



# Inhaltsverzeichnis

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Einleitung</b>  | <b>1</b>  |
| <b>2</b> | <b>Spektroskopie einzelner Farbstoffe in amorphen Umgebungen</b> | <b>7</b>  |
| 2.1      | Optische Übergänge eines Farbstoffes . . . . .                   | 7         |
| 2.1.1    | Nullphononenlinie und Phononen-Seitenbande . . . . .             | 11        |
| 2.2      | Spektroskopie einzelner Moleküle . . . . .                       | 14        |
| 2.3      | Amorphe Wirtssysteme einzelner Farbstoffe . . . . .              | 15        |
| 2.3.1    | Statische Einflüsse: inhomogene Linienverbreiterung . . . . .    | 16        |
| 2.3.2    | Dynamische Einflüsse: Spektrale Diffusion . . . . .              | 16        |
| 2.3.3    | Farbstoffe in Gläsern . . . . .                                  | 18        |
| 2.3.4    | Tiefemperaturmodell für Gläser . . . . .                         | 18        |
| 2.3.5    | Proteine als Wirtssysteme . . . . .                              | 20        |
| 2.3.6    | Potentiallandschaft von Proteinen . . . . .                      | 21        |
| <b>3</b> | <b>Der photosynthetische Apparat von Purpurbakterien</b>         | <b>23</b> |
| 3.1      | Struktur peripherer Lichtsammelkomplexe . . . . .                | 25        |
| 3.2      | Lokalisierte und delokalisierte Anregungen . . . . .             | 27        |
| <b>4</b> | <b>Experimentelles</b>   | <b>29</b> |
| 4.1      | Lichtquelle und Detektoren . . . . .                             | 30        |
| 4.1.1    | Lasersystem . . . . .  | 30        |
| 4.1.2    | Amplitudenstabilisierung . . . . .                               | 31        |
| 4.1.3    | Kamerasystem . . . . .   | 32        |



|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 4.1.4    | Avalanche Photodiode . . . . .   | 32        |
| 4.2      | Meßplatz . . . . .   | 33        |
| 4.2.1    | Weitfeld-Mikroskop . . . . .   | 33        |
| 4.2.2    | Konfokales Mikroskop . . . . .   | 35        |
| 4.2.3    | Kryostat und Probenhalter . . . . .  | 38        |
| 4.2.4    | Verwendete Proben . . . . .  | 39        |
| 4.2.5    | Atomkoordinaten . . . . .  | 39        |
| 4.2.6    | Verwendete Chemikalien . . . . .   | 40        |
| 4.3      | Probenpräparation . . . . .  | 40        |
| 4.3.1    | PVA-Matrix . . . . .   | 40        |
| 4.3.2    | Rekonstitution in einer Bilipidschicht . . . . .   | 40        |
| <b>5</b> | <b>Tieftemperaturmodell von Proteinen</b>  | <b>43</b> |
| 5.1      | Spektrale Dynamik nach dem TLS-Standardmodell . . . . .                                      | 44        |
| 5.2      | Verteilung der Resonanzfrequenzen und Linienbreiten nach dem<br>TLS-Standardmodell . . . . . | 46        |
| 5.3      | Spektrale Momente und Kumulanten einer optischen Anregung . . .                              | 49        |
| 5.4      | Experimentelle Ergebnisse . . . . .  | 51        |
| 5.5      | Gültigkeit des TLS-Standardmodells . . . . .   | 57        |
| 5.6      | Das Farbstoff im Hohlraum-Modell . . . . .   | 59        |
| 5.7      | TLS-Klassen in LH2-Komplexen . . . . .   | 61        |
| <b>6</b> | <b>Spektraler Diffusionskern und hierarchische Struktur einzelner<br/>Proteine</b>           | <b>65</b> |
| 6.1      | Der spektrale Diffusionskern eines einzelnen Proteins . . . . .                              | 66        |
| 6.2      | Strukturelle Ursachen der TLS-Verteilungen . . . . .   | 68        |
| 6.3      | Zeitabhängigkeit der spektralen Diffusion . . . . .  | 71        |
| <b>7</b> | <b>Spektrale Diffusion und Linienformen in verschiedenen Proteinen</b>                       | <b>77</b> |
| 7.1      | Spektrale Diffusion in LH2 aus verschiedenen Spezies . . . . .                               | 81        |
| 7.2      | Hierarchische Einteilung der spektralen Diffusion . . . . .                                  | 84        |



|          |  |            |
|----------|--|------------|
| 7.3      | Elektron-Phonon-Kopplung in LH2 aus verschiedenen Spezies . . . . .      | 85         |
| 7.3.1    | Multivariate statistische Analyse von Einzelmolekülspektren              | 86         |
| 7.3.2    | Debye-Waller Faktoren . . . . .  | 88         |
| 7.4      | Vergleich der Einzelmolekülmessungen . . . . .                           | 90         |
| 7.5      | B-Faktoren der BChl <i>a</i> -Moleküle . . . . .                         | 93         |
| 7.6      | Oberflächenladungen innerhalb der Bindungstasche . . . . .               | 94         |
| 7.7      | Vorläufiges Strukturmodell der Bindungstasche von <i>Rb. sphaeroides</i> | 95         |
| <b>8</b> | <b>Zusammenfassung</b>   | <b>97</b>  |
|          | <b>Abstract</b>  | <b>109</b> |
|          | <b>Kurzfassung</b>   | <b>111</b> |
|          | <b>Danksagung</b>  | <b>115</b> |