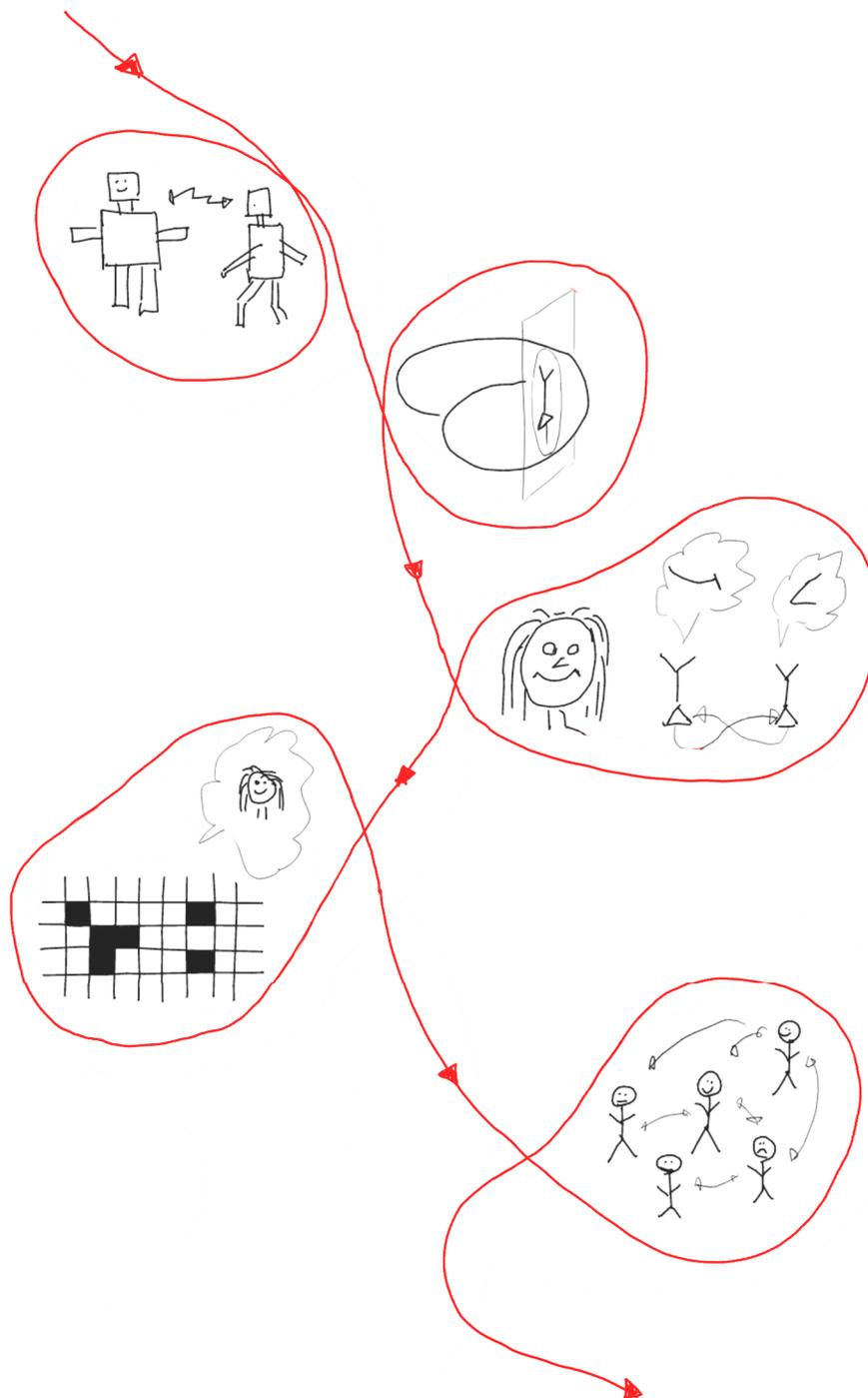


Die MINT-Klasse. *Faszination Naturwissenschaften*

Curriculum GYM2 2022 / 2023



Einführung und Überblick

Die Transfermodule

Die Transfermodule, in denen wir fächerübergreifend arbeiten, bilden das eigentliche Herzstück der MINT-Klasse. In den zwei zusätzlichen Wochenlektionen werden wir selbständig forschen, experimentieren und Wissen vielseitig anwenden. Gefragt sind also Kreativität, Neugierde und die Lust, einer Frage nachzugehen. Nebst dem praktischen Einblick in aktuelle Forschungsgebiete eignen wir uns dabei fächerübergreifende Kompetenzen an. Die Fähigkeit zum Beispiel, in einem Team Probleme zu lösen, spielt in Studium und Beruf eine zunehmend wichtige Rolle.

Ausgangspunkt bildet ein Jahresthema, das als roter Faden durch die unterschiedlichsten Fragestellungen und Disziplinen führt. Die folgenden Seiten stellen zunächst das Jahresthema "Think MINT. Denken in Netzwerken" vor. Abstracts beschreiben anschliessend den Bezug der einzelnen Projekte zum Jahresthema. Die fünf Projekte gehen jeweils mit anderen Voraussetzungen und Zielsetzungen an die Fragestellungen heran, um das Thema aus einer eigenen Perspektive zu beleuchten.

Think MINT. Denken in Netzwerken

Wie denken wir? Wie gelingt es uns, Mona Lisa zu erkennen, Schach zu spielen oder zwei Zahlen zusammenzuzählen? Die Philosophie beschäftigt sich seit vielen Jahrhunderten mit der Frage, wie wir unsere Umwelt wahrnehmen, Probleme lösen, Entscheidungen fällen und handeln - eben "denken". Mit der Entwicklung modernster Geräte ist es den Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen heutzutage möglich, in den Kopf zu sehen und das Gehirn beim Denken zu beobachten. So können wir lernen, wie der Denkapparat funktioniert.

Das Interesse am Gehirn ist enorm. Forschende in den Bereichen Medizin, Chemie, Biologie und Psychiatrie möchten Gehirnerkrankungen wie z.B. Parkinson oder Epilepsie kurieren können. Physikerinnen und Physiker, Ingenieurinnen und Ingenieure stellen elektronische Kopien von Teilen des Gehirns her, um "smarte" Geräte zu bauen, wie etwa humanoide Roboter als Hilfe in pflegenden Berufen, selbststeuernde Autos, intelligente Prothe-

sen zum Sehen, Hören oder Laufen sowie selbstständig handelnde Marssonden.

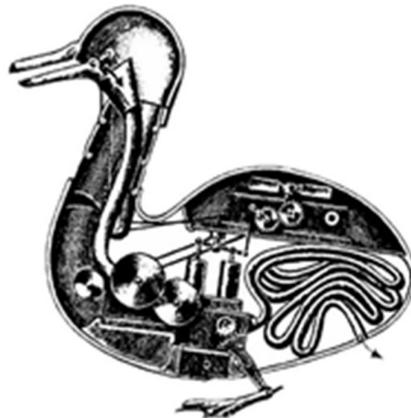


jolyon.co.uk

Ein Blick ins Innere des Gehirns, wie es auch sein könnte. In Wirklichkeit ist das Denken gerade NICHT zentral von einem einzigen "Überwacher" gesteuert. Vielmehr ist Denken ein Prozess, bei dem unzählige gleichberechtigte Neuronen miteinander chatten und Informationen austauschen.

Das erste MINT-Jahr beginnt mit einem Sprung ins kalte Wasser. In **Projekt 1** versuchen wir Maschinen zu bauen, die sich clever verhalten können. Dabei orientieren wir uns nur an den Reaktionsmöglichkeiten von Menschen, nicht aber an der Funktionsweise des Gehirns. Die Maschine soll sich bewegen können, also muss sie Motoren haben. Sie muss auch die Umwelt wahrnehmen können, also statten wir die Maschine mit Sensoren aus, die "sehen" und "spüren" können. Das Ziel ist es, diese Bauteile zu benutzen, um einen Roboter zu bauen, der nicht über jedes Hindernis fällt oder der den Weg durch ein Labyrinth findet. Wir werden sehen, dass es möglich ist, einen solchen zu konstruieren. Schwieriger wird es aber, wenn die Maschine selbständig lernen soll, um sich in einer neuen Umgebung zurechtzufinden oder eine Sprache zu verstehen. In dieser Hinsicht ist die Funktionsweise des Gehirns enorm überlegen – hier können wir sehr viel lernen.

Jack de Vaucansons "The Duck". Dieses mechanische Biest war ein früher Versuch, einen Roboter zu bauen (1793). Die Ente konnte die Flügel schwingen, essen und Körner verdauen. Jeder Flügel bestand aus über 400 sich bewegenden Teilen.



Wir wissen mittlerweile, dass beim Denkprozess zwischen den Neuronen im Gehirn elektrische Signale ausgetauscht werden. Zerlegen wir das Gehirn in seine Einzelteile (die Neuronen), so stehen wir jedoch vor einem Rätsel. Jedes Neuron gleicht dem anderen; seine einzige Funktion besteht darin, mit anderen Neuronen zu "chatten". Betrachten wir ein Bild, etwa die Mona Lisa, kommt es zu einem "Gespräch" zwischen den Neuronen. "Ich sehe eine braune Augenbraue!", sagt ein Neuron zu seinem Nachbarn, ein anderes "Ich sehe einen Mundwinkel!", wieder ein anderes "Ich sehe gar nichts!" - und so weiter. Wie entsteht aus diesem Chor von verteilten Informationsfetzen aber die Erkenntnis, dass wir ein Bild der Mona Lisa vor uns haben?



Ein einzelnes Neuron nimmt nur einen kleinen Ausschnitt des Bildes der Mona Lisa wahr, wie zum Beispiel den linken Mundwinkel.

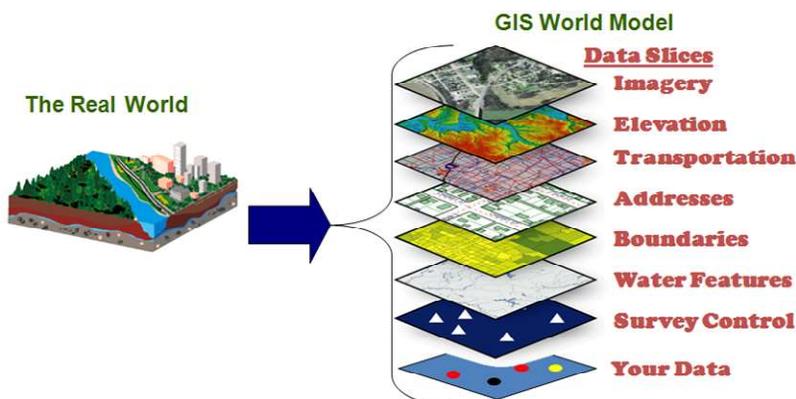
Dieser Frage werden wir in zwei Projekten etwas genauer nachgehen. Zuerst müssen wir verstehen, wer mit wem redet im Gehirn: Wem genau sendet ein Neuron seine Informationen über die Mona Lisa, und von wem bekommt es selbst Informationen? In **Projekt 2** werden wir deshalb das Hirn eines Tieres zerschneiden und herausfinden, wie es aufgebaut ist. Natürlich wird es nicht möglich sein, in diesem Projekt das Gehirn genau zu kartographieren. Ein Gehirn besitzt mehrere Milliarden Neuronen und jedes Neuron kommuniziert mit etwa Zehntausend anderen Nachbarneuronen! Das Netzwerk von "Chatfreunden", das sich daraus ergibt, ist wahrlich komplex; nicht von ungefähr wird es oft mit einem dichten Gestrüpp verglichen, in dem sich schon viele Forschende verloren haben. Im Projekt 2 geht es also vor allem darum, eine Methode kennenzulernen, mit der es möglich ist, solch ein dichtes, auf kleinsten Raum zusammengepacktes Netzwerk sichtbar zu machen.



Neuronen (schwarze Punkte), die über ein dichtes Netzwerk von dünnen Leitungen miteinander chatten. Jedes Neuron hat nur einen kleinen "Blick" auf das Bild der Mona Lisa. Durch diesen Austausch, an dem viele Millionen von Neuronen beteiligt sind, ergibt sich schliesslich der Gesamteindruck "Mona Lisa".

Das darauffolgende **Projekt 3** beschäftigt sich mit der Frage, wie die herumschwirrenden Informationsfetzen über die Mona Lisa zu einem Ganzen zusammengesetzt werden. Wir werden dies anhand einfacher Beispiele aus dem Sinnesbereich studieren, angefangen mit der Frage, wie solche Informationsfetzen überhaupt ins Gehirn gelangen. In einem zweiten Schritt werden wir dann untersuchen, wie die Neuronen diese Informationsfetzen sinnvoll kombinieren. Wie auch sonst so oft im Leben ist dabei entscheidend, wer genau wann welche Informationsfetzen bekommt. Zum Schluss wollen wir uns anschauen, wie das Ganze mit der Sprache zusammenhängt.

Unser räumliches Vorstellungsvermögen ist hinsichtlich grossräumiger Zusammenhänge limitiert. Hier helfen uns Geografische Karten. Sie dienen uns dazu, die Vogelperspektive einzunehmen und unsichtbare Zusammenhänge sichtbar zu machen. In **Projekt 4** lernen wir mit einem Geografischen Informationssystem (GIS) ein Instrument kennen, das uns dabei unterstützt, komplexe Strukturen einer Landschaft zu erkennen, zu dekonstruieren, darzustellen und zu analysieren.



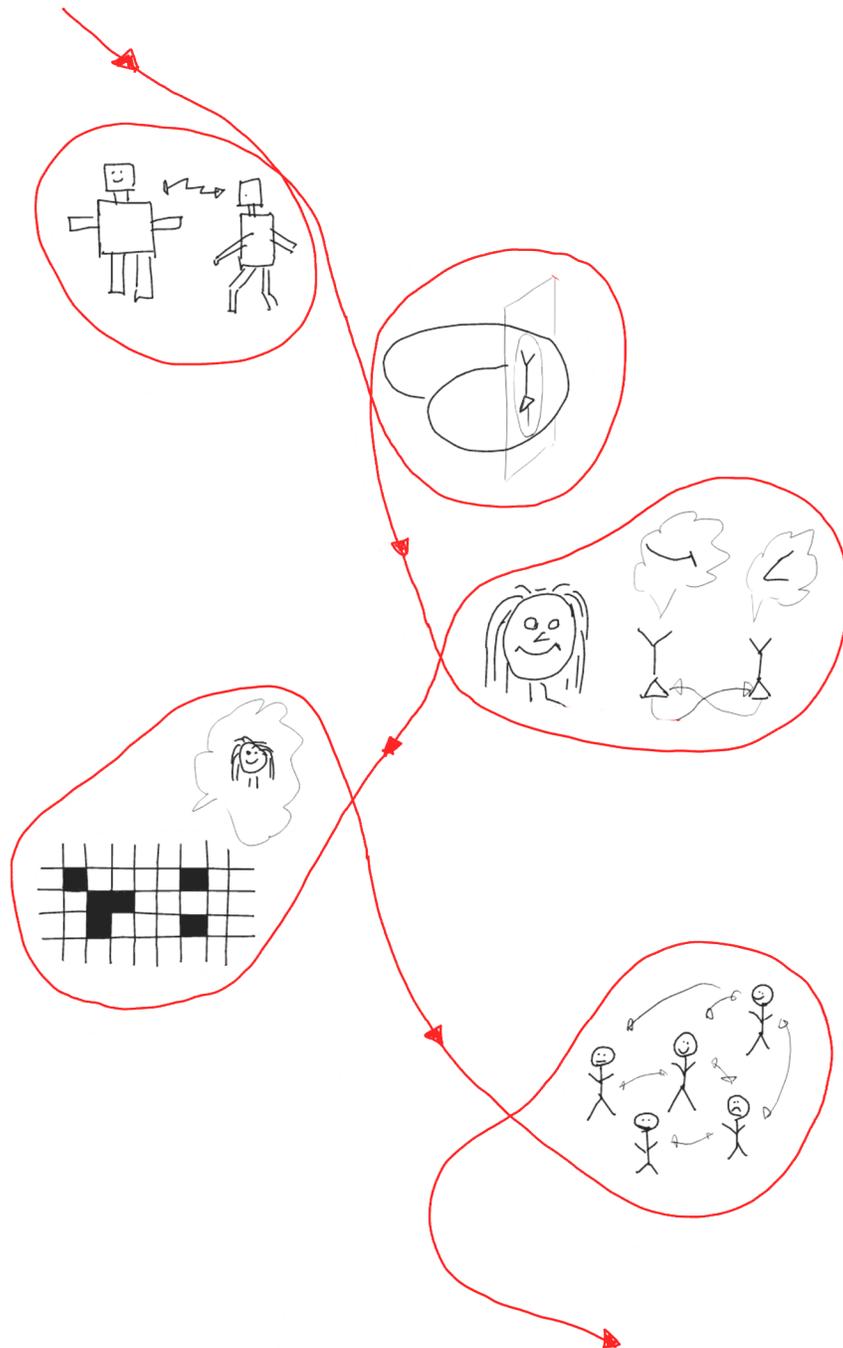
Das **Projekt 5** bildet den Übergang vom Thema «Think MINT! Denken in Netzwerken» zum Jahresthema «Build MINT! Die Natur als Architektin, der Mensch als Modellierer.» Wir werden die Übergänge von analogem und digitalem Gestalten kennenlernen und an uns selbst erfahren, welche Unterschiede im Denken diese zwei Ansätze hervorrufen.

Termine / Veranstaltungen 2022/23

15.08. – 16.09.22	Projekt 1: Wie baue ich eine intelligente Maschine? Robotik mit LegoMindstorm.	W 101
30.08.22 18.30 Uhr	Kick-off-Veranstaltung MINT mit Eltern	Cheminée- raum
17.10. – 23.12.22	Projekt 2: ... und wie macht es die Natur? Hirn- schnitte	W 101
09.01.- 24.02.23	Projekt 3: Wie erkenne ich Mona Lisa?	W 111 / W 021
27.02.- 07.04.23	Projekt 4: Wie erfassen wir die Information einer Landschaft	W 021
Im Mai	Besuch der Postersession der GYM3-Klassen	Aula
01.05. – 08.07.23.	Projekt 5: Analoges und Digitales Gestalten	W 021

Projektbeschreibungen

Roter Faden



Projekt 1

Wie baue ich eine intelligente Maschine?

"Menschenähnliche" Maschinen, die sich autonom bewegen, auf Geräusche reagieren, Farben unterscheiden oder musizieren, versetzen uns in Staunen. Die Möglichkeiten, künstliche Intelligenz nach unserem Belieben zu programmieren, sind beeindruckend gross.

Projekt 1 taucht in die faszinierende Welt der Robotik ein und veranschaulicht den Bau und die Programmierung eines einfachen Roboters.

Mit LEGO Mindstorms konstruieren wir einen Roboter nach unseren Vorstellungen. Das "Gehirn" von LEGO Mindstorms ist der EV3, ein Steuercomputer, der mit der visuellen Programmiersprache LabVIEW betrieben wird. Damit können wir den Roboter in Bewegung setzen, Hindernisse umgehen oder Ball spielen lassen.

Ziel des Projekts ist es, Elemente dieser Programmiersprache zu erlernen, sie direkt am Roboter anzuwenden und die Vielfalt möglicher Verhaltensweisen zu erkennen, die uns bereits ein einfaches Robotik System bietet.

Projekt 2

... und wie macht es die Natur?

Fahrradfahren ist kinderleicht, aber nur, wenn man es schon kann; ein geübter Fahrradfahrer gibt seinen Beinen keine bewussten Strampelanweisungen mehr; die Beine drehen sich von alleine, so dass der Fahrer sich auf den Strassenverkehr konzentrieren kann. Dies hört sich einfach an, doch braucht es dazu eine Meisterleistung unseres Gehirns. Während dem Fahren rufen wir nämlich abgespeicherte Programme ab, die wir vorher erlernt haben. Verschiedene äussere Reize wie z.B. ein sich näherndes Auto können zum Abruf von verschiedenen Programmen führen (z.B. Bremsen oder Ausweichen). Da die äusseren Reize in einer anderen Gehirnregion verarbeitet werden, als die Programme abgespeichert sind, müssen diese Abschnitte andauernd untereinander kommunizieren. Folglich gibt es auch Verbindungsstrukturen, die wie grosse Strassen verschiedene Areale miteinander verbinden und somit deren Kommunikation untereinander gewährleisten. Verschiedene Gehirnbezirke übernehmen also äusserst unterschiedliche Funktionen. Da stellt sich die Frage, ob sich diese Regionen

auch in ihrem Aussehen, in ihrer Struktur unterscheiden und ob es sogar möglich ist, anhand der Struktur einer Region auf deren Funktion zu schliessen.

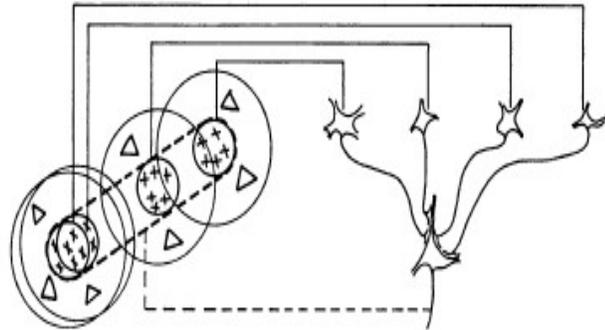
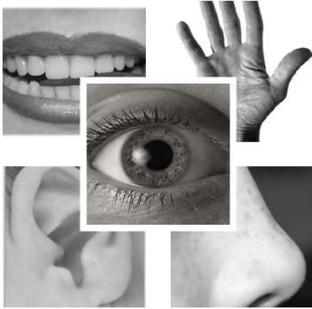
In diesem Projekt werden wir diesen Fragen nachgehen. Wir werden unser erarbeitetes Gehirnfunktionswissen anwenden, indem wir es mit der Struktur (z.B. Zelldichte, Zelltypen und Zellform) von Gehirnteilen vergleichen. Dazu werden wir selber Gehirnschnitte anfertigen und sie dann im Detail mithilfe von Mikroskopen studieren. D.h. wir werden Schritt für Schritt echte Gehirne selber präparieren, entwässern, einbetten, schneiden und einfärben. Dabei werden wir nicht nur die Techniken, die dafür notwendig sind, erlernen und durchführen, sondern wir werden uns auch viel Wissen über den Aufbau von verschiedenen Gewebe- und Zelltypen aneignen.

Projekt 3

Wie erkenne ich die Mona Lisa?

Um uns in der Umwelt zurechtzufinden, müssen wir sie stetig wahrnehmen. Eine glitzernde Oberfläche vor uns am Boden nehmen wir als Pfütze wahr, in die wir nicht hineintreten wollen. Die von einem Smartphone ausgehende Abfolge von Tönen erkennen wir als unseren Klingelton. Diese Wahrnehmungsleistungen verdanken wir unserem Gehirn, das visuelle und akustische Reize mit Hilfe unserer Augen bzw. Ohren sammelt und durch Interaktion von Neuronen verarbeitet. Mit Hilfe solcher neuronalen Netzwerke ist erst ein Wiedererkennen und Einordnen der Signale möglich.

In diesem Projekt werden wir Einblick in Wahrnehmungsmechanismen erhalten.



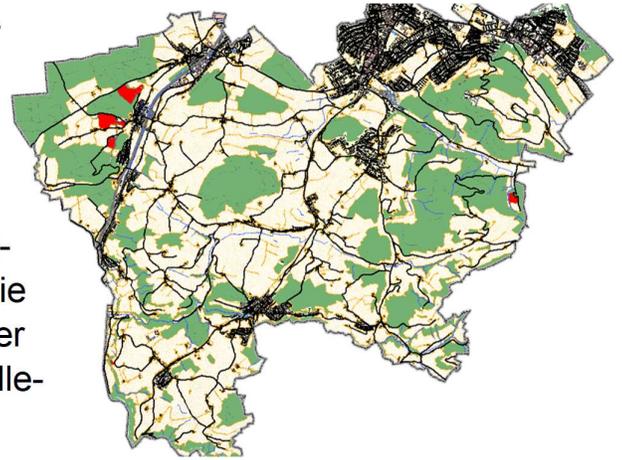
Wahrnehmung entsteht durch Reize, die mittels unserer Sinnesorgane (Bild links) ins Gehirn gelangen. Die Reize bringen Neuronen zum Feuern. Aber erst deren Zusammenspiel in Netzwerken führt zu komplexeren Wahrnehmungsprozessen. Das Bild rechts zeigt ein kleines Netzwerk, das eine gerade Linie erkennen kann.

Um zu verstehen, wie ein äusserer Reiz von neuronalen Netzwerken verarbeitet wird, bauen wir einfache mechanische Modelle von Neuronen. Durch Experimente an diesen Neuronen erkunden wir die grundlegenden Eigenschaften biologischer Neuronen und neuronaler Netzwerke. In einem weiteren Schritt erproben wir, ob wir visuelle Wahrnehmungsgrössen (Orientierung einer Kante) mit Hilfe der Modell-Neuronen nachahmen können. Und danach geht es um die Frage, wie alle diese Wahrnehmungen mit der Sprache verknüpft werden.

Projekt 4

Wie erfassen wir die Informationen einer Landschaft?

Unsere Landschaft ist ein komplexes System aus abertausenden von Einzelobjekten und Einzelinformationen, die in vielfältigen, wechselseitigen Beziehungen zu einander stehen. Davon nehmen wir nur einen Bruchteil bewusst wahr. Viele dieser Zusammenhänge werden erst durch die gezielte Selektion und Vereinfachung in der Darstellung von Karten sichtbar. Als grundlegendes Arbeitsinstrument steht und das Geo-Informationssystem ArcGIS zur



Verfügung. ArcGIS ist ein Computersystem zum Erfassen, Analysieren und Präsentieren von komplexen Phänomenen und wird heutzutage in allen Bereichen der Arbeitswelt eingesetzt, die Räume untersuchen: z.B. zur Ortsplanung, zur Simulation von Naturgefahren oder im Bauwesen.

Wir werden die Möglichkeiten zum Sichtbarmachen und Selektionieren von Landschaftsinformationen Schritt für Schritt kennen lernen. Das Ziel des Projekts ist das Erstellen einer Geocaching-Tour in der näheren Umgebung. Die Erfassung und Verarbeitung der Rauminformationen zu einer GPS-basierten Schnitzeljagd erfolgt mit dem Smartphone.

Projekt 5

Architektur stellt als Schnittstelle zwischen Technik, Ästhetik und Funktionalität ein idealer Rahmen dar, um interdisziplinär zu arbeiten. Architektur prägt unseren Alltag wesentlich und ist gesellschaftspolitisch relevant.

In diesem Modul beschäftigen wir uns in praktischer und experimenteller Weise mit Gehäusen. In einem ersten Teil werden wir anhand des plastischen Modellierens eines Volumenmodells spielerisch unser Vorstellungsvermögen schulen. In einem zweiten Teil nutzen wir eine weit verbreitete 3D-Modellierungssoftware, um Polygonmodelle zu erstellen. Dabei lernen wir die grundlegenden Vorgehensweisen der polygonalen Modellierung kennen. Zudem werden wir uns mit Rendering Techniken auseinandersetzen.

In einem abschliessenden eigenen Projekt werden die analoge und digitale Welt wieder miteinander verknüpft.