

# Seminar in der Jugendherberge Waldhäuser-Neuschönau (13. – 17. August 2012)

Fragte man am 17. August 2012 die Zugreisenden auf der Strecke von Zwiesel nach Plattling, ob sie die vergangene Woche genossen hätten, zeigten sich auf den ersten Blick fast unerklärliche Korrelationen: War der Befragte Physiker, so wurde die vergangene Woche überdurchschnittlich oft mit Attributen wie „wunderbar“, „sehr lehrreich“ und „spannend“ versehen. Oder wie der mathematisch gebildete Physiker schreibt:

$$\mathbb{P}(\text{Woche genossen} \cap \text{Physiker}) \neq \mathbb{P}(\text{Woche genossen}) \mathbb{P}(\text{Physiker})$$

Unerklärliche Übereinstimmungen? Eine groß angelegte Verschwörung? Nein – die Erklärung ist einfach: 19 Physiker und ein Mathematiker hatten vom 13. bis 17. August an einem von Professor Pickl und seinen Doktoranden organisierten Seminar in der Jugendherberge Waldhäuser-Neuschönau mitten im Bayerischen Wald teilgenommen, sodass sich obige Übereinstimmung sofort auflösen lässt:

$$\mathbb{P}(\text{Woche genossen} \cap \text{Physiker} \mid \text{Seminarteilnehmer}) \neq \mathbb{P}(\text{Woche genossen} \mid \text{Seminarteilnehmer}) \mathbb{P}(\text{Physiker} \mid \text{Seminarteilnehmer})$$

Die Teilnahme wurde mir und anderen Studenten durch die Unterstützung des Programms Lehre@LMU ermöglicht, das alle Kosten für die Unterbringung in der Jugendherberge übernahm. In fünf Tagen wurden in zahlreichen englischsprachigen Vorträgen die Forschungsschwerpunkte von Professor Pickls Arbeitsgruppe dargestellt und die Themen Mean-Field, Wheeler-Feynman-Elektrodynamik und Grundlagen der Quantenmechanik / Bohmsche Mechanik diskutiert. Insbesondere wir Studenten aus dem vierten Semester staunten über die vielfältige Forschung und freuten uns über die Gelegen-



heit zum Austausch mit weitaus erfahreneren Physikern und deren kritische Bewertung unserer eigenen Vorträge. Theoretische Konzepte wie der Dirac-See, der das Vakuum als gleichverteilte Menge von Teilchen mit negativer Energie illustriert, Antimaterie schon deutlich vor dem experimentellen Nachweis als „Löcher“ im Dirac-See vorhersagte und in diesem Bild sogar die Paar-Erzeugung verständlich macht, sorgten für angeregte Diskussionen. Auch Spezialgebiete wie der Aharonov-Bohm-Effekt, bei dem Elektronen eine Ablenkung durch ein vollständig abgeschirmtes und damit für sie eigentlich „unsichtbares“ Magnetfeld erfahren, fanden ihren Platz in der Vortragsreihe. Auch unheimliche Korrelationen – allerdings in der Quantenwelt, nicht bei zufahrenden Physikern – wurden diskutiert: Mein Beitrag zum Seminar war ein Vortrag über die Bell'sche Ungleichung und Nichtlokalität – ein Themengebiet, das mich schon lange fasziniert. An einem Beispiel kurz skizziert: Messen zwei Beobachter den Spin zweier Teilchen im Singulettzustand, finden sie perfekte Antikorrelationen. Detektiert ein Beobachter bei seinem Teilchen Spin up, so misst der zweite Beobachter bei seinem Teilchen Spin down – und dies selbst bei raumartiger Entfernung der Beobachter, d.h. bei

so großer räumlicher Trennung, dass selbst Lichtsignale die Messungen nicht verbinden können. Zahlreiche Physiker gaben sich damit zufrieden, dass die Theorie diese Ergebnisse vorhersagt und es somit keiner weiteren Erklärung bedürfe – unter diesen auch Niels Bohr, der konstatierte: „There is no quantum world. There is only an abstract quantum mechanical description.“ Ein gängiger Erklärungsversuch lautete, dass die Spineigenschaften beider Teilchen bis zur ersten Messung völlig unbestimmt sind. Durch die Messung an einem der Teilchen werden instantan die Spineigenschaften beider Teilchen festgelegt – selbst bei raumartiger Trennung. Dies führt das unbequeme Konzept der Nichtlokalität ein oder – nach Einsteins dictus – „spooky action at a distance“. Einstein nebst vielen anderen opponierte gegen Nichtlokalität und entfachte einen Streit in der Physikergemeinde, der erst 1964 durch Bell beigelegt werden konnte. Einstein vertrat die Meinung, dass Systeme mit raumartiger Trennung unabhängig sein müssen, d.h. lokale Kausalität erhalten sein muss (unsauber formuliert: „Keine Wechselwirkung schneller als Lichtgeschwindigkeit“). Im konkreten Beispiel müssten die Teilchen bereits vor der Messung die Eigenschaft Spin up/down besitzen. Lange schien es die Frage nach der Lokalität der Natur rein metaphysischer Art zu sein – bis Bell mit seiner berühmten Ungleichung zeigen konnte, dass die beiden Ansätze experimentell überprüfbar unterschiedliche Aussagen über die Natur machen. Experimente bestätigten bald, was die Theorie längst vorhergesagt hatte: Die Natur ist nichtlokal – eine der fundamentalsten Erkenntnisse der modernen Physik. Die Köpfe der Seminarteilnehmer rauchten bald von so viel spannender Physik. Abwechslung bot

eine Wanderung zum Rachelsee, bei der sich einige Seminarteilnehmer gar wagemutig in die kalten Fluten stürzten. Trat tatsächlich einmal der seltene Fall ein, dass die Diskussion über physikalische Themen erlosch, bot die Beobachtung von Sternschnuppen, die Untersuchung aerodynamischer Eigenschaften von Tischtennisbällen sowie das Mutmaßen über den Roboterrasenmäher im nächsten Garten Unterhaltung. Vielen Dank an Professor Pickl und seine Doktoranden für die Organisation des Seminars und das unermüdliche Engagement. Vielen Dank insbesondere, dass auch uns Studenten aus dem vierten Semester bereits die Möglichkeit gegeben wurde, am Seminar teilzunehmen – wir haben sehr viel gelernt! Alle Wünsche an das Seminar haben sich erfüllt: Endlich hatte man die im Studium viel zu selten gegebene Möglichkeit, eigenes Wissen in einem Vortrag darzulegen und sich und seinen Vortrag der kritischen Bewertung und Diskussion auszusetzen, die so wichtig für wissenschaftliches Arbeiten ist. Außerdem genoss ich sehr, in kleinem Kreise Themengebiete wie den Dirac-See, Wheeler-Feynman-Elektrodynamik und Bohmsche Mechanik kennenzulernen, die in den Massenvorlesungen des Grundstudiums (leider!) keinen Platz finden, und so meinen Wissenshorizont deutlich zu erweitern. Dank ergeht auch an das Programm Lehre@LMU, das durch seine Unterstützung das Seminar überhaupt erst ermöglichte.

P.S.: Was man bei der Befragung der Zugreisenden am 17. August auch herausgefunden hätte:

$$\mathbb{P}(\text{Wunsch nach Neuauflage des Seminars} \\ \cap \text{Seminarteilnehmer}) = 1$$