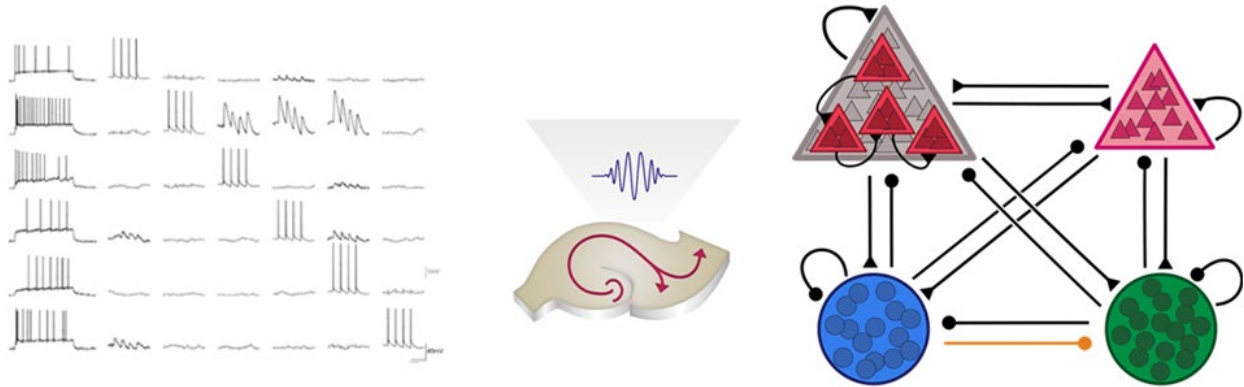


SFB1315/2 Project Summaries: 2022/2–2026/1

A01: Role of heterogeneous pyramidal cell populations and specific connectivity motifs in pattern completion and replay of memory sequences.....	3
A01: Zur Rolle von heterogenen Populationen von Pyramidenzellen und spezifischen Motiven der Konnektivität bei der Musterergänzung und dem Wiederabspielen von Gedächtnissequenzen.....	4
A02: Differential embedding of hippocampal output neurons during memory-related oscillations..	5
A02: Differenzielle Einbettung hippocampaler Neurone während Gedächtnis-relevanter Oszillationen.....	6
A03: A comparative approach to the consolidation of kinship memory	7
A03: Ein komparativer Forschungsansatz zur Konsolidierung des Verwandtschaftsgedächtnisses..	8
A04: Chasing engrams in a μ Stim-based systems memory consolidation paradigm.....	9
A04: Die Suche nach Engrammen in einem μ Stim-basierten Gedächtniskonsolidierungs-Paradigma	10
A05: Inhibitory control of memory consolidation in primary somatosensory cortex	11
A05: Inhibitorische Kontrolle der Gedächtnisfestigung im primären somatosensorischen Kortex .	12
A06: Song memory consolidation in sleeping zebra finches	13
A06: Einfluss von Schlaf auf den Gesangslernprozess des Zebrafinken	14
A07: Network activity during memory consolidation and sleep in <i>Drosophila</i>	15
A07: Netzwerkaktivität während Gedächtniskonsolidierung und Schlaf in <i>Drosophila</i>	16
A08: Homeostatic presynaptic plasticity in memory consolidation and sleep of the aging brain....	17
A08: Homöostatische präsynaptische Plastizität bei der Gedächtniskonsolidierung und im Schlaf des alternden Gehirns	18
A09: Dreaming in context – Role of context in sensory cortico-hippocampal interactions during consolidation.....	19
A09: Träumen im Kontext – Die Rolle des Kontexts bei sensorischen kortiko-hippocampalen Interaktionen während der Konsolidierung	20
A10: Role of mTORC1 and protein translation in memory consolidation in the neocortex.....	21
A10: Die Rolle von mTORC1 und der Proteintranslation bei der Gedächtniskonsolidierung im Neokortex	22
B01: A neuronal model for the development of schemas and their role in systems memory consolidation.....	23
B01: Ein neuronales Modell für die Entwicklung von Schemas und ihre Rolle bei der systemischen Gedächtniskonsolidierung	24
B03: A combined perturbation and modelling approach to understand and modulate the interactions between brain oscillations underlying memory consolidation in human NREM sleep	25
B03: Ein kombinierter Perturbations- und Modellierungsansatz für die Untersuchung von Hirnoszillationen, die der Konsolidierung des menschlichen Gedächtnisses zu Grunde liegen, und ihrer Wechselwirkungen während des NREM Schlafs	26
B04: Ontogenesis of memory consolidation: From remembering regularities to specifics	27

B04: Entwicklung der Gedächtniskonsolidierung – Erinnerung von Regelmäßigkeiten bis zu spezifischen Ereignissen.....	28
B05: Contextual modulation of spatial memory consolidation.....	29
B05: Kontextuelle Modulation der Konsolidierung von Raumgedächtnis	30
B06: Connectivity dynamics related to memory consolidation in cortical layers and subcortical networks.....	31
B06: Veränderungen in layer-spezifischer kortikaler Konnektivität und subkortikaler Neuromodulation während der Gedächtniskonsolidierung	32
C01: Development of molecular tools for manipulating and studying memory engrams.....	33
C01: Entwicklung von molekularen Werkzeugen zur Manipulation und Erforschung von Gedächtnisengrammen	34
C02: Experimental behavior technologies and animal training.....	35
C02: Experimentelle Technologien für Tierverhalten und training	36
INF: Infrastructure for Findable, Accessible, Interoperable, Reusable (FAIR) Data.....	37
INF: Infrastruktur für Findable, Accessible, Interoperable, Reusable (FAIR) Daten	38
Z: Central administrative project & data curation (2022-2030)	39
Z: Zentralprojekt und Data Curation (2022-2030)	40

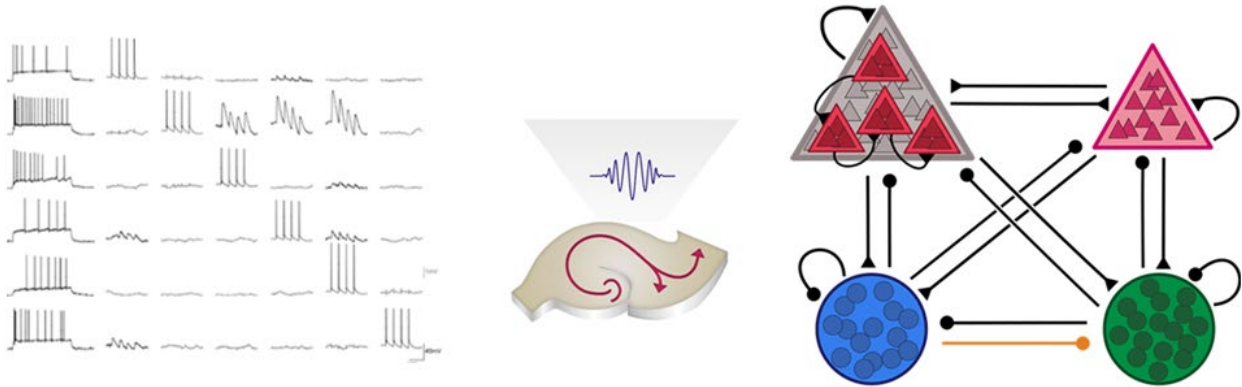


A01: Role of heterogeneous pyramidal cell populations and specific connectivity motifs in pattern completion and replay of memory sequences

Hippocampal sharp wave/ripple complexes (SWRs) are short (50–100 ms) episodes of coordinated network activity arising in the hippocampal CA3 area. They mediate the consolidation of explicit memories, and their disruption impairs memory whereas their prolongation enhances memory. However, the mechanisms governing the occurrence of these episodes remain obscure. To better understand SWR dynamics, we will focus on the role of heterogeneous pyramidal cell populations and specific connectivity motifs in pattern completion and replay of memory sequences. We will analyze the differential embedding of CA3 pyramids during SWRs, assess their specific connectivity, manipulate subsets of neurons using optogenetics *in vitro* and *in vivo*, and develop computational network models of SWRs that can be numerically simulated and analyzed mathematically. This work will considerably extend our understanding of sharp-wave models, which were established in our joint experimental-theoretical work in the previous funding period.

Image: Network physiology (left) and interactions (right) between pyramidal cells (red), PV+ basket cells (blue), and anti-SWR cells (green). Courtesy of Richard Kempter and Gaspar Cano.

Project PIs: Prof. Dr. Dietmar Schmitz, Prof Dr. Richard Kempter

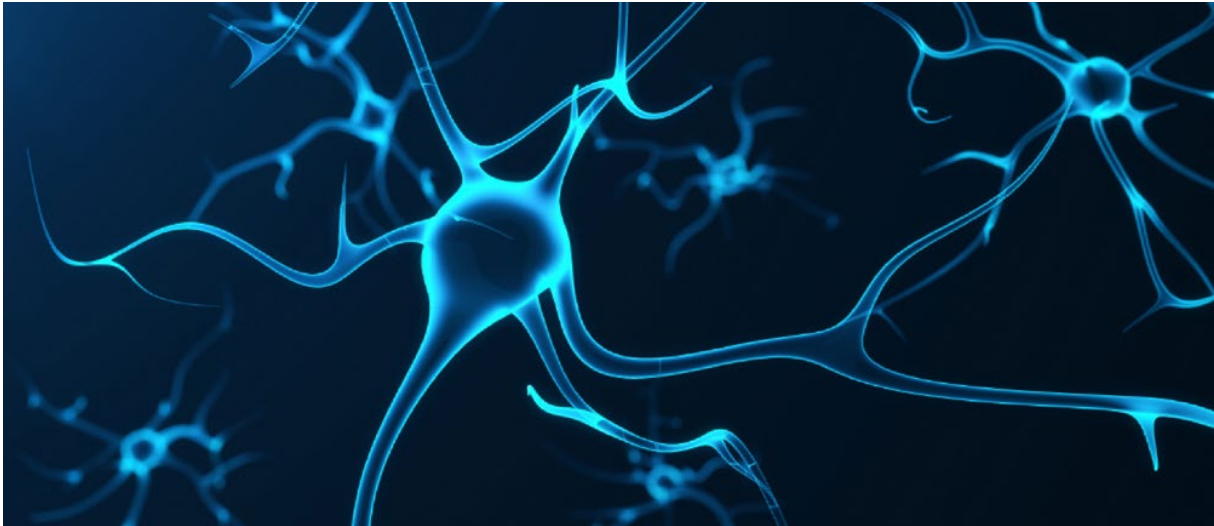


A01: Zur Rolle von heterogenen Populationen von Pyramidenzellen und spezifischen Motiven der Konnektivität bei der Musterergänzung und dem Wiederabspielen von Gedächtnissequenzen

Sharp wave ripple-Komplexe (SWRs) sind kurze (50–100 ms) Episoden koordinierter neuronaler Aktivität, die im Hippocampus entstehen und die Konsolidierung expliziter Gedächtnisinhalte vermitteln. Die Mechanismen zur Steuerung des Auftretens von SWRs sind jedoch unbekannt. Um deren Dynamik besser zu verstehen, beabsichtigen wir die Rolle heterogener Populationen von Pyramidenzellen und spezifischen Motiven der Konnektivität bei der Musterergänzung und dem Wiederabspielen von Gedächtnissequenzen zu untersuchen, und zwar mit Hilfe von optogenetischen Methoden *in vitro* und *in vivo* und Netzwerkmodellen.

Bild: Netzwerkphysiologie (links) und Interaktionen (rechts) zwischen Pyramidenzellen (rot), PV+ Basket-Zellen (blau) und Anti-SWR-Zellen (grün) zeigt. Quelle, Richard Kempter und Gaspar Cano.

Projekt PIs: Prof. Dr. Dietmar Schmitz, Prof Dr. Richard Kempter

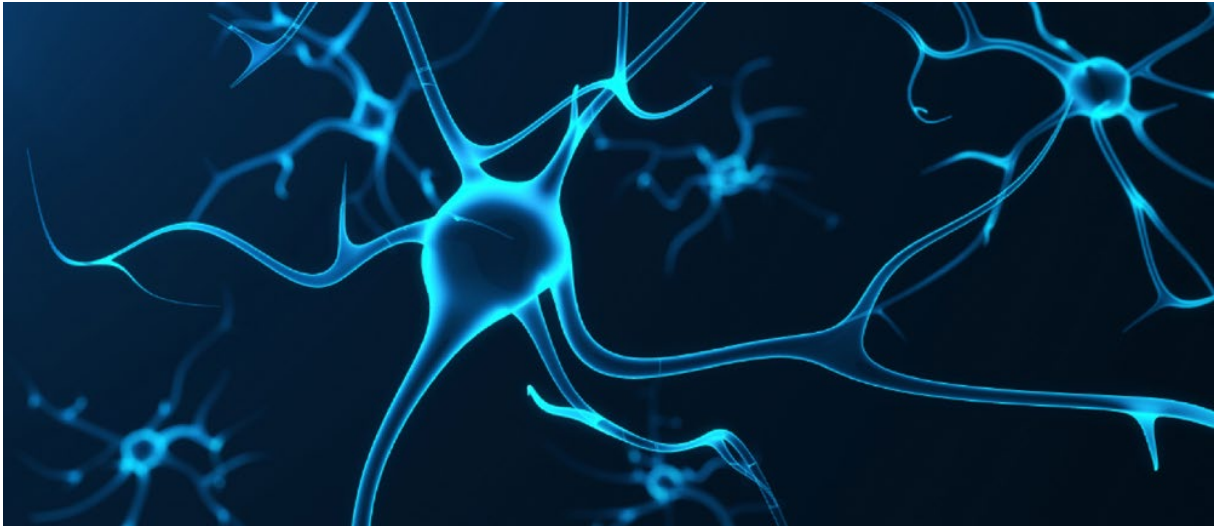


A02: Differential embedding of hippocampal output neurons during memory-related oscillations

This project aims to study a potential microcircuit responsible for channeling hippocampal sharp-wave ripple events (SWRs, Buzsaki, 1989) via the subiculum into the cortical areas (Nitzan et al. 2020) for memory consolidation. To understand the functional role that a subtype of pyramidal cells within the CA1 play in memory consolidation, we will study the connectivity between area CA1 and the subiculum using a variety of optogenetic tools *in vivo* and *in vitro*. The main cellular subtype we will be focusing on are the Calbindin-containing superficial cells of the CA1. We will also study the propagation of SWRs on a network level using *in vivo* silicon probe recordings. Finally, we aim to understand the role of a potential microcircuit involving Calbindin-containing superficial CA1 cells and the subiculum in memory-related behaviors in animals.

Image: Credit, Rost9 Magnific.com

Project PI: Prof. Dr. Dietmar Schmitz

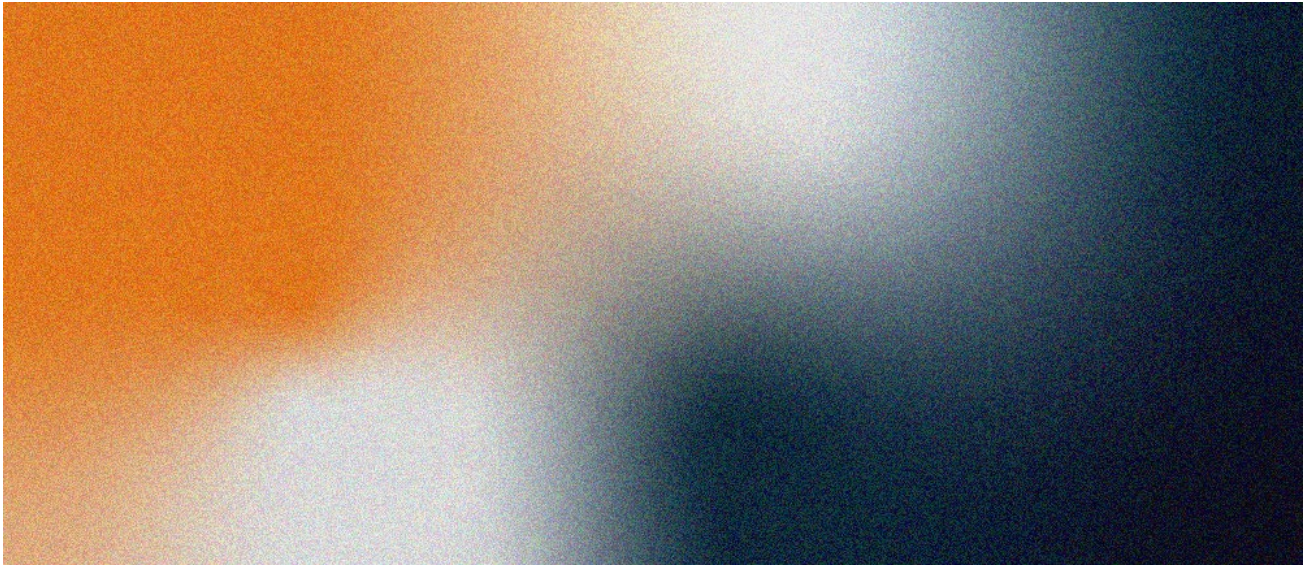


A02: Differenzielle Einbettung hippokampaler Neurone während Gedächtnis-relevanter Oszillationen

Wir untersuchen einen Schaltkreis für die Weiterleitung von „sharp-wave ripples“ (SWRs) im Hippocampus zwischen Subiculum und den kortikalen Arealen zur Gedächtniskonsolidierung. Um die funktionelle Rolle zu verstehen, die bestimmte Subtypen der Pyramidenzellen im CA1 bei der Gedächtniskonsolidierung spielen, werden wir die Konnektivität zwischen Area CA1 und SUB mit verschiedenen optogenetischen Werkzeugen in vivo und in-vitro untersuchen. Spezifisch handelt es sich bei dem zu untersuchenden zellulären Subtyp um Calbindin-haltige, oberflächliche Pyramidenzellen in der CA1-Region. Die Propagation von SWRs auf Netzwerkebene untersuchen wir mit Hilfe von Silikon-Sonden. Schließlich wollen wir die Funktion dieses Mikroschaltkreises auf gedächtnisbezogene Verhaltensweisen bei Tieren untersuchen.

Bild: Quelle, Rost9 Magnific.com

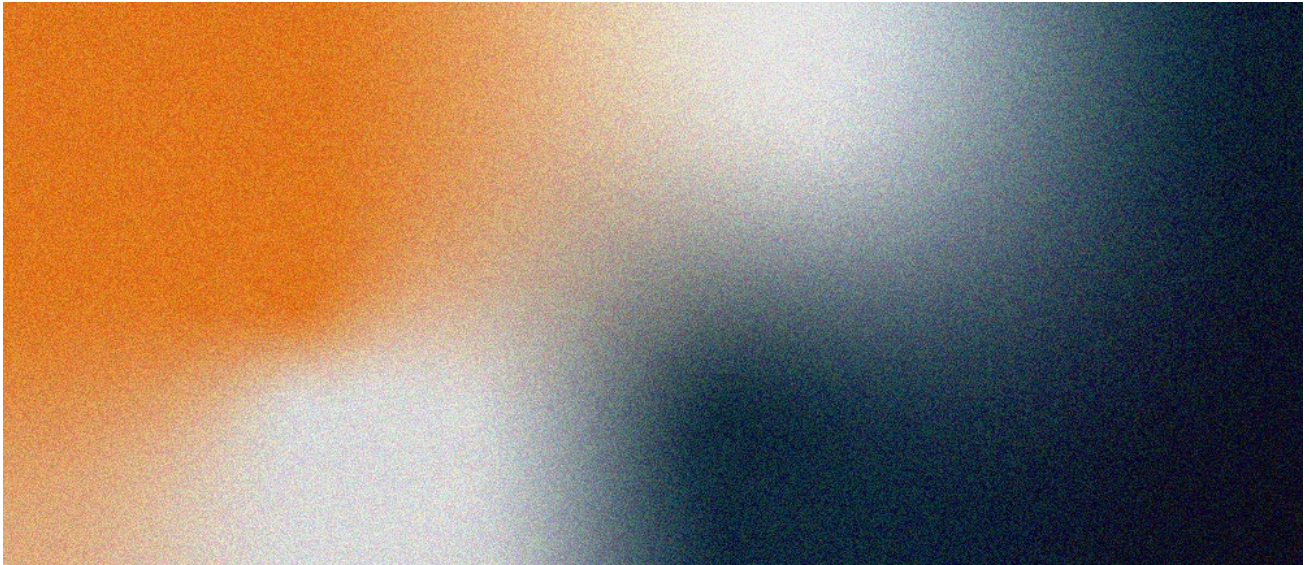
Project PI: Prof. Dr. Dietmar Schmitz



A03: A comparative approach to the consolidation of kinship memory

In the first funding period, the group of Michael Brecht investigated how conspecifics are represented in the ventral hippocampus (Rao et al., 2019). Subsequently, we assessed the role of the lateral septum – a major downstream target of hippocampus – in social representation. The evidence accumulated by our group suggests that the lateral septum plays a decisive role in kinship behavior (Clemens, Wang and Brecht, 2020). Kinship is a key determinant of social behavior according to personal experience (family bonds) and evolutionary theory (Hamilton, 1964). In the second funding phase we will investigate how kinship bonds are formed and consolidated. Specifically, we will investigate how pre- and postnatal experience modifies circuits in the lateral septum such that ‘kinship memories’ are laid down and kinship bonds form. We will study the unique synapses on somatic spines of lateral septum neurons in a joint project with PI Marina Mikhaylova. We will also investigate polymodal human kinship memory.

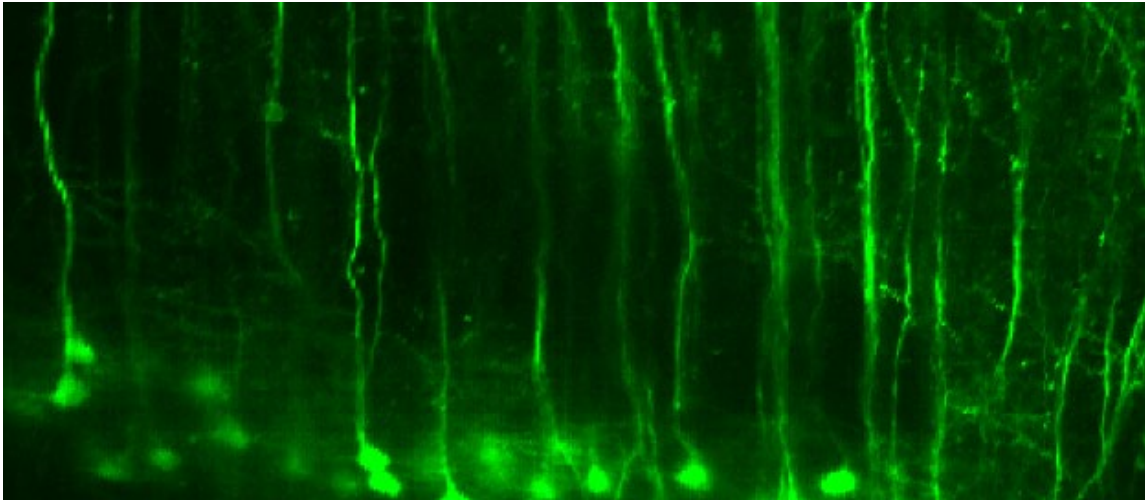
Project PIs: Prof. Dr. Michael Brecht & Prof. Dr. Marina Mikhaylova



A03: Ein komparativer Forschungsansatz zur Konsolidierung des Verwandtschaftsgedächtnisses

In der ersten Förderphase des SFBs konnte die AG von Michael Brecht zeigen, dass das Laterale Septum (eine Hauptzielstruktur des ventralen Hippocampus) eine entscheidende Rolle für Verwandtschaftsverhalten spielt. Verwandtschaftsbezüge werden in Wirbeltieren und insbesondere in Menschen entscheidend durch Erfahrung aufgebaut. In der neuen Förderphase des SFBs möchten wir in Zusammenarbeit mit Marina Mikhaylova, einer neuen Mittragstellerin, die Bildung und Konsolidierung solcher Verwandtschaftsgedächtnisspuren im Lateralen Septum auf zellulärer, subzellulärer und molekularer Ebene untersuchen.

Projekt PIs: Prof. Dr. Michael Brecht & Prof. Dr. Marina Mikhaylova

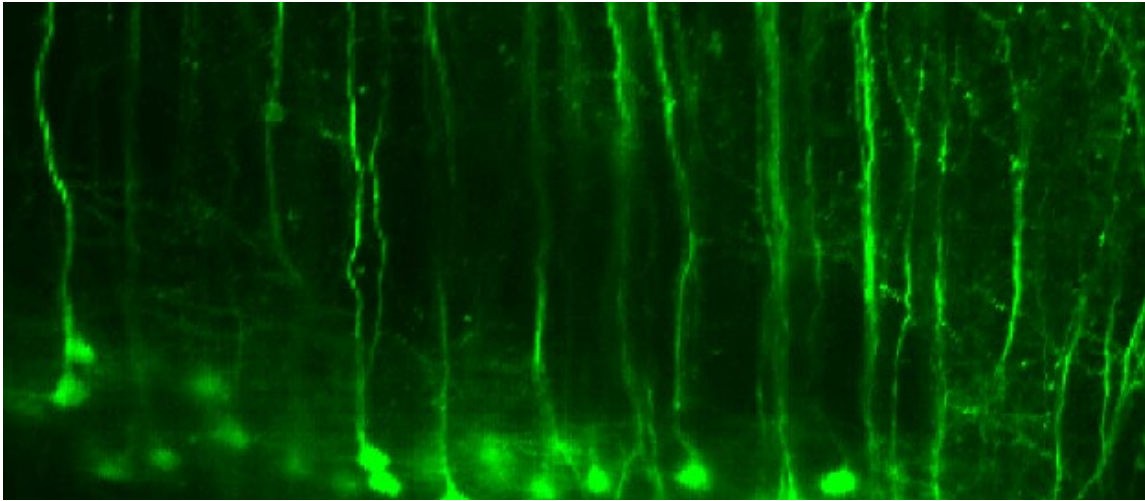


A04: Chasing engrams in a μ Stim-based systems memory consolidation paradigm

In this project, we will continue investigating the principles of systems memory consolidation in a microstimulation (μ Stim) detection task in mice that we showed in the first round involved the formation and consolidation of memory engrams in the neocortex dependent on input from the medial temporal lobe (hippocampus and perirhinal cortex). We hypothesize that μ Stim-learning involves the gating of top-down inputs to layer 1 of the stimulated neocortical column. In this proposal, we will use state-of-the-art methods to record activity from the whole cortical column simultaneously using NeuroPixels electrode arrays that can record 100s of single units in the depth of the cortex as well as 2-photon imaging through a chronically inserted prism allowing side-on imaging of the whole cortical column. We will use these methods to track the evolution of memory engrams over 3 days of learning and the contribution of dendritic activity. We will also investigate a new phenomenon for which we obtained preliminary evidence in the first round. This phenomenon appears to be a neocortical analog of the recently discovered one-shot recruitment of place cells in CA1 called behavioral timescale synaptic plasticity (BTSP). In the last part of the project, we will develop (in collaboration with Service Project **C02**) a floating-platform behavioral paradigm based on a 5-arm maze approached used in humans in Project **B05** allowing the exploration of the effect of the anesthetic propofol in head-fixed mice with state-of-the-art methodologies such as 2-photon imaging.

Image: Cortical pyramidal neurons. Courtesy of Matthew Larkum and Mostafa Abdelhamid

Project PI: Prof. Dr Matthew Larkum

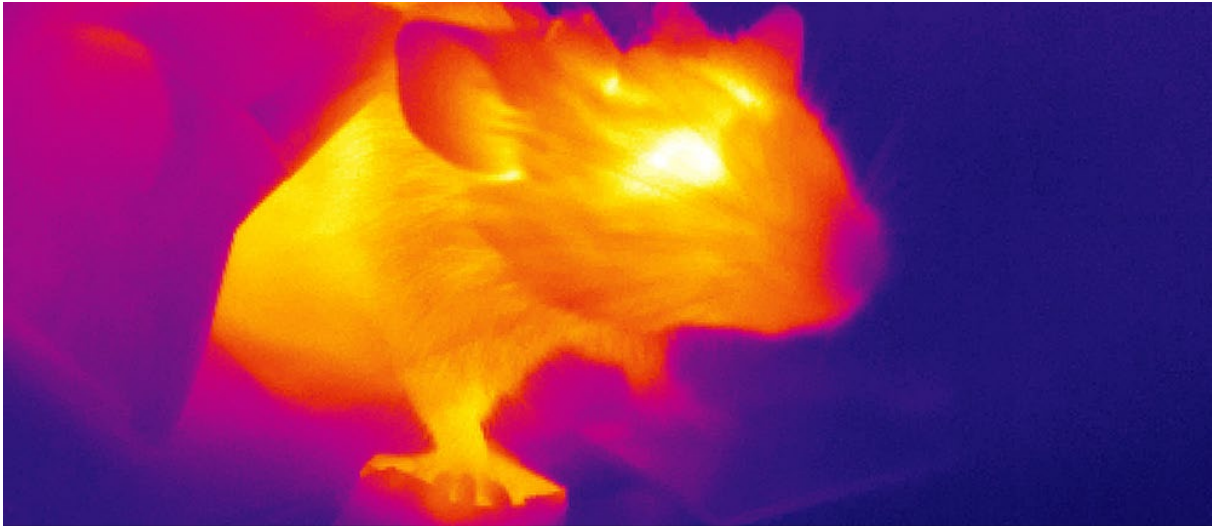


A04: Die Suche nach Engrammen in einem μ Stim-basierten Gedächtniskonsolidierungs-Paradigma

In diesem Projekt werden wir anhand einer bereits erfolgreich von uns eingesetzten Mikrostimulations-basierten Lernaufgabe (μ Stim) die System-Gedächtniskonsolidierung untersuchen. Wir konnten zeigen, dass die Bildung von Gedächtnis-Engrammen im Neokortex abhängig von Input aus dem medialen Temporallappen ist. Darauf basierend stellen wir die Hypothese auf, dass μ Stim-Lernen mit einem Gating von Top-Down-Inputs zur Schicht 1 des Kortex einhergeht. In den hier beantragten Experimenten werden wir die Evolution von kortikalen Engrammen in der gesamten kortikalen Säule während μ Stim mit Hilfe von Neuropixels-Elektrodenarrays, 2-Photonen-Bildgebung und chronisch implantierten Prismen verfolgen.

Bild: Kortikale Pyramidenneuronen. Quelle, Matthew Larkum und Mostafa Abdelhamid

Projekt PI: Prof. Dr Matthew Larkum

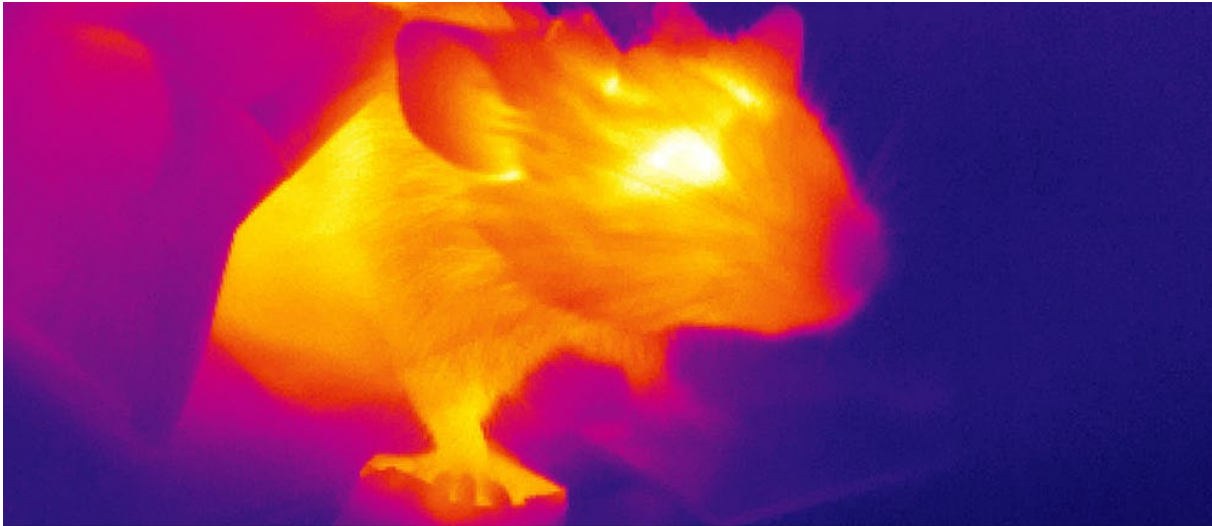


A05: Inhibitory control of memory consolidation in primary somatosensory cortex

Recent evidence suggests that our ability to memorize sensory events relies on activity in primary sensory cortices in the hours after training, but the cellular mechanisms are unclear. Our hypothesis is that local inhibition shapes the offline replay of activity in excitatory neurons and supports the formation of cellular engrams. To test this hypothesis, we aim to use a rapidly learnt thermal stimulus detection task in combination with activity manipulations and longitudinal two-photon calcium imaging. We have four work packages; (i) testing the role of fS1 in a novel thermal detection task; investigate the global and local activity of the fS1 (ii) excitatory and (iii) inhibitory networks pre-, during and post- learning; (iv) quantify the impact of disinhibitory pathways on consolidation. Our project will contribute to the CRC by investigating the mechanisms of memory consolidation at the level of identified cell types embedded within connected circuits *in vivo*.

Image: Thermal image of mouse with forepaw resting on Peltier element (See also [Neuron 106\(5\)830-841. 2020](#)). Courtesy of Ricardo Paricio-Montesinos

Project PI: Prof. Dr. James Poulet



A05: Inhibitorische Kontrolle der Gedächtnisfestigung im primären somatosensorischen Kortex

Unsere Fähigkeit sich sensorische Ereignisse einzuprägen beruht auf der Aktivität in primären sensorischen Arealen der Grosshirnrinde in den Stunden nach dem Erlernen, jedoch sind die zugrunde liegenden Mechanismen noch ungeklärt. Unserer Hypothese zufolge formt lokale Hemmung die Offline-Wiederholung in der Aktivität reizender Neurone so um, dass die Bildung von zellulären Engrammen gefördert wird. Das Projekt setzt sich aus 4 Einheiten zusammen: (i) Untersuchen der Rolle von fS1 in der Konsolidierung einer neuen Temperatur-Erkennungsaufgabe; Erforschen der globalen und lokalen Aktivitätsmuster von (ii) reizenden und (iii) hemmenden neuronalen Netzwerken; (iv) Quantifizierung des Einflusses von enthemmenden Signalwegen auf die Gedächtnisfestigung.

Bild: Thermalbild einer Maus mit Vorderpfote, die auf einem Peltier-Element ruht ([Neuron 106\(5\)830-841. 2020](#)). Quelle, Ricardo Paricio-Montesinos.

Projekt PI: Prof. Dr. James Poulet



A06: Song memory consolidation in sleeping zebra finches

Male zebra finches take 90 days to learn the tutor song of their father. The mechanisms underlying the consolidation of song memories during this period are unknown. Here, we investigate the processes in learning zebra finches during sleep following a combined experiment–theory approach. We will track the song learning success of juvenile zebra finches and relate it to time and duration of sleep phases. Then we will characterize changes in premotor and interneuron activity in HVC during singing and sleep across development. Hand in hand with the experiments, we will develop computational models that capture observed singing- and sleep-related neural activity and allow us to test alternative candidate mechanisms by which premotor reactivation during sleep facilitates song memory consolidation. We adopt the overarching hypothesis that inhibition during sleep plays an important role in the modifications of local circuits that result in a more efficient learning process during subsequent song practice.

Image: Dr Susanne Seltmann

Project PIs: Prof. Dr Susanne Schreiber, Dr. Daniela Vallentin

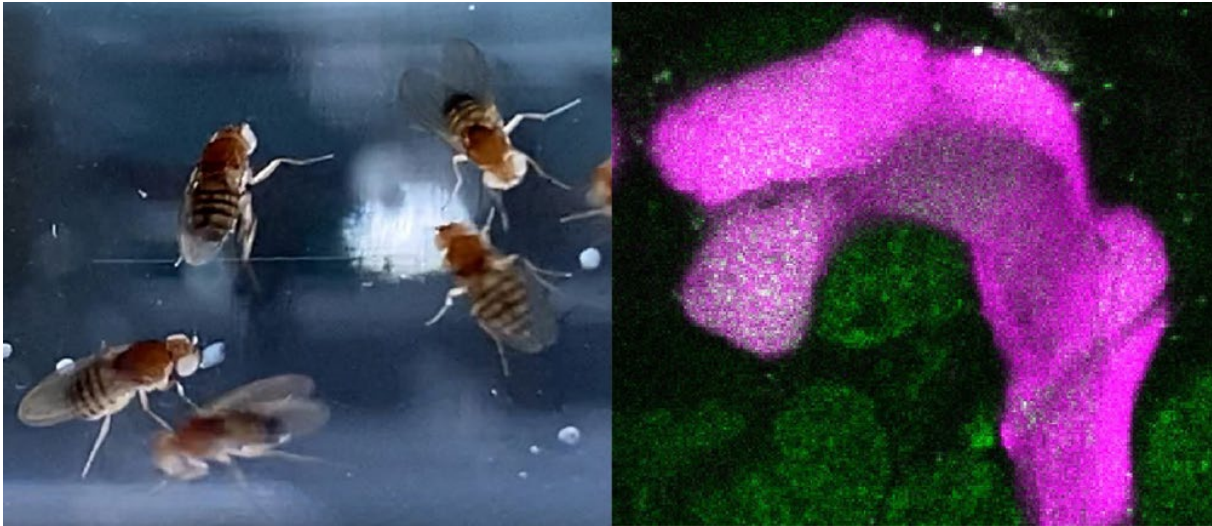


A06: Einfluss von Schlaf auf den Gesangslernprozess des Zebrafinken

Um den Gesangslernprozess beim Zebrafinken sowie die diesem zu Grunde liegenden neuronalen Mechanismen besser zu verstehen, schlagen wir eine Kombination aus theoretischen und experimentellen Untersuchungen vor. Der Lernerfolg soll in Relation zu Schlafdauer und Art der Schlafphasen gemessen werden. Auf neuronaler Ebene sollen die durch Schlaf bedingten Veränderungen der neuronalen Aktivität dokumentiert werden. Ergänzend werden Computermodelle erstellt, mit deren Hilfe die Entwicklung der neuronalen Aktivität während des Lernprozesses unter verschiedenen Bedingungen simuliert werden kann. Wir greifen die Hypothese auf, dass neuronale Inhibierung im Schlaf eine wichtige Rolle bei der für den Lernprozess notwendigen Modifikation neuronaler Aktivität spielt.

Bild: Dr Susanne Seltmann

Projekt PIs: Prof. Dr Susanne Schreiber, Dr. Daniela Vallentin

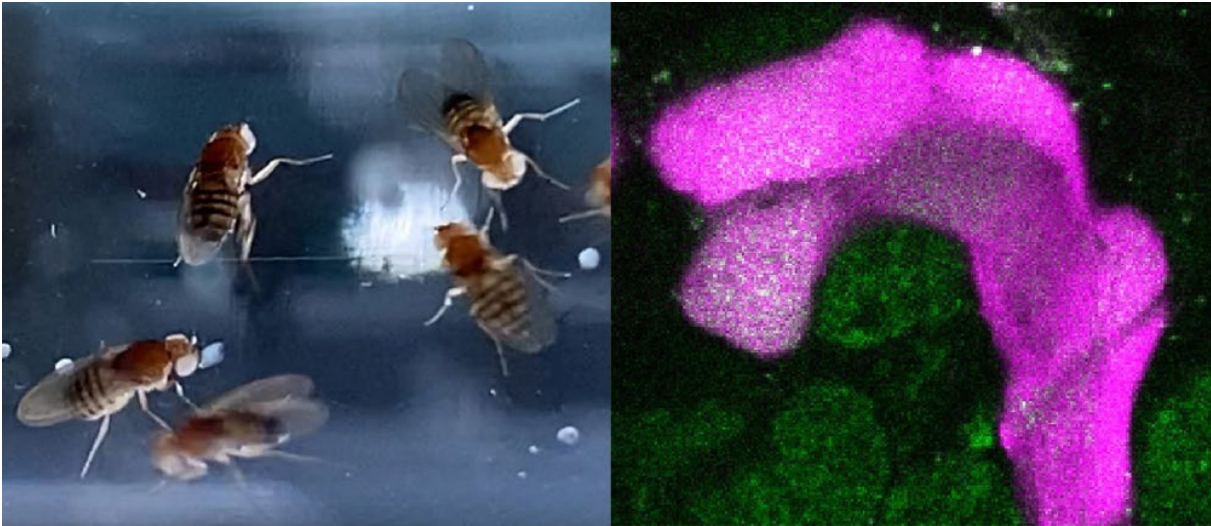


A07: Network activity during memory consolidation and sleep in *Drosophila*

Across phyla, memory consolidation and sleep are closely interlinked. In the central nervous system of the model organism *Drosophila melanogaster*, memories are stored and consolidated at the level of a higher order neuropil called the mushroom bodies (MBs). During the first funding period, we have identified that synaptic output during the initial consolidation phase of a certain set of so-called MB output neurons is instrumental for successful memory consolidation. We also discovered physiological correlates of slow wave sleep in a separate brain region. We now aim at understanding the interplay of rhythmic oscillations in different neuropils during sleep and memory consolidation.

Image: Flies in vial (l) and magenta-stained mushroom body (r). Courtesy of Eric Reynolds

Project PI: Dr. David Oswald



A07: Netzwerkaktivität während Gedächtniskonsolidierung und Schlaf in *Drosophila*

Phylaübergreifend sind Gedächtniskonsolidierung und Schlaf eng miteinander verknüpft. Im Zentralnervensystem des Modellorganismus *Drosophila* werden Gedächtnisse auf der Ebene des Pilzkörpers gespeichert und konsolidiert. In der ersten Förderperiode haben wir herausgefunden, dass der synaptische Output während der initialen Konsolidierungsphase von bestimmten MB-Ausgangsneuronen entscheidend für die erfolgreiche Gedächtniskonsolidierung ist. Außerdem entdeckten wir physiologische Korrelate des Slow-Wave-Schlafs in einer separaten Hirnregion. Unser Ziel ist es nun, das Zusammenspiel von rhythmischen Oszillationen während des Schlafes und der Gedächtniskonsolidierung zu verstehen.

Bild: Fliegen im Fläschchen (l) und magentafarben gefärbter Pilzkörper (r). Quelle, Eric Reynolds

Projekt PI: Dr. David Oswald



A08: Homeostatic presynaptic plasticity in memory consolidation and sleep of the aging brain

Plastic processes promote memory processes by driving synapses away from equilibrium, while homeostatic plasticity resets them. Sleep is considered key for resetting, but is also involved in memory consolidation, and changes with age. In *Drosophila* brains we described a homeostatic form of presynaptic plasticity (PreScale) connecting sleep deprivation, homeostatic sleep drive and memory consolidation. We here address the circuit implementation of PreScale and study the protective effects of PreScale at physiological and biochemical levels. Our results will deepen our understanding of how presynaptic plasticity operates between sleep, memory consolidation and aging.

Image: aukid – Magnific.com

Project PI: Prof Dr. Stephan Sigrist

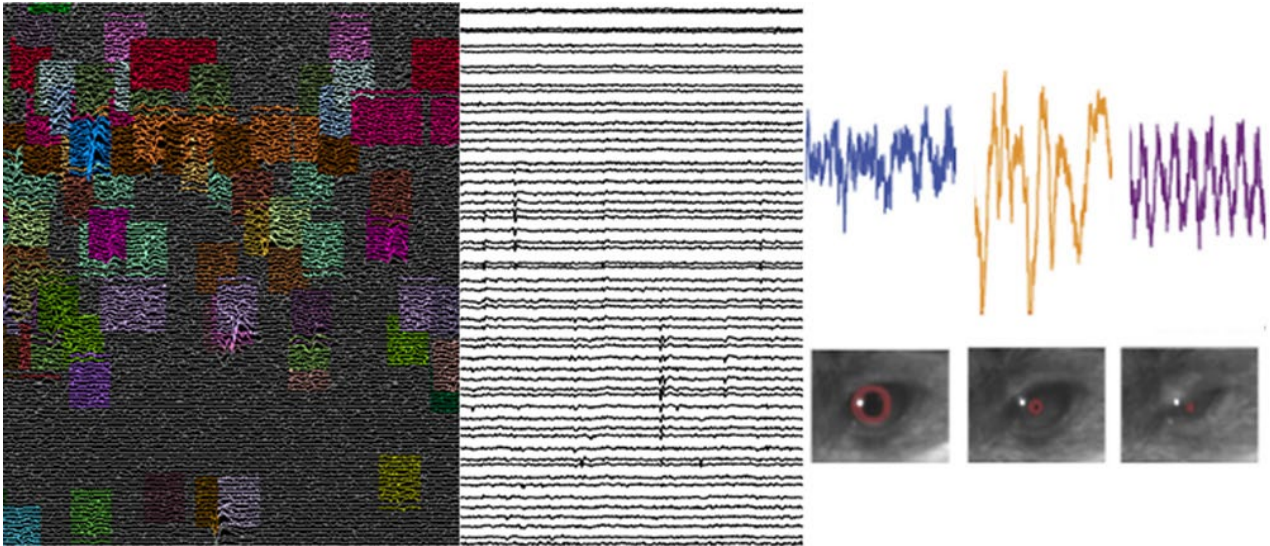


A08: Homöostatische präsynaptische Plastizität bei der Gedächtniskonsolidierung und im Schlaf des alternden Gehirns

Während Hebbische Plastizität Gedächtnisprozesse initiiert, wobei synaptische Netzwerke ausgelastet werden, setzt homöostatische Plastizität die zurück und garantiert so deren langfristige Funktionalität. Schlaf wird als Schlüsselprozess beim Zurücksetzen angesehen, ist aber auch an der Gedächtniskonsolidierung beteiligt, wobei sich beide Prozesse jedoch mit dem Alter verändern. Wir haben im Gehirn von *Drosophila* eine homöostatische Form der präsynaptischen Plastizität („PreScale“) beschrieben, die zwischen Schlafentzug, homöostatisch-kompensatorischem Schlaf und Gedächtniskonsolidierung vermittelt. Wir untersuchen nun wie die protektiven Effekte von PreScale auf physiologischer, biochemischer und Netzwerk Ebene integriert sind, um so das Spannungsverhältnis zwischen Schlaf, Gedächtniskonsolidierung und Alterung zu verstehen.

Bild: aukid – Magnific.com

Projekt PI: Prof Dr. Stephan Sigrist

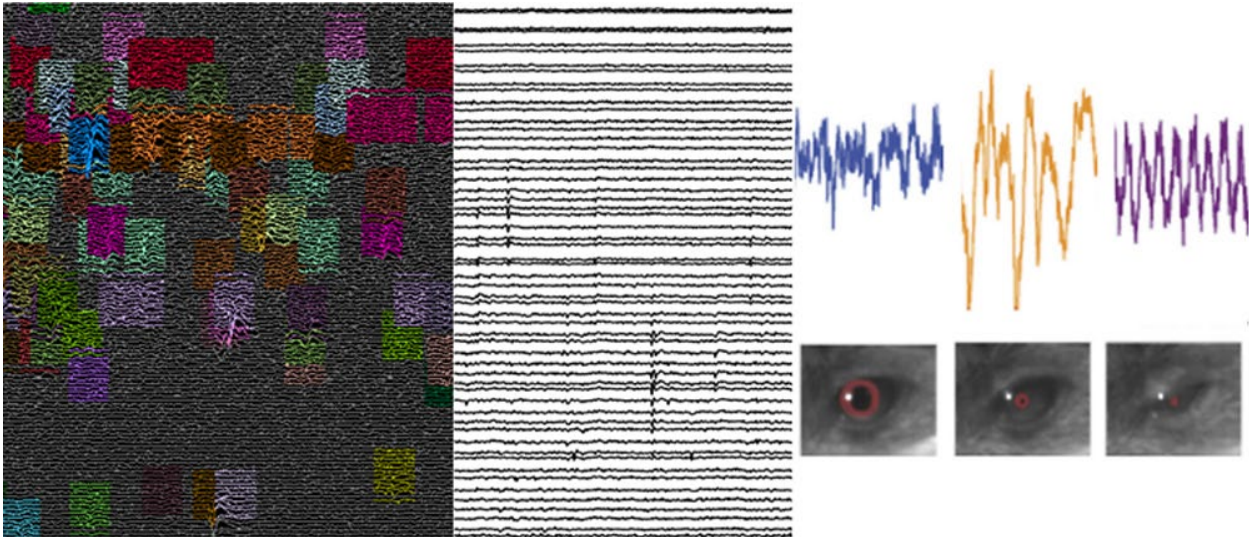


A09: Dreaming in context – Role of context in sensory cortico-hippocampal interactions during consolidation

In sleep, neural activity patterns associated with learned behaviours are reactivated, consolidating the fragile memory traces established during the day. The standard view is that reactivation begins in hippocampus and spreads to downstream higher order cortices. Compared to higher order cortical consolidation, little is known about memory consolidation in upstream sensory cortices. Here reactivation precedes, rather than follows, that in hippocampus, raising fundamental questions about the role of hippocampus in this consolidation. We hypothesize that sensory memory representation is influenced by hippocampus-dependent relational/spatial context. To test this hypothesis, we will use sounds to study learning-associated reactivation in primary auditory cortex and hippocampus and its effect on memory representation. Taking advantage of state-of-the-art high-density Neuropixels probes and optogenetics we will sample neural activity in all cortical layers and hippocampus of behaving and sleeping mice. The combination of these approaches will allow us to explore how reactivation and cortico-hippocampal interactions depend on acoustic (work package 1), spatial (WP2), and schema (WP3) contextual information, with the aim to better understand sensory consolidation, and its connection with neuronal representation.

Image: Courtesy of Livia de Hoz

Projekt PI: Dr. Livia de Hoz

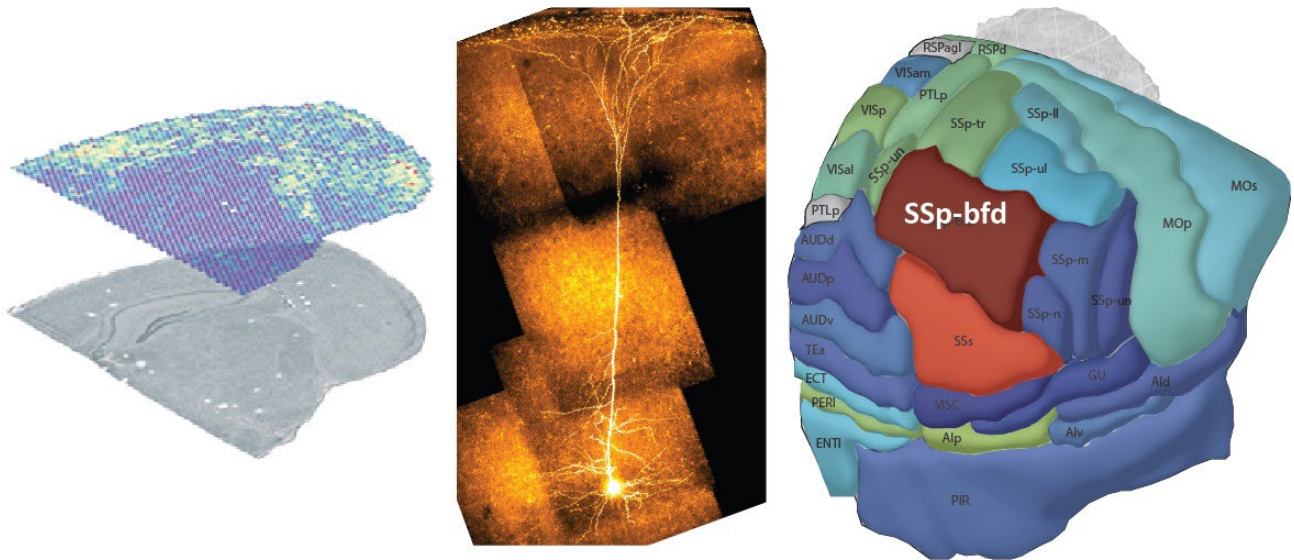


A09: Träumen im Kontext – Die Rolle des Kontexts bei sensorischen kortiko-hippocampalen Interaktionen während der Konsolidierung

Reaktivierung von neuronalen Aktivitätsmustern führt zu Gedächtniskonsolidierung. Über die Konsolidierung in sensorischen Kortex ist wenig bekannt. Mit Hilfe der hochmodernen Neuropixels-Sonden und der Optogenetik soll die Hypothese erforscht werden, dass die Interaktionen zwischen Kortex und Hippocampus während der Reaktivierung, von assoziativen Kontextinformationen abhängen. Das Ziel ist, sensorische Konsolidierung und Gedächtnisrepräsentation besser zu verstehen.

Bild: Livia de Hoz

Projekt PI: Dr. Livia de Hoz

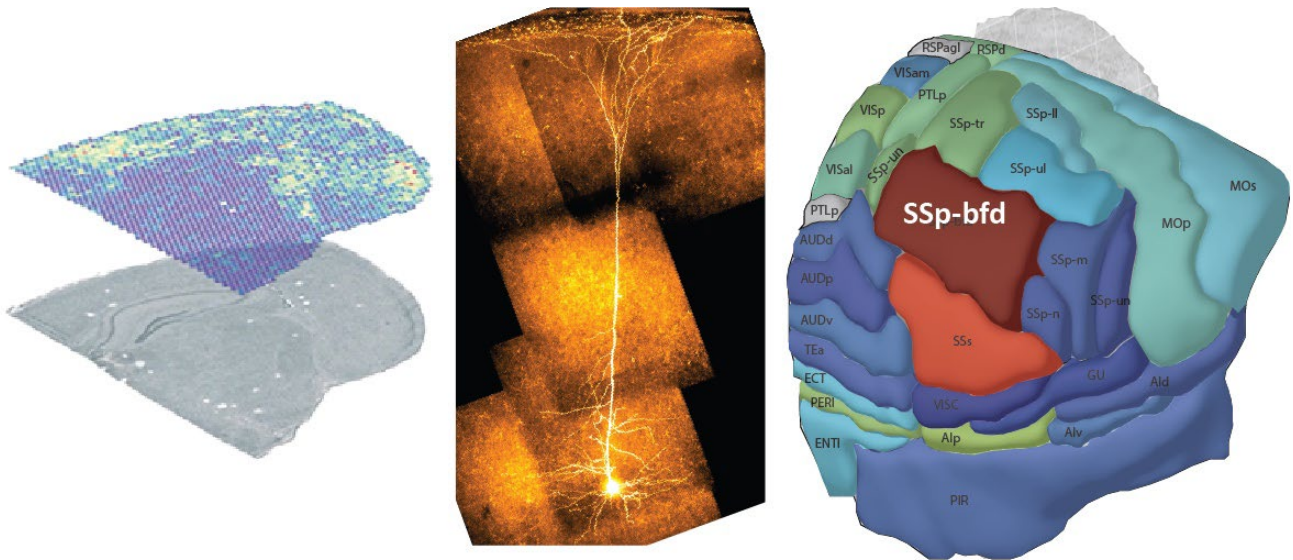


A10: Role of mTORC1 and protein translation in memory consolidation in the neocortex

Medial-temporal lobe (MTL) input to layer 1 (L1) of the neocortex is crucial for memory consolidation. Based on our own preliminary data we hypothesize that protein synthesis and upstream mTORC1 activity are required for MTL-dependent plasticity and therefore underlie learning in the neocortex. We will test this hypothesis by combining genetic and pharmacological manipulations with biochemical and cell biological approaches to study the impact of altered protein synthesis or mTORC1 activity on MTL-gated memory consolidation. Specifically, we will investigate the reliance of MTL-gated memory consolidation on local mTORC1-regulated protein synthesis in the tuft dendrites of layer 5 (L5) pyramidal neurons or in somatostatin-positive interneurons. Moreover, we will examine the molecular events that are induced by an enriched environment (EE) known to facilitate learning and memory consolidation. We expect these studies to provide insights into the molecular mechanisms for memory formation and consolidation in a defined behavioral paradigm and location.

Photo: Courtesy of A10 members

Projekt PIs: Prof. Dr. Marina Mikhaylova, Prof. Dr. Volker Haucke, Prof. Dr. Matthew Larkum

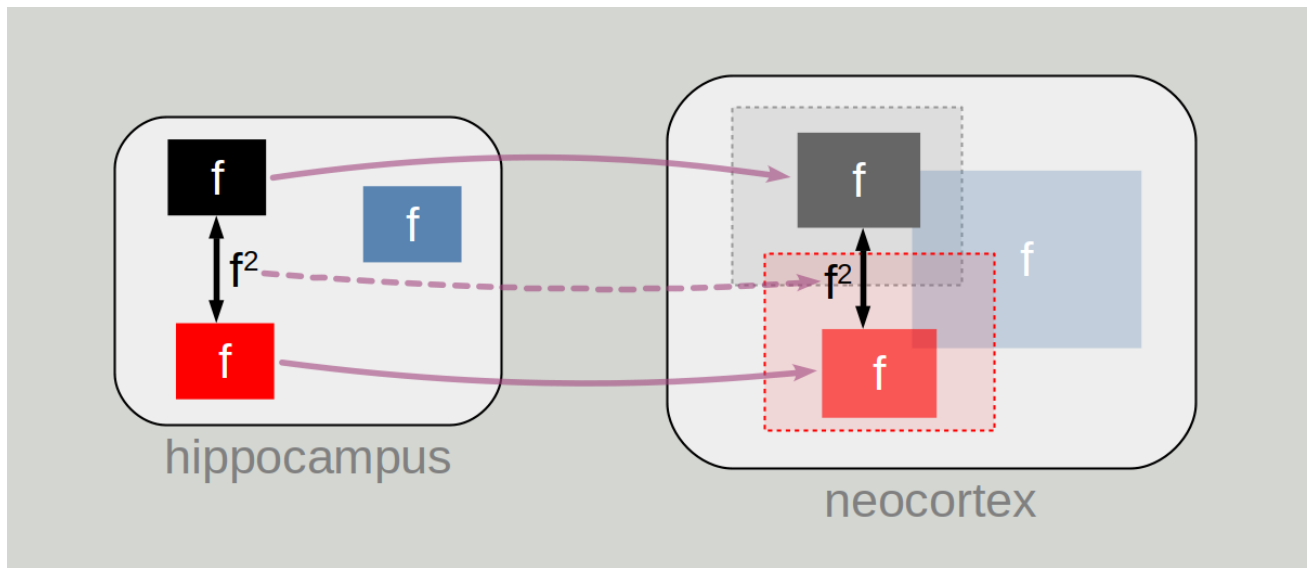


A10: Die Rolle von mTORC1 und der Proteintranslation bei der Gedächtniskonsolidierung im Neokortex

Gedächtniskonsolidierung hängt vom Eintrag des medialen Temporallappens (MTL) in Schicht 1(L1) des Neokortex ab. Wir vermuten, dass Proteinsynthese für MTL-abhängige Plastizität und somit für Lernen notwendig ist. Wir werden diese Hypothese testen, in dem wir die Abhängigkeit der MTL-abhängigen Gedächtniskonsolidierung von lokaler mTORC1-regulierter Proteinsynthese in den Dendriten der Pyramidenzellneuronen in Schicht 5 oder in Interneuronen untersuchen. Ferner werden wir die molekularen Ereignisse studieren, die durch eine bereicherte Umgebung (EE) induziert werden. Diese Studien lassen neue Einsichten in die molekularen Mechanismen der Gedächtniskonsolidierung im Neokortex erwarten.

Bild: A10 Mitglieder

Projekt PIs: Prof. Dr. Marina Mikhaylova, Prof. Dr. Volker Haucke, Prof. Dr. Matthew Larkum

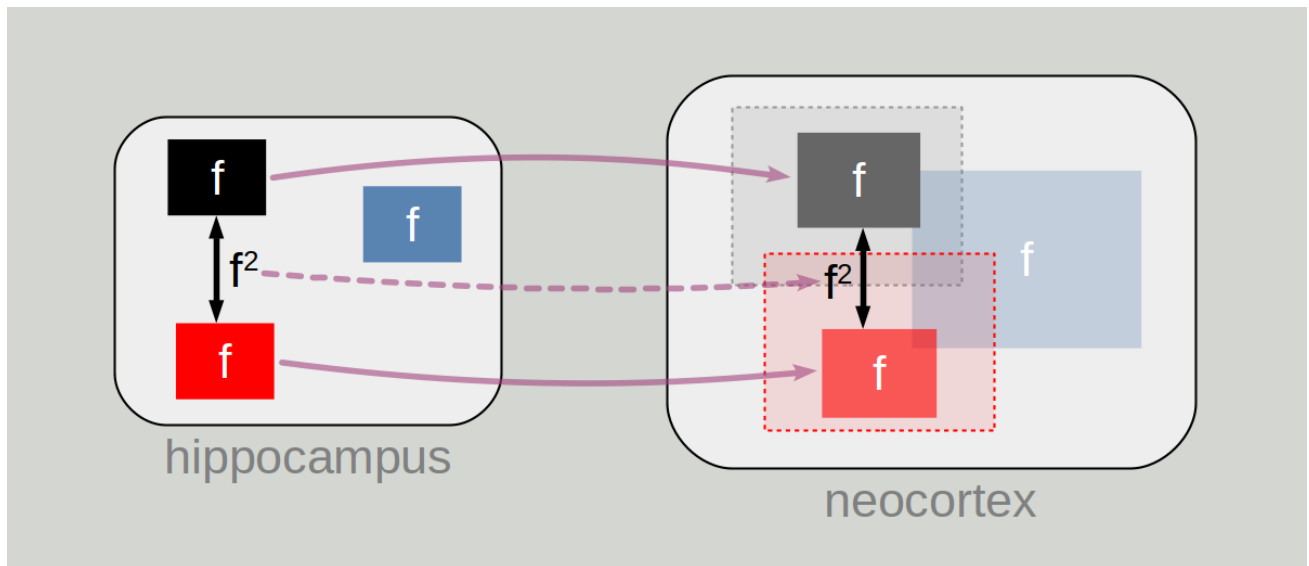


B01: A neuronal model for the development of schemas and their role in systems memory consolidation

New learning of declarative memories and the consolidation of memories can be facilitated if the newly learned information is consistent with preexisting knowledge. The existence of a knowledge base or “schema” accelerates new learning and enables plasticity during acquisition to occur also outside the hippocampus. However, the neural representation underlying a schema, how it can be used to promote new learning, and the cellular/network mechanisms that allow for the development of a schema are poorly understood. Here we hypothesize that schemas are related to extra-hippocampal neural representations of memory items with particularly high population sparseness, which is theoretically highly efficient for associative learning. However, there is a lack of understanding if and to what degree high population sparseness can be achieved in neural networks. Thus, the aim of the project is to develop and test a mechanistic theory for the development of population-sparse representations of particularly significant memory items.

Image: Courtesy of Richard Kempter

Project PIs: Prof. Dr. Benjamin Lindner, Prof. Dr. Richard Kempter

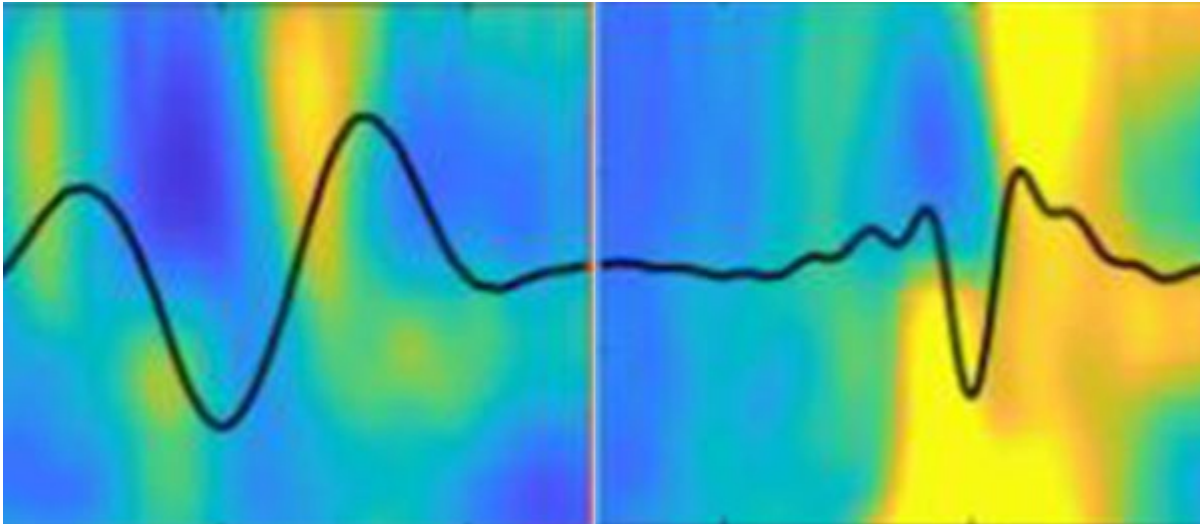


B01: Ein neuronales Modell für die Entwicklung von Schemas und ihre Rolle bei der systemischen Gedächtniskonsolidierung

Das Erlernen und die Konsolidierung von deklarativen Gedächtnisinhalten ist wesentlich leichter, wenn neue Inhalte konsistent sind mit bereits vorhandenem Wissen. “Schemas” beschleunigen nicht nur neues Lernen, sondern fördern auch Plastizität in Hirnregionen außerhalb des Hippocampus. Unklar ist, welche neuronale Repräsentationen einem Schema zugrunde liegen und wie sie zustande kommen. Wir schlagen vor, dass ein Schema durch spärliche neuronale Aktivität in Netzwerken außerhalb des Hippocampus gekennzeichnet ist. Ziel dieses Projekts ist deshalb zu verstehen, wie hohe Populationsspärlichkeit für besonders wichtige Gedächtnisinhalte entstehen könnte.

Bild: Richard Kempter

Projekt PIs: Prof. Dr. Benjamin Lindner, Prof. Dr. Richard Kempter

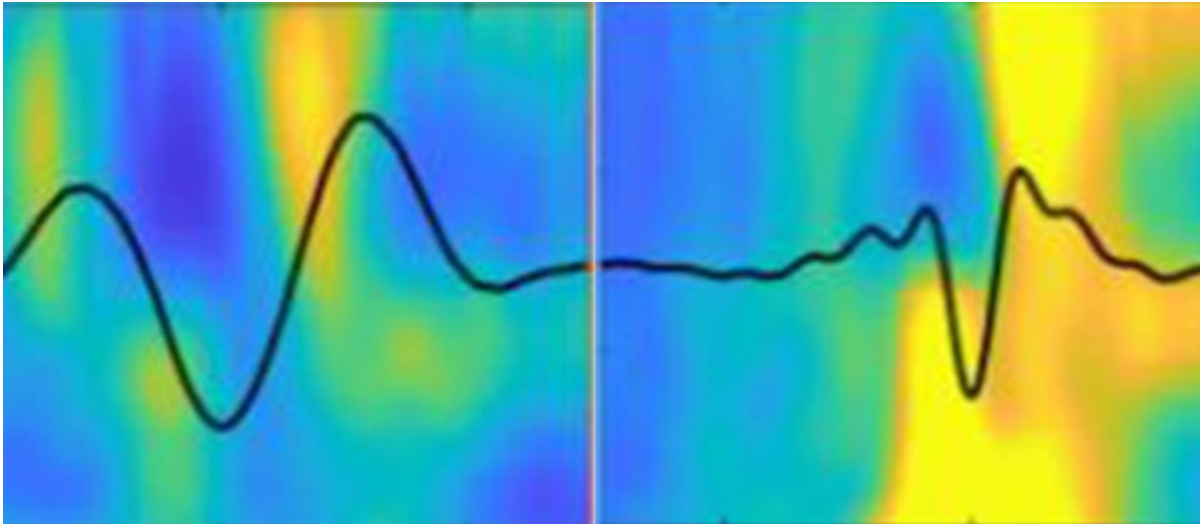


B03: A combined perturbation and modelling approach to understand and modulate the interactions between brain oscillations underlying memory consolidation in human NREM sleep

We combine experimental work in human subjects with computational modelling of neurophysiological events, which correlate with and possibly underlie sleep-dependent memory consolidation in humans. Our main goals are to mechanistically understand the spatiotemporal patterns of slow oscillations, δ -waves, spindle, and sharp-wave ripple activity, to infer mechanisms of spatially distributed systems memory consolidation underlying the observed spatiotemporal patterns, to mechanistically understand and predict the impact of transcranial current stimulation on these oscillatory events, and to design efficient stimulation protocols for manipulating those patterns.

Image: Time frequency representation (TFR) in the frequency range of 5 to 20 Hz for SO (left) and delta (right) events. Courtesy of B03 members

Project PIs: Prof Dr. Agnes Flöel, Prof. Dr. Klaus Obermayer, Prof. Dr. Petra Ritter



B03: Ein kombinierter Perturbations- und Modellierungsansatz für die Untersuchung von Hirnoszillationen, die der Konsolidierung des menschlichen Gedächtnisses zu Grunde liegen, und ihrer Wechselwirkungen während des NREM Schlafs

Wir kombinieren Perturbationsexperimente in Probanden mit der Modellierung von Hirnoszillationen, die der Gedächtniskonsolidierung während des NREM Schlafes zu Grunde liegen. Unsere Ziele sind: (1) ein mechanistisches Verständnis der beobachteten raumzeitlichen Muster der Oszillationen, (2) die Untersuchung von Mechanismen, mit deren Hilfe diese Muster die Gedächtniskonsolidierung im Gehirn unterstützen, (3) die *in-silico* Vorhersage der Effekte transkranieller elektrischer Stimulation auf diese Muster und (4) die Entwicklung effizienter Stimulationsprotokolle in Hinblick auf den Konsolidierungsprozess.

Bild: Zeit-Frequenzdarstellung (TFR) im Frequenzbereich von 5 bis 20 Hz für SO- (links) und Delta- (rechts) Ereignisse. Quelle, B03-Mitgliedern

Projekt PIs: Prof Dr. Agnes Flöel, Prof. Dr. Klaus Obermayer, Prof. Dr. Petra Ritter



B04: Ontogenesis of memory consolidation: From remembering regularities to specifics

Memories of experienced events in the first years of life tend to be fragile and short-lived as illustrated by the phenomenon of childhood amnesia, the inability to retrieve experienced events in detail during early childhood. However, over time, the ability and the underlying neural substrates to form, retain, and retrieve memories develop. At the same time, humans are equipped early on, even as infants, with basic learning mechanisms such as statistical learning to internalize regularities in the environment. Such basic learning mechanisms allow the immature brain to streamline and integrate the large amount of information infants receive from the environment with existing representations, by focusing on experiences that are regular and recurring. This early form of learning is also postulated to scaffold the development of schema knowledge and memory consolidation. However, direct longitudinal evidence for such postulations is lacking. In this subproject, we propose to measure statistical learning and its neural correlates in neonates longitudinally over time and relate statistical learning to episodic memory functioning at 1 year of age. Because of the crucial role that sleep plays for infant brain development, we will study the role of sleep on these developmental processes, focusing on regions and networks that are important for memory. Taken together, in this funding period, we plan to study how learning and memory processes develop in infants during the first year of life, which is the developmental period of most rapid brain maturation. This builds upon and extends beyond our project from the first funding period that focused on developmental maturational changes during middle childhood that underlie successful memory consolidation. We expect to gain insights into the dynamics of system-level memory consolidation by examining structural and functional neural integrity across time, focusing on the development of hippocampal–cortical networks underlying memory for regularities and specifics.

Image: Experimental logo. Courtesy of B04 members

Project PIs: Prof. Dr. Claudia Buss, Prof. Dr. YeeLee Shing



B04: Entwicklung der Gedächtniskonsolidierung – Erinnerung von Regelmäßigkeiten bis zu spezifischen Ereignissen

Bereits Säuglinge verfügen über Lernmechanismen wie dem statistischen Lernen, welche es erlauben, Regelmäßigkeiten aus der Umwelt zu extrahieren. Es wird angenommen, dass diese frühe Form des Lernens die Entwicklung von Schema-Wissen und die Gedächtniskonsolidierung unterstützt. In diesem Projekt sollen statistisches Lernen und seine neuronalen Korrelate bei Neugeborenen und longitudinal im ersten Lebensjahr erfasst werden und mit der episodischen Gedächtnisfunktion mit einem Jahr in Beziehung gesetzt werden, um einen Einblick in die Dynamik der Gedächtniskonsolidierung auf Systemebene zu gewinnen.

Bild: Experimentelles Logo. Quelle, B04-Mitglieder

Project PIs: Prof. Dr. Claudia Buss, Prof. Dr. YeeLee Shing



B05: Contextual modulation of spatial memory consolidation

The proposed project investigates contextual factors that may determine the relative contributions of hippocampus and neocortex within networks for spatial memory consolidation. Our central hypothesis is that availability of previous spatial knowledge critically determines hippocampal-neocortical interactions during systems consolidation. In four work packages (WPs), we will combine electrophysiological, pharmacological, imaging and lesion approaches in human patients and normal human subjects. In WP 1, we will study schema effects on ripples recorded from the human medial temporal lobe and neocortex. In WP 2, we will study whether early memory consolidation of schema-congruent and -incongruent information show a differential susceptibility to transient modulation of hippocampal activity with the anesthetic propofol. In WP3, we will study how contextual information modifies consolidation of spatial information acquired during free navigation. In WP 4, we will study how the availability of remote spatial memory facilitates consolidation of spatial memoranda independently from the hippocampus.

Image: Navigation task setting. Source, Jürgen Hohmuth

Project PIs: Prof Dr. Christoph Ploner, Prof. Dr. Carsten Finke



B05: Kontextuelle Modulation der Konsolidierung von Raumgedächtnis

Das vorgeschlagene Projekt untersucht kontextuelle Faktoren, die den relativen Beitrag von Hippocampus und Neocortex während der Konsolidierung von Raumgedächtnis bestimmen. Unsere zentrale Hypothese ist, dass die Verfügbarkeit von etablierten räumlichen Gedächtnisinhalten entscheidend die Interaktion von Hippocampus und Neokortex während der Konsolidierung neuer Gedächtnisinhalte prägt. Hierfür kombinieren wir in vier Arbeitspaketen elektrophysiologischen (hochfrequente Oszillationen („ripples“)), pharmakologische (Propofolanästhesie), bildgebende (strukturelles und funktionelles MRT) und läsionelle Ansätze (Patienten mit Resektionen des MTL und Autoimmunenzephalitiden) an Patienten und Normalpersonen. YouTube [hier](#)

Bild: Navigation Task-Einstellung. Quelle, Jürgen Hohmuth

Projekt PIs: Prof Dr. Christoph Ploner, Prof. Dr. Carsten Finke



B06: Connectivity dynamics related to memory consolidation in cortical layers and subcortical networks

The proposed project aims at understanding how systems level hippocampally-related functional connectivity as well as cortico-cortical microstructure changes indicative of memory engrams develop during memory consolidation. We will use a novel and unique 7T connectome magnetic resonance imaging (MRI) for humans to achieve the highest to-date possible resolution for functional and diffusion MRI. This will allow imaging of the emergence of cortico-cortical connectivity and engram-related plasticity in a layer-specific manner in early and late stages of memory consolidation, thereby narrowing the gap between an animal- and human-led understanding of memory consolidation. As neuromodulatory inputs related to more or less salient memory events are one of the most prominent drivers of the long-term stability of memories, we will additionally investigate how a stronger involvement of subcortical neuromodulatory and ‘saliency-processing structures’ affects memory consolidation. Moreover, we will assess whether semantic congruency affects the time course of dynamics in the memory consolidation network or memory engram formation.

Image: Single-subject mean PET images overlaid on a T1 image. Courtesy of Yeo Jin Yi

Project PIs: Prof. Dr.Emrah Düzel, Prof. Dr. Dorothea Hämmerer, Prof. Dr. Oliver Speck

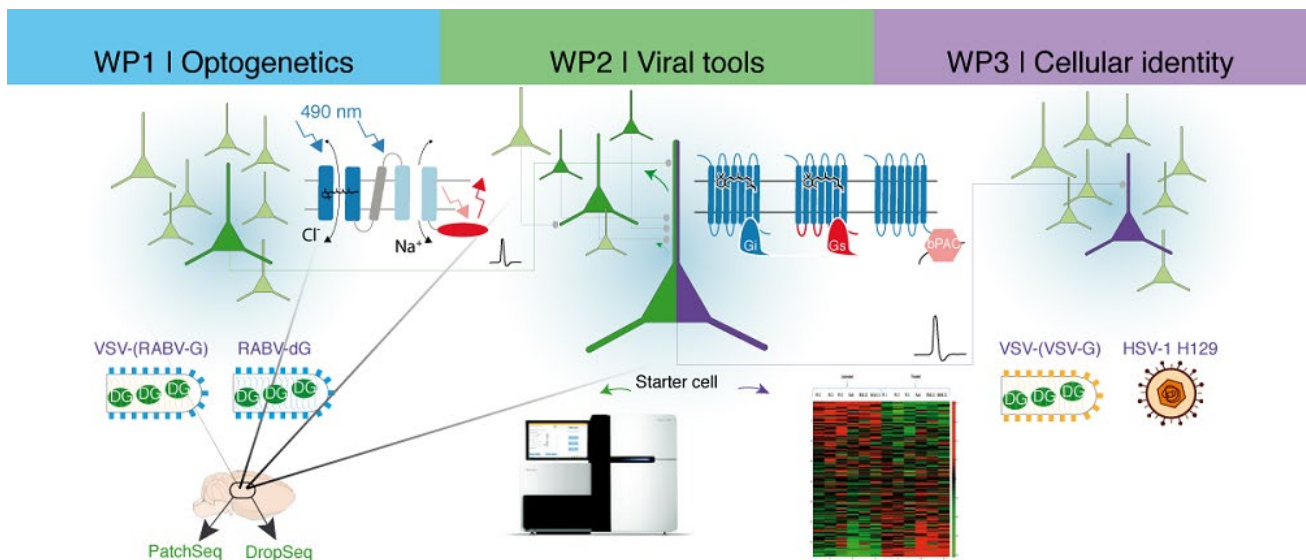


B06: Veränderungen in layer-spezifischer kortikaler Konnektivität und subkortikaler Neuromodulation während der Gedächtniskonsolidierung

Unser Projekt untersucht wie sich das funktionelle Zusammenspiel von an der Gedächtnisbildung beteiligten Hirnstrukturen während der Konsolidierung verändert und zu welchem Zeitpunkt Hirnplastizität im Zusammenhang mit Gedächtnisengrammen beobachtbar ist. Hierzu verwenden wir einen neu- und einzigartigen 7T Connectome MR Scanner, um eine Abbildung funktioneller und struktureller Veränderungen mit bisher unerreichter Auflösung beim Menschen zu erreichen. Dies wird uns erlauben den Übergang von hippokampalzentrierter zu kortiko-kortikaler funktioneller Konnektivität während der Gedächtniskonsolidierung mit schichtspezifischer Auflösung im Kortex abzubilden. Durch die layer-spezifische Auflösung unserer Bildgebungsverfahren werden wir einen Brückenschlag zwischen Tier- und Menschenforschung in der Gedächtniskonsolidierung ermöglichen.

Bild: Single-subject mean PET-Bilder, die auf einem T1-Bild überlagerte sind. Quelle, Yeo Jin Yi

Projekt PIs: Prof. Dr.Emrah Düzel, Prof. Dr. Dorothea Hämmerer, Prof. Dr. Oliver Speck

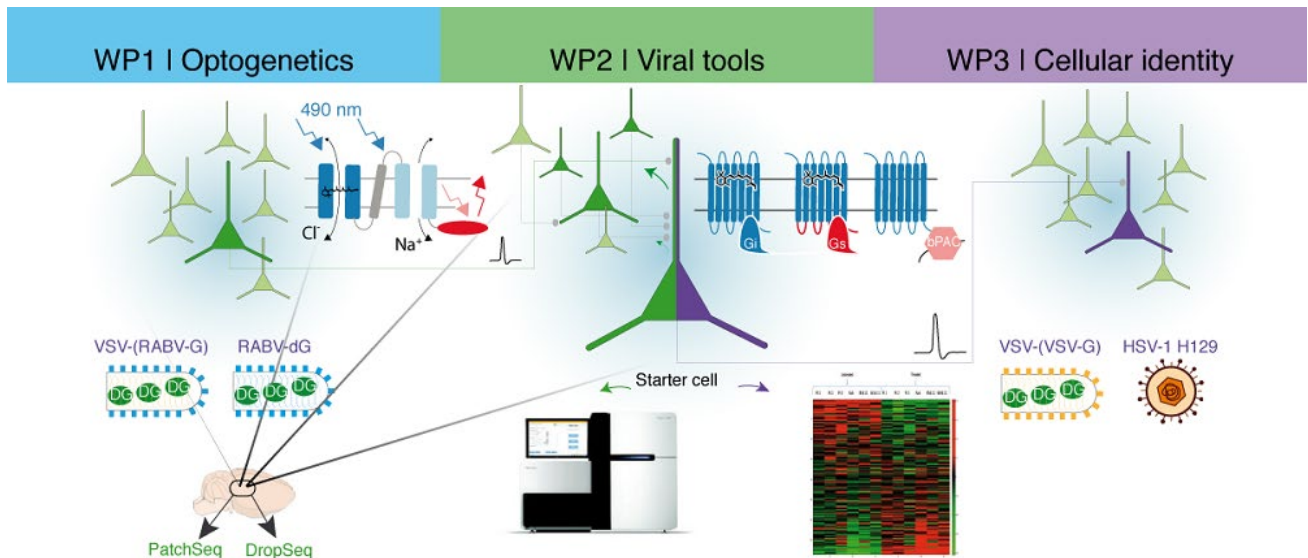


C01: Development of molecular tools for manipulating and studying memory engrams

The C01 project provides customized optogenetic, viral and transcriptome analysis tools to investigate the mechanisms of memory consolidation. We will support other projects by extensive consultation and knowledge transfer, and develop novel tools specifically designed to enable state-of-the-art memory research. In the area of optogenetics we will tailor recently published actuators and sensors for project-specific implementations and develop new optogenetic tools for photocontrol of intracellular signaling cascades involving Ca^{2+} , cAMP and G-protein signaling, enabling novel avenues for modulating cellular memory formation. For optimized viral gene transfer and circuit analysis, we improve existing retrograde tracers by reducing cytotoxicity and develop novel, herpesvirus-based tracers that promise efficient low toxicity anterograde trans-synaptic tracing for neuronal circuit analysis. Finally, we provide support for applying PatchSeq, DropSeq, and 10xVisum single cell omics platforms to identify cellular components of memory engrams and to investigate which gene expression patterns contribute to the formation of these engrams. Our work will also be beneficial for the neuroscience community outside the CRC as we make our tools available worldwide through DNA repositories and our viral core facility.

Image Schematic overview of the three work packages of the C01 project – optogenetics, viral tools, and transcriptome readouts. Image by Thorsten Trimbuch, Johannes Vierock, Benjamin Rost.

Project PIs: Prof. Dr. Christian Rosenmund, Dr. Benjamin Rost, Dr. Johannes Vierock



C01: Entwicklung von molekularen Werkzeugen zur Manipulation und Erforschung von Gedächtnisengrammen

Das C01-Projekt bietet maßgeschneiderte optogenetische, virale und transkriptomische Analyseinstrumente zur Untersuchung von Mechanismen der Gedächtniskonsolidierung. Wir werden optogenetische Sensoren und Aktuatoren zur Kontrolle biochemischer Signalwege entwickeln und implementieren. Zur Optimierung des viralen Gentransfers und der Netzwerkanalyse verbessern wir bestehende retrograde und anterograde Tracer, und entwickeln neuartige Tracer auf Basis des Herpesvirus. Schließlich unterstützen wir die Anwendung von verschiedenen Einzelzell-omics-Plattformen, um zelluläre Komponenten von Gedächtnis-Engrammen zu identifizieren und involvierte Genexpressionsmuster zu untersuchen. Unsere Werkzeuge werden weltweit über DNA-Repositorien und unsere virale Core Facility zur Verfügung gestellt.

Bild Schematischer Überblick über die drei Arbeitspakete des C01-Projekts – Optogenetik, virale Werkzeuge und Transkriptom-Auslesungen. Bild von Thorsten Trimbuch, Johannes Vierock, Benjamin Rost

Projekt PIs: Prof. Dr. Christian Rosenmund, Dr. Benjamin Rost, Dr. Johannes Vierock



C02: Experimental behavior technologies and animal training

The Experimental Behavior Technologies and Animal Training service project provides the mechanisms and resources for producing state-of-the-art behavioral systems, which are developed in close conjunction with individual CRC projects. The systems are designed to minimize experimenter interference and increase efficiency in freely moving as well as head-fixed animals and include virtual reality as well as operant- and maze- based systems. A major focus of the C02 project in this funding period is the facilitation of cross-species research approaches within the CRC to target closely related research questions synergistically. To this end C02 will provide tasks for mice and drosophila, that are comparable to the human tasks used within the CRC to study memory consolidation across development in children and spatial memory consolidation following propofol anesthesia.

Image: Experimental set-up. Courtesy of York Winter

Project PI: Prof. Dr. York Winter



C02: Experimentelle Technologien für Tierverhalten und training

C02 stellt Knowhow und Ressourcen zur Herstellung hochmoderner Verhaltenssysteme in enger Zusammenarbeit mit einzelnen CRC Projekten. Die Systeme werden für sich frei bewegende und für kopffixierte Tiere konzipiert, umfassen virtuelle Realität und sind designt Effizienz zu steigern. Ein Schwerpunkt sind artenübergreifende Ansätze, um eng verwandte Forschungsfragen synergetisch anzugehen. Hierzu werden Verhaltenstests für Mäuse und Drosophila entwickelt, die mit den verwendeten humanen Tests zur Gedächtniskonsolidierung bei Kindern und zur räumlichen Konsolidierung nach Propofol-Narkose, vergleichbar sind.

Bild: Experimenteller Setup. Quelle, York Winter

Projekt PI: Prof. Dr. York Winter



INF: Infrastructure for Findable, Accessible, Interoperable, Reusable (FAIR) Data

The INF-N project will foster the collaboration between CRC1315 projects by building an open infrastructure for the management of data (storage, documentation, processing, sharing and publication) and a theoretically grounded computational framework. To address the challenges of sharing large amounts of heterogeneous datasets within the consortium, we will implement tools for data management and scientific communication, provide training to the researchers, support researchers in their data management plan production and implementation, curate data during the research process, and foster the publication of research outputs other than classical journal contributions (datasets, software, reagents, and hardware). We are participating in several international consortia that are building data management solutions (in particular inside the NFDI neuroscience, INCF, EBRAINS) and we plan to employ established solutions in this CRC and to coordinate new developments with these international communities. This will allow us to produce (and publish) findable, accessible, interoperable, and reusable (FAIR) data, and will promote a transparent and responsible research process.

Image: Courtesy of Petra Ritter

Project PI: Prof. Dr. Petra Ritter, in collaboration with CRC Speaker Prof. Dr. Matthew Larkum



INF: Infrastruktur für Findable, Accessible, Interoperable, Reusable (FAIR) Daten

Wir werden Forschungsdatenmanagement nach den FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable) Prinzipien im CRC1315 etablieren und somit zu einer transparenten und reproduzierbaren Wissenschaft beitragen. Anforderungen an die Datendokumentation und -annotation werden auch unter Berücksichtigung der Anforderungen von Sekundärnutzern aus dem Bereich theoretische Neurowissenschaft und Modellierung entwickelt. Das INF Projekt leistet Unterstützung bei der Fortschreibung des Datenmanagementplans, beim Kuratieren von Daten bereits bei der Generierung und während der fortlaufenden Forschung sowie durch ausgiebige Schulungen und Beratungen.

Bild: Petra Ritter

Projekt PI: Prof. Dr. Petra Ritter, in Zusammenarbeit mit dem CRC-Sprecher Prof. Dr. Matthew Larkum

Z: Central administrative project & data curation (2022-2030)

CRC1315 spokesperson [Matthew Larkum](#) represents the CRC in all external matters and monitors the progress of scientific and service projects to ensure scientific standards are adhered to. He initiates and oversees all project-related activities and is in charge of managing expenditures not covered by the steering committee. Matthew is also central to the development of strategic goals in the short and long-term, based on input from the consortium. In his absence, deputy spokesperson [Richard Kempter](#) acts in these matters.

Guided by the DFG and in cooperation with the CRC's member institutions, the central project administers network resources in thematic areas: equal opportunity, guests and colloquia, project-specific workshops, travel, outreach, data curation and publications. The first point of contact for internal and external matters is managing coordinator [Mary Louise Grossman](#) (since 2018). Work in [team Z](#) aims to **enable** high-value scientific work by establishing processes, removing bottlenecks, and improving collaboration efficiency; **help** ensure project accountability; **foster** mutual responsibility and reciprocity; **improve** the consortium's ability to achieve its mission; and **create** value in the project by monitoring and disseminating project output. In detail, Mary Louise Grossman coordinates global finances, grant renewal, quality control, web and graphic design, public relations and scientific events, as well as ensures continuous reporting to the steering committee. The network-outreach coordinator, and BCCN student coordinator [Carolyn Gehr](#) (since 2026) mobilizes network activity of the early career researcher cohort of the SFB in all of its formats. The team assistant (Laura Starck, since 2026) supports work in thematic areas: guests, network travel, meetings and protocols as well as provides general accounting and administrative assistance. The team assistant and student assistant support work in compliance with the DFG Kodex on [good scientific practise](#) (Guideline [13](#), access to project output).

Alumni: Data curator [Julien Colomb](#) (INF, 2019-2022) developed solutions for data management and curation in collaboration with EMBO (smartfigure gallery) and the neuro-NFDI consortium (gin-tonic), under the supervision of Matthew Larkum. [Serenella Brinati](#) was team assistant from 2019 to 2026, [Heidi Pretorius](#) coordinated the Neuroscience Colloquium (Z, 2018-2019). PhD-Postdoc-Network Coordinator [Lisa Velenosi](#) (Z, 2020-2026) mobilized the CRC's young and early-career scientists to self-organize lab tours, meet-the-speaker, journal club, retreats and more. Student helper [Madlena Kozaeva](#) (Z, 2020-2026) worked on project statistics, member publications, and helped maintain our web presence.

Project PI: Prof. Dr. Matthew Larkum, in collaboration with the CRC Steering Committee

Z: Zentralprojekt und Data Curation (2022-2030)

Sprecher [Matthew Larkum](#) vertritt den CRC in allen externen Angelegenheiten und überwacht den Fortschritt von wissenschaftlichen und Service-Projekten, um sicherzustellen, dass wissenschaftliche Standards eingehalten werden. Er initiiert und beaufsichtigt alle projektbezogenen Aktivitäten und ist für die Verwaltung der vom Lenkungsausschuss nicht gedeckten Ausgaben zuständig. Matthew spielt auch eine zentrale Rolle bei der Entwicklung kurz- und langfristiger strategischer Ziele auf der Grundlage von Beiträgen des Konsortiums. In seiner Abwesenheit ist der stellvertretende Sprecher [Richard Kempter](#) in diesen Angelegenheiten tätig.

Das Z-Projektteam: Unter Federführung der DFG und in Zusammenarbeit mit den Mitgliedsinstitutionen des SFB verwaltet das zentrale Projekt Netzwerkressourcen in den Themenfeldern: Chancengleichheit, Gäste und Kolloquien, projektspezifische Workshops, Reisen, Outreach, Data Curation und Publikationen. Die erste Ansprechpartnerin für interne und externe Angelegenheiten ist die geschäftsführende Koordinatorin [Mary Louise Grossman](#) (seit 2018). Im Einzelnen koordiniert Mary Louise Grossman die globale Finanzverwaltung, die Verlängerung von Fördermitteln, die Qualitätskontrolle, das Web- und Grafikdesign, die Öffentlichkeitsarbeit und wissenschaftliche Veranstaltungen sowie die kontinuierliche Berichterstattung an den Lenkungsausschuss. Die Koordinatorin für den Netzwerk-Outreach und BCCN-Studierendenkoordinatorin [Carolyn Gehr](#) (2026-) koordiniert die Netzwerkaktivitäten der Nachwuchsforschergruppe des SFB in all ihren Formaten. Die Teamassistentin (Laura Starck, 2026-) unterstützt die Arbeit in den Themenbereichen Gäste, netzwerkweite Reisen, Sitzungen und Protokolle und übernimmt allgemeine Buchhaltungs- und Verwaltungsaufgaben. Die Teamassistentin und studentische Hilfskraft unterstützen das Projekt dabei, die Einhaltung des DFG-Kodex für gute wissenschaftliche Praxis (Leitlinie 13, Zugang zu Projektergebnissen) sicherzustellen.

Alumni: Der Datenkurator [Julien Colomb](#) (INF, 2019–2022) entwickelte unter der Betreuung von Matthew Larkum Lösungen für das Datenmanagement und die Datenkuratierung in Zusammenarbeit mit EMBO (Smartfigure Gallery) und dem Neuro-NFDI-Konsortium (Gin-Tonic). [Serenella Brinati](#) war von 2019 bis 2026 Teamassistentin, [Heidi Pretorius](#) koordinierte das Neurowissenschaftliche Kolloquium (Z, 2018–2019). Die Koordinatorin des Doktoranden- und Postdoc-Netzwerks, [Lisa Velenosi](#) (Z, 2020–2026), motivierte die jungen und am Anfang ihrer Karriere stehenden Wissenschaftler des SFB dazu, Laborführungen, Meet-the-Speaker-Veranstaltungen, Journal Clubs, Retreats und vieles mehr selbst zu organisieren. Die studentische Hilfskraft [Madlena Kozaeva](#) (Z, 2021–2026) arbeitete an Projektstatistiken und den Veröffentlichungen der Mitglieder und half bei der Pflege unseres Internetauftritts.

Projekt PI: Prof. Dr. Matthew Larkum, in Zusammenarbeit mit dem CRC-Lenkungsausschuss