

proMINat

*Meine Zeit in der Studierendenakademie zur Förderung im
MINT Bereich an Weiterbildungskollegs in NRW*

Einmal im Jahr ermöglicht eine Kooperation zwischen dem Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen und dem Forschungszentrum Jülich ein besonderes Programm mit einer Woche voller interessanter Erfahrungen für wissenschaftsbegeisterte Erwachsene, welche das Abitur auf dem zweiten Bildungsweg anstreben.

Die TeilnehmerInnen bekommen die Gelegenheit, fünf Tage lang die Arbeit der WissenschaftlerInnen in einem Institut ihrer Wahl zu begleiten. An dem Forschungszentrum Jülich findet man eine Vielzahl an interessanten Forschungsgebieten aus den Bereichen Bioökonomie, Energie und Information, wobei es ein breites Spektrum an naturwissenschaftlichen Disziplinen zusammenbringt, auch innerhalb der einzelnen Projekte.

Unterkunft in Haus Overbach

An einem Sonntag Nachmittag fand sich unsere kleine Gruppe planmäßig am Jülicher Bahnhof zusammen, von welchem aus wir gemeinsam zum Haus Overbach aufbrachen. Unsere Unterkunft lag nahe der ehemaligen Wasserburg, in welchem sich heute ein Kloster befindet. Die Ruhe und idyllische Landschaft boten eine perfekte Kulisse für morgendliche Spaziergänge und gesellige Abende im Freien. Nach dem gemeinsamen Abendessen fanden wir uns zu einer kleinen Tagesabschlussrunde zusammen, wo neben der Organisation auch Erwartungen, Hoffnungen und Sorgen der TeilnehmerInnen im Hinblick auf die kommende Woche angesprochen wurden. Ich kann schonmal vorwegnehmen, dass alle Sorgen und Ängste, die in der abendlichen Runde geäußert wurden, sich im Nachhinein als unberechtigt herausgestellt haben. Es war allen Anwesenden jedoch bewusst, dass eine lange und intensive Woche mit vielen interessanten Eindrücken und einer Menge neuer Informationen vor uns liegen würde.

Die Dimension des FZJ

Ihr könnt euch im Voraus Bilder und Eckdaten zum FZJ angucken, aber selbst vor Ort sind die Dimensionen teilweise schwer zu greifen. Vom Räumlichen her wirkt es auf Fotos wie ein überdimensioniertes Dorf, ist es im Prinzip auch. Aber eben eines mit einem jährlichen Budget von circa 860 Mio. Euro, mit entsprechender Infrastruktur und Sicherheitsmaßnahmen, um Technologien wie Quanten- und Supercomputer, einen Teilchenbeschleuniger und diverse andere, äußerst raffinierte Projekte zu schützen und unterstützen. Oft haben selbst langjährige MitarbeiterInnen noch lange nicht alles zu sehen bekommen, was das Zentrum zu bieten hat. Einen kleinen Eindruck konnten wir uns während einer informativen Führung über Teile des Geländes verschaffen, zu der uns glücklicherweise Fahrräder zur Verfügung gestellt wurden.

Willkommen im INM-3

Nach dem gemeinsamen Mittagessen in der zentral gelegenen Kantine, die, nebenbei erwähnt, eine vielfältige Auswahl von Gerichten anbietet, warteten wir draußen gemeinsam auf unsere Betreuer, die uns nach und nach abholten. Zusammen mit Vanessa, einer weiteren proMINat-Teilnehmerin, durfte ich die Woche im Teilinstitut „Kognitive Neurowissenschaften“ (INM-3) des Instituts für Neurowissenschaften und Medizin (INM) verbringen. Wir wurden von Herrn Dr. Ralph Weidner, dem Leiter der Forschungsgruppe „Räumliche Kognition“, abgeholt und begaben uns nach einer freundlichen Begrüßung zu dem Gebäude des INM-3 und schließlich in sein Büro, wo er für uns, nach einer entspannten Kennenlernrunde, einen kurzen Vortrag über Psychophysik hielt. Gestützt auf Vorarbeiten von Ernst Heinrich Weber, begründete Gustav Theodor Fechner 1860 dieses Teilgebiet der experimentellen Psychologie, welches die

gesetzmäßigen Wechselbeziehungen zwischen quantitativ messbaren, also objektiven physikalischen Reizen und deren subjektiven psychischen (mental) Erleben untersucht. Schließlich führte uns Herr Dr. Weidner noch herum und stellte uns die anwesenden MitarbeiterInnen und ihre Forschungsschwerpunkte vor. Wir hatten tatsächlich die Gelegenheit uns mit den meisten von ihnen in den nächsten Tagen in Ruhe zu treffen, um einen Einblick in ihre Arbeit zu erhalten und mehr über den aktuellen Wissensstand in ihrem Fachgebiet zu erfahren. Generell waren alle MitarbeiterInnen des Instituts sehr entgegenkommend und auch gerne bereit jede Frage ausführlich und auf Augenhöhe zu beantworten.

Aus der Arbeitsgruppe „Translationale Bildgebung in der Neuroonkologie“ nahm sich der PhD-Student Michel Friedrich die Zeit, um mir den Stand seiner Arbeit zur Untersuchung von Veränderung struktureller Konnektivität bei Gliom-Patienten zu zeigen. Gliome sind die häufigste Art von Hirntumoren und gehen vom Stütz- und Nahrungsgewebe der Nervenzellen, den Gliazellen, aus. Um den Verlauf von Faserbahnen, welche von dem Tumor betroffen sein könnten, zu rekonstruieren, wird die Diffusions-Tensor-Bildgebung (DTI) genutzt, um die Diffusions-/ Bewegungsrichtung von Wassermolekülen entlang der Nervenbahnen zu visualisieren. So kann bestimmt werden, wo und zwischen welchen Hirnarealen die Kommunikation durch den Tumor gestört wird, was ein Grund für kognitive Defizite sein kann. Durch einen PET-Scan (Positronen-Emissions-Tomographie) kann mit Hilfe von radioaktiv markierten Aminosäuren (aufgrund von geringer Dosis und kurzer Halbwertszeit für den Patienten ungefährlich) der Aminosäurestoffwechsel im Gehirn sichtbar gemacht werden. Da Tumorzellen einen sehr aktiven Stoffwechsel haben und mehr Aminosäuren als gesundes Hirngewebe aufnehmen, sind sie dementsprechend auffallend, was beispielsweise die Lokalisierung zur Planung einer Operation enorm vereinfacht.

Nach Fragen über die strukturellen Veränderungen von weißer und grauer Substanz bei Alzheimerpatienten brachte Herr Friedrich mich zu einem Kollegen des Instituts, Herrn Dr. Nils Richter, welcher langjährige Erfahrung in der Alzheimerforschung besitzt und gerne bereit war meine Fragen zu beantworten. Zudem klärte er mich über mehrere Diagnoseverfahren, wie Tests und Fragebögen, auf und erklärte mir die Rolle und Bedeutung von verschiedenen Proteinen im Hirnwasser, die als Biomarker bei einer frühzeitigen Diagnose

hilfreich sein können. Beispielsweise kann eine erhöhte Konzentration an Amyloid-Peptiden zu Plaqueablagerungen und somit zu gestörter Kommunikation zwischen Nervenzellen oder Entzündungen führen. Eine Anti-Amyloid-Therapie zielt darauf ab die Bildung dieses Plaques zu reduzieren oder zu verhindern, ist allerdings noch Gegenstand aktueller Forschung. Auch Tau-Proteine, welche normalerweise dazu beitragen, die Struktur der Nervenzelle aufrecht zu erhalten, indem sie die Mikrotubuli stabilisieren, die für den Transport von Nährstoffen und anderen wichtigen Molekülen innerhalb der Zelle verantwortlich sind, können bei einer Alzheimererkrankung zu Beeinträchtigung und schließlich zum Absterben der Zelle führen, indem sie zu sogenannten Neurofibrillenbündeln „verklumpen“ und dadurch den Stofftransport verhindern. Das Risiko an Alzheimer zu erkranken steigt für alle Menschen mit dem Alter, doch neben der genetischen Veranlagung spielt insbesondere der Lebensstil eine ausschlaggebende Rolle. Ausgewogene und gesunde Ernährung sowie ein hoher körperlicher und kognitiver Aktivitätsgrad können das Risiko einer frühzeitigen Erkrankung hemmen.

An einem Morgen trafen Vanessa und ich uns mit Herrn Dr. Weidner in seinem Büro, wo er für uns einen Neuroanatomie-Crashkurs vorbereitet hatte. Zu diesem Anlass hatte er zwei plastinierte Präparate von echten Gehirnen mitgebracht, eines vollständig und das andere in Scheiben geschnitten, um die inneren Strukturen zu enthüllen. Bei der Plastination wird das in den Zellen vorhandene Wasser durch Kunststoff ersetzt, wodurch ein dauerhaftes Präparat entsteht, was den natürlichen Gegebenheiten sehr nahe kommt und sowohl Oberfläche als auch Struktur fast unverändert darstellt. So konnten wir die gelernte Theorie direkt praktisch anwenden. Neben der Identifizierung verschiedener Hirnareale und der Erklärung ihrer Funktion, beispielsweise des visuellen Cortex im Okzipitallappen zur Verarbeitung und Interpretation visueller Informationen, brachte uns Dr. Weidner die Orientierung anhand der Sulci und Gyri bei. Diese Furchen und Faltungen des Cortex geben dem Gehirn sein charakteristisches Aussehen und vergrößern seine Oberfläche und somit die Anzahl der Neuronen in der Großhirnrinde, wodurch höhere Verarbeitungskapazitäten auf begrenztem Raum, dem Schädelinneren, ermöglicht werden.

Im späteren Verlauf des Tages führte Herr Dr. Weidner uns in ein weiteres Gebäude, in welchem verschiedene Anlagen und Apparate zur experimentellen Nutzung untergebracht werden.

Unter anderem stellte er uns ein Instrument vor, mit welchem eine kurzfristige, nicht-invasive Beeinflussung einer kleinen, kortikalen Hirnregion zur Untersuchung ihrer physiologischen Funktion möglich ist, mit dem Verfahren der transkraniellen Magnetstimulation (TMS). Es nutzt das Prinzip der elektromagnetischen Induktion, um mit Hilfe eines Magnetfeldes, in maximal 0,0006 Sekunden langen Pulsen, durch die Schädeldecke (Kranium) hindurch eine elektrische Potentialänderung in Gruppen von Neuronen zu erreichen. Eine Depolarisation führt zu Aktionspotentialen, wodurch, je nach getroffenem Areal, Signale in beispielsweise neuromuskuläre Bahnen geschickt werden, die schließlich zu einer „ferngesteuerten“ Bewegung führen. Leider war zu diesem Zeitpunkt kein Versuch geplant, bei welchem wir hätten zuschauen können.

Wir erhielten jedoch die Gelegenheit, einen Magnetresonanztomographen (MRT) in Aktion zu sehen. Dieses medizinische Bildgebungsgerät verwendet starke Magnetfelder, Magnetfeldgradienten und Radiowellen, um Bilder von Organen im Körper zu erzeugen, auch in 3D. Das Magnetfeld richtet vorübergehend den Kernspin von Wasserstoff-Protonen im Körper aus und Radiowellen veranlassen diese, schwache Signale zu erzeugen, die dann durch Sensoren erfasst und mit Hilfe von Software in Bildform umgewandelt werden. Für Experimente ist allerdings das fMRT (funktionelle MRT) wesentlich interessanter, da dieses Verfahren es ermöglicht, die Gehirnaktivität beinahe in Echtzeit, genauer, durch Aufnahmen alle 0,8 Sekunden mit einer natürlich bedingten Latenz von ca. 5 Sekunden, zu beobachten. Wenn ein bestimmter Bereich des Gehirns aktiv ist, also die betroffenen Neuronen feuern und metabolisch belastet werden, erhöht sich der Blutfluss in diesem Bereich, um den Sauerstoffbedarf zu decken. Die unterschiedlichen magnetischen Eigenschaften von O₂-armen und O₂-reichen Blut erlauben es den Forschenden, diese Intensivierung des Stoffwechsels zu verfolgen, was Rückschlüsse darauf gibt, welche Hirnareale bei bestimmten Lernvorgängen und Aufgaben aktiv sind.

Das Netzwerk in unserem Gehirn ist unfassbar komplex und noch nicht ausreichend erforscht. Um zu beginnen die Prinzipien zu verstehen, die die Entwicklung, Struktur, Physiologie und kognitive Fähigkeiten des Nervensystems bestimmen, verwenden Forschende wie PhD-Studentin Marina Sazhumyan aus der Arbeitsgruppe „Computational Neurology“

Computersimulationen und mathematische Modelle, die Aspekte des Nervensystems beschreiben, von der Funktion einzelner Neuronen bis hin zu groß angelegten Netzwerken von Neuronen. Man kann sich die Kommunikationsvernetzung zwischen Hirnarealen, die sich oft über verhältnismäßig große Distanzen unterhalten, im Groben so vorstellen wie das Netz aus Flughäfen, das unseren Planeten umgibt. Gruppen von Neuronen, sogenannte Cluster, sind wie diese Flughäfen, die zum Großteil regionalen Flugverkehr ermöglichen. Manche Flughäfen dienen jedoch auch als Hubs für internationale Flüge und ermöglichen so einen koordinierten, schnellen und effizienten Transport von Personen und Gütern über den ganzen Globus – idealerweise. Wenn jeder einzelne Flugplatz Flüge zu jedem anderen Flughafen auf der Welt anbieten müsste, wäre das extrem kostenaufwendig. Wenn alle Flughäfen ausschließlich mit einem einzelnen zentralen Hub verbunden wären, über welches die gesamte Verteilung stattfinden würde, wäre dies nicht nur für viele kritische Routen zu zeitaufwendig, sondern auch ein enormes Risiko, da Komplikationen am einzigen Hub den Verkehr lahmlegen könnten. Daher ist eine gut verteilte und flexible Infrastruktur unabdingbar. Von der Metapher abgesehen ist unser Gehirn tatsächlich als ein Netzwerk angelegt, welches sich, dank seiner plastischen Struktur, je nach Erfahrung, verändert, anpasst und bis zum Tod durchgehend aktiv ist. Das Netzwerkkonzept wird angewandt, um beispielsweise Auswirkungen von krankheitsbedingten Schäden auf die neuronale Kommunikation nachvollziehen zu können. Forschung auf dem Gebiet der Computational Neuroscience hat unter anderem zu der Entwicklung von künstlichen neuronalen Netzen (KNN) geführt, welche als Teil des maschinellen Lernens das Herzstück von Deep-Learning-Algorithmen darstellen und in der Zukunft eine sehr wichtige Rolle in der Entwicklung von KI-Systemen darstellen, die in der Lage sein sollen, komplexe Aufgaben zu lösen.

Über die kognitiven Prozesse, die für Interaktion und Kommunikation zwischen Personen zuständig sind, und nonverbale Kommunikationssignale, die für soziale Differenzierung bedeutend sind, klärte uns M.Sc. Sebastian Lammers auf. Wir unterhielten uns auch über die Rolle des Belohnungssystems in sozialen Beziehungen und hochfunktionalen Autismus, einem der Schwerpunkte der Arbeitsgruppe „Soziale Kognition“. Herr Lammers erlaubte uns Einblicke in seine Forschung zum Zeitempfinden und gab uns auch wertvolle Ratschläge für unsere akademische Zukunft mit auf den Weg.

In einem computergestützten Verhaltensexperiment zur Bewertung der Aktualisierung von Prognosemodellen zeichnete die PhD-Studentin Giorgia Parisi mittels eines Eye-Trackers meine Augenbewegung und Reaktionszeit während zweier unterschiedlicher Aufgaben auf. Die Versuche fanden in einem dunklen, isolierten Raum statt, um Ablenkungen zu vermeiden. Im Zuge einer der Tests sollte ich beispielsweise, an einem Tisch sitzend und mit gestütztem Kopf, zunächst meinen Blick auf die Mitte eines Bildschirms fixieren und dann möglichst schnell auf einen links oder rechts aufblinkenden Punkt durch gezielte Augenbewegung reagieren. Nach außen gerichtete Pfeilspitzen an den jeweiligen Seiten des Fokuspunkts wurden angezeigt, um einen Hinweis darauf zu geben, auf welcher Seite der nächste Punkt erscheinen würde. Meistens waren diese Hinweise auch korrekt, wodurch ein gewisses Vertrauen in ihre Relevanz entstand und die Reaktionszeiten kürzer wurden. Aber es wurden auch Fehler eingebaut, um Daten über die Adaption des Vorhersagemusters, welche nach Erkennung eines unerwarteten sensorischen Reizes erfolgt, erheben zu können. Nachdem die beiden Aufgaben beendet waren nahm sich Frau Parisi noch die Zeit, mir mehr über die Grundlagen ihrer Forschung zu erzählen. Dabei zeigte sie mir auch einen Teil des Programmcodes, welchen sie für diesen Versuch geschrieben hatte, und erklärte mir die Rolle und Regeln des Ethikkomitees, welchem jeder Entwurf für ein geplantes Experiment vorgestellt werden muss.

Nach einem weiteren Experiment mit Eye-Tracker zur Untersuchung der Rolle von visueller Wahrnehmungsbelastung, also der Menge bzw. Intensität von aufgenommenen Reizen, in der Verteilung von „Aufmerksamkeitsressourcen“, konnte ich noch ein interessantes Gespräch mit dem PhD-Studenten Ulises Orbe Arteaga führen. Von Fragen zu seinem Versuch kamen wir auf die Theorie der freien Energie von Karl Friston, welche besagt, dass das Gehirn Überraschungen oder Unsicherheiten reduziert, indem es Vorhersagen auf der Grundlage interner Modelle (top-down) trifft und diese mithilfe von sensorischen Eingaben (bottom-up) aktualisiert. Dieses Prinzip integriert die Bayessche Inferenz mit aktiver Inferenz und bietet somit eine Erklärung für Wahrnehmungs-Handlungs-Schleifen. Auch über die Vielfalt von Bewusstsein und die Komplexität des Universums konnten wir uns unterhalten.

Ethikdiskussion zum Thema „KI und Big Data“

Am Mittwoch verließen wir unsere Institute frühzeitig und trafen uns im Julab zu einer Gesprächsrunde über Ethik in den Naturwissenschaften. Einleitend hielt Herr Dr. Charles Rathkopf, ein Mitarbeiter der Forschungsgruppe „Neuroethik und Ethik in der KI“ des INM-7 (Gehirn und Verhalten), einen aufschlussreichen Vortrag über wichtige Konzepte und die technischen Grundlagen von künstlicher Intelligenz. Neben den Fähigkeiten von KI präsentierte Dr. Rathkopf uns auch eine Reihe von interessanten Fehlern und Anomalien die im Laufe der Entwicklung entstanden und die Forschende zu stetiger Optimierung und Adaption veranlassen. Er stellte uns die Vorteile und Grenzen von einem Algorithmus wie GPT, einem Large Language Model (LLM), oder DeepLearning Algorithmen vor und sprach ethische Bedenken an, was eine Überleitung zu der anschließenden Diskussionsrunde bildete, an welcher zusätzlich sein Kollege Dr. Jan-Hendrik Heinrich teilnahm. Durch Fragen von uns und Mitarbeiterinnen des Julab, welche aus Interesse an der Runde teilnahmen, entstand schnell eine rege Debatte, welche vom Rechtlichen bis hin zum Philosophischen reichte. Auch kritische Fragen wurden von den Experten kompetent und ehrlich beantwortet. Auch wenn am Ende noch offene Fragen blieben und Neue dazu kamen, was aber selbstverständlich in der Natur der Dinge liegt, war die gesamte Veranstaltung sehr informativ und regte zum weiteren Nachdenken an.

Astro-Lab

Einen unvergesslichen Abend verbrachten wir als Gruppe im sogenannten „Astro-Lab“ des Science College, welches auf dem Gelände von Haus Overbach und direkt gegenüber der Unterkunft liegt. Ein ehemaliger Teilnehmer des Programms und späterer Luft- und Raumfahrtingenieur, Philipp Mülheims, hatte für uns einen Astronomie-Abend vorbereitet. Dazu lud er uns in

einen Raum im Dachgeschoss des Gebäudes ein, welcher mit rotem Licht ausgeleuchtet war, um unsere Augen frühzeitig an die nächtlichen Lichtgegebenheiten zu gewöhnen, die uns am Ende des Abends erwarten würden, wenn wir mit einem großen Teleskop ausgerüstet vom Dach aus den Nachthimmel erkunden würden. Zunächst beschrieb Herr Mülheims jedoch, in seiner Präsentation zu den Grundlagen der Astrophysik, die Dimension und unterschiedliche Phänomene des Universums und unterlegte seinen Vortrag nicht nur medial mit Originalaufnahmen von verschiedenen Weltraumteleskopen, sondern brachte auch interaktive Visualisierungen ein, als er beispielsweise mehrere TeilnehmerInnen verwendete, um eine Gravitationslinse darzustellen. Als wir dann das Dach betraten, nutzte Herr Mülheims die Zeit, bis unsere Augen sich optimal an die Dunkelheit gewöhnt hatten, um uns einen Orientierungskurs anhand der markanten Sterne zu geben, die schon für das bloße Auge erkennbar waren. Schließlich justierten wir das Teleskop und verbrachten den Rest des Abends damit, abwechselnd ferne Himmelskörper zu finden und entspannt, von guten Gesprächen begleitet, den Sternenhimmel zu betrachten.

Gruppendynamik



Ein wichtiger Grund, weshalb mir diese Woche besonders in Erinnerung bleiben wird, war die Atmosphäre innerhalb der Gruppe. Schon am Anknunftstag konnte man, während eines kleinen Spaziergangs zum Barmener See und einem nahegelegenen Biergarten, dank der angenehmen und professionellen Leitung von Gruppenbetreuer Jan Schmidt, sich

gegenseitig besser kennenlernen. Die Offenheit und Neugier der TeilnehmerInnen war während der ganzen Woche eine erhebende Erfahrung, aus der viele interessante Gespräche entstanden, im Zuge derer man mehr über die Institute und Interessen der Anderen lernen konnte. Nach den planmäßigen Tagesabschlussrunden fanden wir uns stets zusammen, um gemeinsam den Tag mit Gesellschaftsspielen zu beenden, wobei es nie darum ging zu gewinnen oder sich gegenseitig zu übertrumpfen, sondern darum, dass alle Spaß hatten. Und den hatten wir. Der letzte Abend mit Spielen, einem Wein und spontanem Gruppenkaraoke wird immer eines meiner persönlichen Highlights dieser Woche bleiben.

Empfehlungen für zukünftige TeilnehmerInnen

Solange ihr eine Menge Neugier mitbringt, werdet ihr eine tolle Zeit haben. Es wird allerdings eine Flut von neuem Wissen auf euch zukommen, daher würde es sich lohnen, in ein kleines, dünnes Notizbuch zu investieren (die ganze Zeit Notizen ins Handy zu tippen kann bestimmt zu unbeabsichtigten Missverständnissen führen). Da könnt ihr dann einfach alles aufschreiben, was euch wichtig vorkommt und eventuell Skizzen anfertigen. Wenn ihr Vorwissen mitbringt und schon ein paar Fragen habt, die ihr stellen wollt, dann schreibt sie auch auf, damit ihr sie in den Gesprächen nicht vergesst. Wichtig ist, dass ihr viele Fragen stellt. Keine falsche Scheu, wenn ihr das Gefühl haben solltet, dass ihr etwas nicht versteht. Zum Einen wird von euch nicht erwartet, dass ihr alles wissen müsst oder auf Anhieb versteht, zum Anderen beantworten die MitarbeiterInnen an euren Instituten euch gerne jede noch so „blöde Frage“, besonders wenn es um ihre eigene Arbeit geht. Wenn ihr fleißig fragt, werden sich im Laufe der Woche viele Informationen ansammeln, auf die ihr euch in weiteren Gesprächen beziehen könnt. Nebenbei erleichtert es euch das Schreiben des Berichts enorm, also denkt daran in den richtigen Momenten mitzuschreiben. Ansonsten kann ich euch nur raten, euch nicht zu sehr unter Druck zu setzen und die Erfahrung einfach zu genießen.

Selbst wenn ihr auf eure Bewerbung hin keine Zusage erhalten solltet, lasst euch nicht entmutigen. Verfolgt weiter euer Ziel und tut einfach so, als hättet ihr nie davon gehört.

Pura Vida,

Bastian Möller