



# ***SPIONE, SPINS UND SPEKTREN –*** **zur Spektroskopie komplexer Systeme**

***Prof. Dr. Malte Drescher***  
*(Prorektor der Universität Konstanz)*

Wann?	<b>Di, den 1.2.2022 um 18.00 Uhr</b>
Wo?	<b>R 346 (nur für SchülerInnen) &amp; online (für alle Interessierten)</b>
Eintritt	frei

„Mit seiner interdisziplinären Gruppe, die aus Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus Chemie, Physik, Biologie, Biophysik, Biochemie, Medizinphysik und den Life Sciences besteht, entwickelt Malte Drescher Magnetresonanzmethoden zur Aufklärung von Struktur und Dynamik großer Bio-Moleküle. Es geht dabei um nicht weniger als die Mechanismen des Lebens: Ziel der Methodenentwicklung ist es, biologische Strukturen auf molekularer Ebene direkt in der Zelle zu erforschen. Besonders interessant sind dabei intrinsisch ungeordnete Proteine, die als "ChamäleonProteine" bekannt sind: Sie reagieren auf ihre Umgebung und besitzen eine Schlüsselrolle bei neurodegenerativen Krankheiten wie Parkinson oder Alzheimer.“

Prof. Drescher stellt in seinem Vortrag zunächst die Universität Konstanz vor. Sie ist zwar relativ klein mit 11000 Studierenden und 202 Professuren und ca. 2000 Beschäftigten, dennoch wurden 54 Mio. an Forschungsgelder akquiriert. Damit ist die Uni Konstanz Spitzenbreiter in Bezug auf die Fördergelder pro Beschäftigtenzahl.

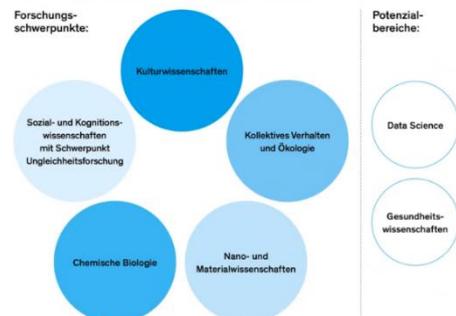
#### Die Universität Konstanz – wer wir sind

**Grunddaten:**  
 Studierende: 11.154  
 Studiengänge: 91  
 Professuren: 202  
 Beschäftigte insgesamt: 2.084  
 Gesamtbudget: 197 Mio. Euro  
 Drittmittel: 54 Mio. Euro

**Laufende Forschungsprojekte:**  
 2 Exzellenzcluster  
 3 SFBs  
 3 Forschungsgruppen  
 8 ERC Grants



#### Das Forschungsprofil der Universität Konstanz

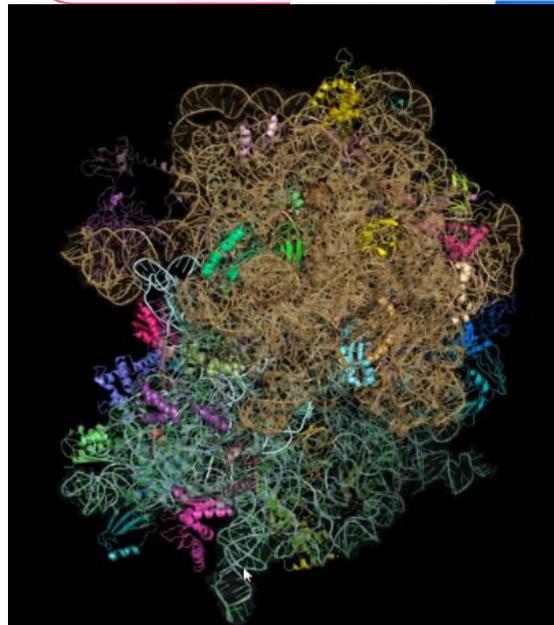
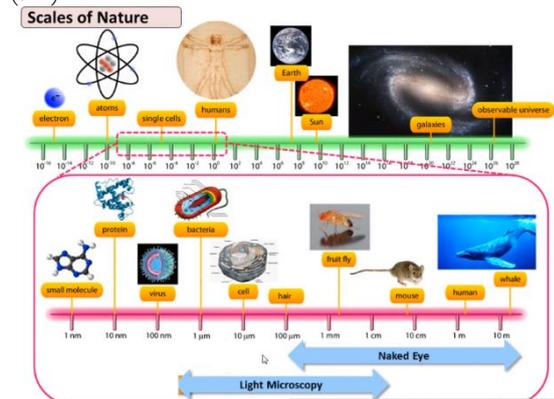


Als eine von sechs Universitäten Deutschlands ist die Uni Konstanz von Beginn an durchgängig im Exzellenzwettbewerb erfolgreich.

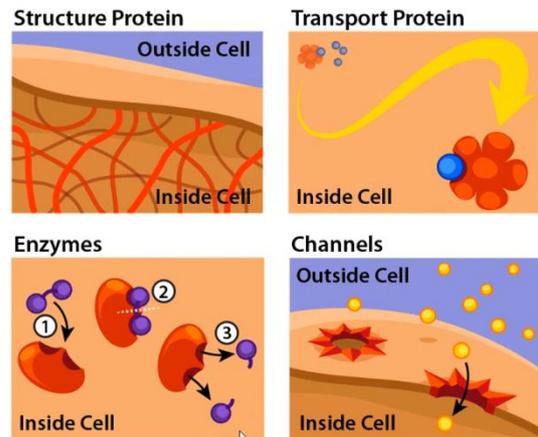
Herr Drescher stellt zusätzlich die fünf dominanten Forschungsschwerpunkte vor (s. Grafik) sowie die Potenzialbereich. So kann z.B. das kollektive Verhalten von Insektenschwärmen bei einem Vogelangriff in einer Halle simuliert werden. Von

aktuellem Interesse ist die sog. Ungleichheitsforschung bezüglich der Frage wie die Gesellschaft mit Corona umgeht. Hier spiegelt sich der Grad des Vertrauens in die Politik wieder. Prof. Dreschers Schwerpunkt ist allerdings die chemische Biologie.

Sodann leitet er über in sein aktuelles Forschungsthema „Spione, Spins und Spektren – zur Spektroskopie komplexer Systeme“. Aufgrund der Spezialisierung und Komplexität ist dies allerdings sehr schwer zu erklären. Es betrifft die Disziplinen Chemie, Physik und Biologie. Zunächst erklärt er den Nanometer-Bereich mit dem sein Team arbeitet. Dieser ist nicht einmal mit dem Mikroskop sichtbar. (s.u.)



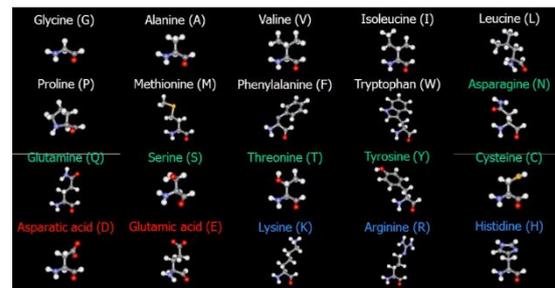
Er zeigt Moleküle. Diese sind vergleichbar mit komplexen Maschinen. Jedes Molekül hat seine Aufgabe. Tendenziell bestimmt die Form seine Funktion. Damit beschäftigt er sich.



Proteine haben beispielsweise unterschiedliche Aufgabenbereiche: Die Stabilität der Zelle, der Transport in der Zelle. Enzyme können chemische Reaktionen unterstützen wenn z.B. Moleküle gespalten werden sollen. Auch gibt es sog. Torwächter – diese lassen nur die richtigen Stoffe rein.

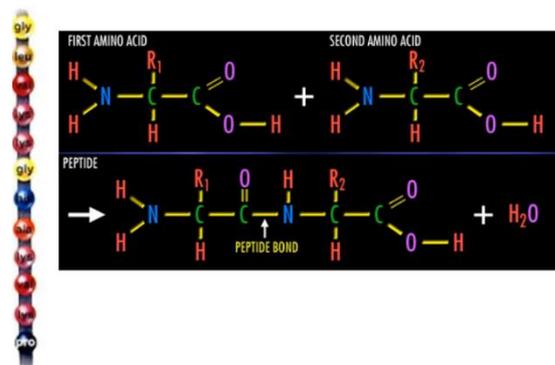
Weiter geht es mit der Abbildung von 20 verschiedenen Aminosäuren. Diese sind nach einem einfachen Schema aufgebaut vergleichbar mit zusammengesteckten Legosteinen.

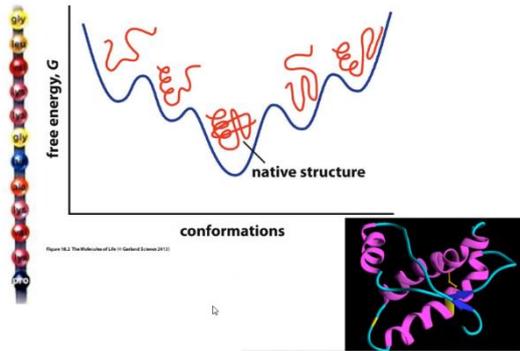
#### 20 Aminosäuren



Die sog. Primärstruktur entsteht, wenn die Aminosäuren in den Zellen zusammengelinkt werden. Dann ergibt sich eine Aminosäurekette. Es folgt ein knapper Exkurs über die Entstehung von Proteinen.

#### Primärstruktur





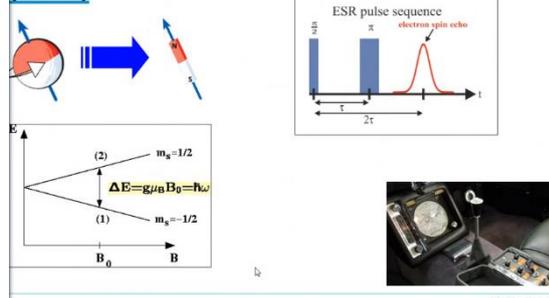
Die Faltung und Form der Aminosäuren gilt es herauszufinden. Allerdings ist dies mathematisch kaum möglich. Man züchtet alternativ Kristalle oder analysiert Aminosäuren mittels Röntgenstrahlung. Prof. Dreschers Lehrstuhl geht anders vor. Es ist zwar mühsam und teuer aber von großer Relevanz.

### Magnetische Resonanz

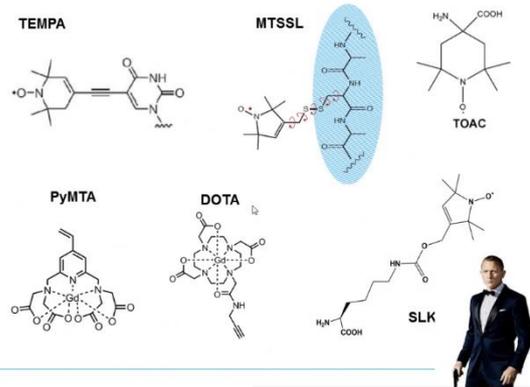


Das sog. Magnetresonanztomographie „MRI“ (vergleichbar mit dem allseits bekannten MRT) wird verwendet. Dabei nutzt man aus, dass die Atomkerne einen Drehimpuls haben. Der Kern dreht sich, dies erzeugt ein magnetisches Moment.

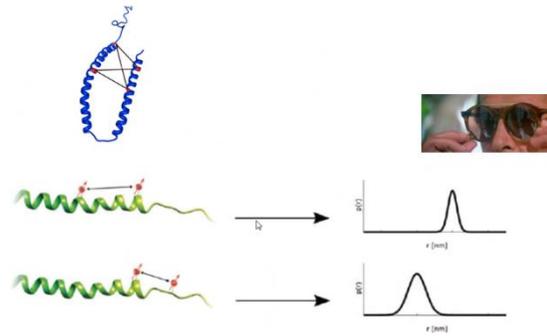
### Elektronenspinresonanzspektroskopie (ESR)



Prof. Drescher verwendet sog. Elektronenspins. Allerdings funktioniert dies nur mit ungepaarten Elektronen. Dies ist zunächst ungünstig, weil die Natur alles versucht, um ungepaarte Elektronen zu vermeiden. Eigentlich gibt es „im Ende“ keine ungepaarten Elektronen in der Natur.



Hierbei kommen die die Spione ins Spiel. Sie schützen die ungepaarten Elektronen in der ersten Reihe (Punkte). Letztere müssten eigentlich wegagieren. Machen sie aber nicht, da die Striche wie ein Schutzkäfig um ungepaarte Elektronen fungieren. Diese Mokeküle synthetisiert Dreschers Team. Sein Team bringt Sondenmoleküle an Proteine an. Ungepaarte Elektronen erzeugen beim Spin ein magnetisches Moment. Die Magnete beeinflussen sich. Dies hängt davon ab, wie dicht sie beieinander liegen. Die magnetische Wechselwirkungen werden gemessen. Damit wird der Abstand festgestellt (grünes Protein). Durch sich ändernde Abstände wird die Proteinstruktur gemessen.



### Abstandsmessungen

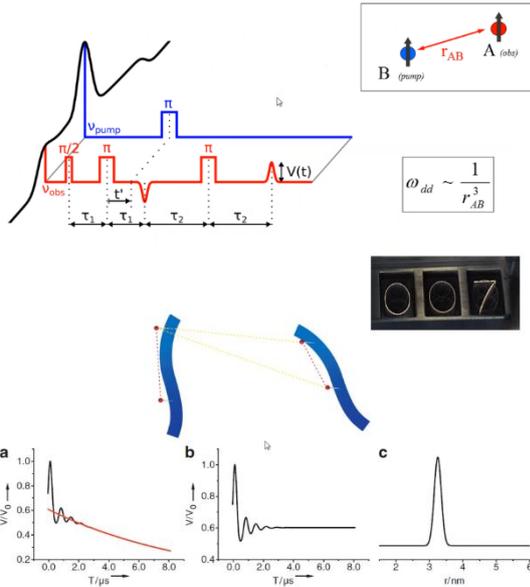
$$\omega_{sd} = \frac{\mu_B g_1 g_2 B_0^2}{4\pi\hbar} (3\cos^2\theta - 1) \frac{1}{r_{AB}^3}$$

Die magnetische, dipolare Wechselwirkung enthält die Abstandsinformation zwischen zwei Spins  $S_1$  und  $S_2$



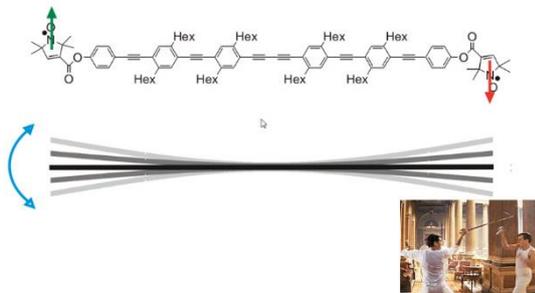
Als Ergänzung hier noch die formale Darstellung: Kern der Formel ist das Omega dd. Dies zeigt die magnetische Wechselwirkung zwischen den beiden Sondenmolekülen. Interessant ist der hintere Bereich, also 1 geteilt durch r hoch 3. R ist der Abstand. Je größer der Abstand desto kleiner die magnetische Wechselwirkung. Umgekehrt gilt je kleiner der Abstand desto größer die magnetische Wechselwirkung.

## Doppel-Elektron-Elektron-Resonanz



Die Proteinprobe mit Sondenmolekülen wird dann ins Reagenzglas gegeben. Bei sehr tiefen Temperaturen (in Kryostase) und im Magnetfeld werden Mikrowellen darauf geschossen. Das Echo dieser Wellen wird gemessen. Damit wird die magnetische Wechselwirkung bestimmt und folglich der Abstand gemessen.

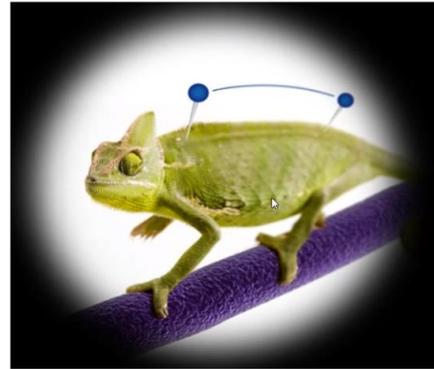
Das Mikrowellenecho ist in der Darstellung rechts oben abgebildet. Darin codiert ist die Wechselwirkung zwischen Sondenmolekülen. Die rote Kurve codiert den Abstand innerhalb eines Moleküls.



Dargestellt ist der Abstand zwischen zwei Pfeilen. Der maximale Abstand wird durch die gerade Strecke dargestellt. Es gibt wenige Moleküle die gestreckt sind. Offensichtlich misst man nicht immer den gleichen Abstand, da die Streckenführung mal gerade mal gebogen ist. So interpretieren Prof. Drescher und sein Team ihre Daten.

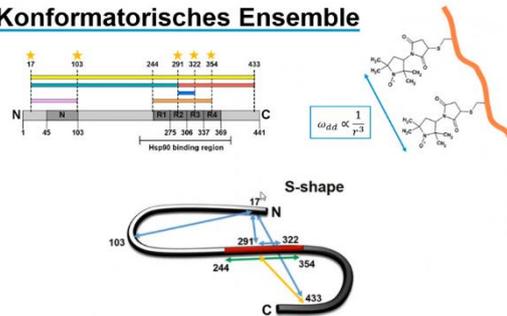
Weiter geht es mit intrinsisch ungeordneten Proteinen.

## Intrinsisch ungeordnete Proteine



Eine andere Klasse bilden die intrinsisch ungeordneten Proteine. Sie „wabbeln“ vergleichbar mit weichen Spaghetti. Erst wenn es Interaktionspartner gibt, nehmen sie eine Form an. Daher werden sie als Chamäleonproteine bezeichnet. Je nach makromolekularem Kontext nehmen sie unterschiedliche Formen an.

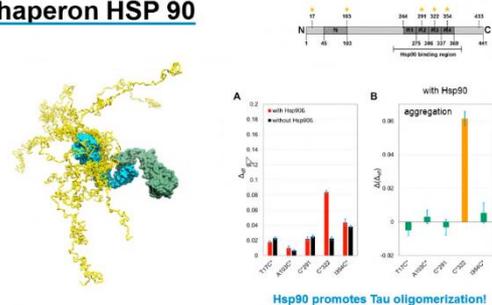
### Konformatorisches Ensemble



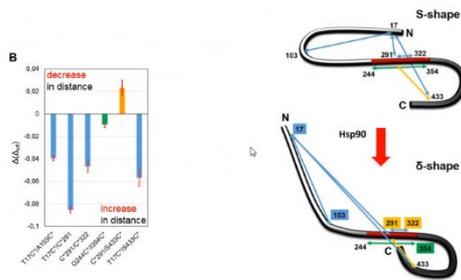
Das Tau Protein klumpt zusammen wenn Menschen an Alzheimer erkranken. Prof. Drescher und sein Team hat untersucht wann dieses Protein mit einem anderen sog. Chaperon zusammenklumpt. Die Pfeile beim S-Shape Molekül zeigen die Abstände ohne das Chaperonprotein (=Anstands dame)

Der gelbe Balken symbolisiert verklumpte Proteine wie bei Alzheimer. Trifft das Tau-Protein auf das HSP 90 Chaperon dann aggregiert das Protein immens. Eine holländische Forschergruppe hat diese Aggregation angezweifelt. Daraufhin hat das Team um Prof. Drescher unzählige Experimente durchgeführt. Die Verklumpung wurde immer wieder bewiesen.

### Wechselwirkung mit dem Chaperon HSP 90



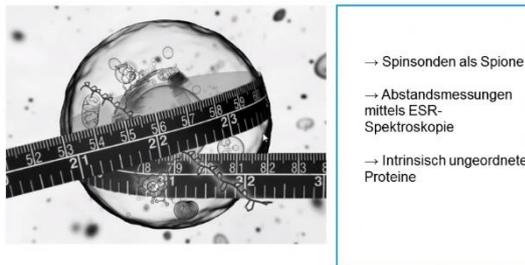
## DEER Experiment



Im Experiment wird der Abstand im Tauprotein vermessen. Nach Kontakt mit dem Chaperon verändern sich diese Abstände komplett. Das S-Shape Protein faltet sich auf. Die Domäne wird frei und verklumpt. So kann Alzheimer durch Dreschers Methodik nachgewiesen werden. Sein Team und er wissen allerdings nicht wie Alzheimer geheilt werden kann bzw. die Verklumpung verhindert werden könnte. Dies dauert laut Drescher nochmals ein Jahrzehnt.

Drescher schließt mit einer Zusammenfassung seiner Methodik ab (s. Abbildung).

## Spektroskopie komplexer Systeme



Abschließend folgt eine Bewerbung des Schülerstudiums an der Uni Konstanz mittels der angefügten Folien.

## Das Schülerstudium an der Uni Konstanz

... für alle, die ihren Interessen schon vor dem Abi an der Uni nachgehen möchten!

### Was ist möglich?

- Auswahl von einer oder mehreren Vorlesungen aus allen Studienfächern
- Start zum Winter- oder Sommersemester
- nur ein Semester oder jedes Semester wieder bis zum Abi
- Freiwillige Teilnahme an Klausuren und ggf. spätere Anrechnung

### Teilnahme-Voraussetzung:

- Vorgespräch mit der Zentralen Studienberatung (alternativ Teilnahme online am 21.2.22, 15 Uhr)
- Zustimmung von Schule und Uni
- Anmeldung (bis 1.4. für SS, bis 1.10. für WS)



### Aktuelle Angebote und Veranstaltungen

**ZuKon2030**

- Interdisziplinärer Workshop zu den 17 globalen Nachhaltigkeitszielen
- Einsatz von AR und Game-based Learning-Szenarios
- Besuch auch gerne in der Schule (z.B. in einer AG), wenn der Besuch im Schülerlabor nicht möglich ist



### Aktuelle Angebote und Veranstaltungen

Projekte zu „Schädliche Umwelteinflüsse am Denkmal“ für das Schuljahr 22/23 gesucht

- zusammen mit Stiftung *denkmal aktiv*
- Möglichkeiten zur Förderung von schulischen Forschungsprojekten, die sich mit schädlichen Umwelteinflüssen am Denkmal u.a. auf naturwissenschaftliche Weise auseinandersetzen
  - ab Klasse 5
- bewerben können sich einzelne Klassen wie auch Verbände von mehreren Klassen und AGs

**Virtuelle Infoveranstaltung**  
 am 11. März ab 15 Uhr!

Weitere Informationen sowie die Einwahldaten über [schuelerlabor@uni-konstanz.de](mailto:schuelerlabor@uni-konstanz.de)



Nachdem einige Nachfragen geklärt sind, weist Frau Procopan auf weitere Veranstaltungen im Rahmen des HBS hin:

- 15.3. Vortrag von Prof. Ranka Junge Uni Zürich. *Urbane Agrikultur.*
- 13.4. *Wissenschaftlicher Hochschultag mit Workshops*

Konstanz, 9.2.2022  
 Klimawandel AG

Mit freundlicher Unterstützung von:



**LANDKREIS**  
 KONSTANZ

**KONSTANZ**  
 Die Stadt zum See

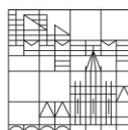


**ZSL**



**Baden-Württemberg**  
 REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG

Universität  
 Konstanz



**H T**  
**W G**

**Hochschule Konstanz**  
 Technik, Wirtschaft und Gestaltung

**Familie**  
**Bottling**  
**Stiftung**

