berechnung der reaktionskinetischen Prozesse des Keimaufbaus Internet-Adresse: www.ewald-gerth.de/40anhang-a.pdf	IN
A.2.2. – Berechnung des Zeitintegrals der Elektronenkonzentration Internet-Adresse: www.ewald-gerth.de/40anhang-b.pdf	IN
A.2.3. – Programm zur Berechnung der Belichtungsmatrix, der Keimkonzentration und der Reduktionswahrscheinlichkeit Internet-Adresse: www.ewald-gerth.de/40anhang-c.pdf	IN
A.2.4. – Programm zur Berechnung der Belichtungsmatrix, der Keimkonzentration und der Reduktionswahrscheinlichkeit Internet-Adresse: www.ewald-gerth.de/40anhang-c.pdf (Beschreibung) www.ewald-gerth.de/40anhang-d.pdf (Programm)	IN
A.2.5. – Die Eingabedaten Internet-Adresse: www.ewald-gerth.de/40anhang-e.pdf	IN
A.2.6. – Programm zur Berechnung von Doppel- und Mehrfachbelichtungen Internet-Adresse: www.ewald-gerth.de/40anhang-f.pdf	IN
Eidesstattliche Versicherung (Faksimile aus dem Original der Dissertation B)	102