

# Neurologische Klinik

## Lehrstuhl für Neurologie

### Adresse

Schwabachanlage 6  
91054 Erlangen  
Tel.: +49 9131 8534563  
Fax: +49 9131 8536597  
www.neurologie.uk-erlangen.de

### Direktor

Prof. Dr. med. Dr. h.c. Stefan Schwab

### Ansprechpartner

Prof. Dr. med. Frank Seifert, MHBA  
Tel.: +49 9131 8544512  
Fax: +49 9131 8534846  
frank.seifert@uk-erlangen.de

### Forschungsschwerpunkte

- Schlaganfallforschung klinisch und experimentell
- Intensivmedizin
- Telemedizin
- Epilepsie
- Neuroimmunologie
- Schmerz
- autonomes Nervensystem
- neuromuskuläres Zentrum
- Dystonien und Botulinumtoxintherapie
- Neuroonkologie

### Struktur des Lehrstuhls

Professuren: 4  
Beschäftigte: 309  
• Ärzte: 64  
• Wissenschaftler: 12  
(davon drittmittelfinanziert: 9)  
• Promovierende: 35

### Klinische Versorgungsschwerpunkte

- neurologische Notfallmedizin
- vaskuläre Neurologie
- neurologische Intensivmedizin
- Epilepsie - Epilepsiezentrum Erlangen (EZE)
- Neuroimmunologie
- neuromuskuläre Erkrankungen
- neurologische Schmerzmedizin
- Neuroonkologie
- autonomes Nervensystem
- klinische Neurophysiologie
- Neurosonologie
- Dystonie und Botulinumtoxintherapie
- neurokognitive Störungen
- Telemedizin – Schlaganfallnetzwerk STENO (von unserer Klinik koordiniert)

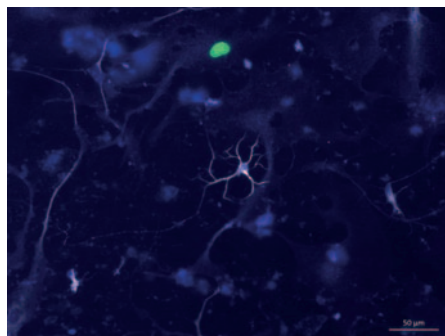
### Forschung

Die Neurologische Klinik zählt zu den größten in Deutschland und behandelt jährlich ca. 4.000 Patienten stationär und über 19.000 ambulante Patienten. Die Forschungsschwerpunkte der Neurologischen Klinik entsprechen der gesamten Breite des Fachgebietes. Sie sind im Folgenden im Detail dargestellt. Die Forschungsaktivitäten schlugen sich im Berichtszeitraum in mehr als 200, teils hochrangigen Publikationen nieder. Zudem werden Projekte zur Verbesserung der Lehre durchgeführt.

### Schlaganfallforschung klinisch und experimentell

PI: Prof. Dr. H. Huttner, PD Dr. B. Kallmünzer  
Pro Jahr werden in der Notfallambulanz über 7.000 Patienten untersucht. Nach einer umgehenden klinischen Einschätzung der medizinischen Problematik werden eine adäquate Notfalldiagnostik und gegebenenfalls eine sofortige Therapiemaßnahme eingeleitet. Für eine Vielzahl von klinischen Studien, vor allem im vaskulären Bereich, erfolgen das Screening und der Studieneinschluss bereits unmittelbar in der Notfallambulanz. Ferner werden Patientendaten zum Thema Schlaganfall systematisch in Klinikinterne Register überführt – eng vernetzt mit dem Telekonsilnetzwerk „STENO“ –, um wichtige wissenschaftliche Fragestellungen (z. B. „Drip-and-ship“ für Thrombektomien) zu bearbeiten.

Auf den 14 Überwachungsbetten der Schlaganfallstation werden im Jahr weit über 1.000 Patienten behandelt. Neben einer optimalen klinischen Versorgung (> 25% Thrombolyserate) werden auch viele wissenschaftliche Studien durchgeführt. Schwerpunkte bilden dabei Untersuchungen zur Thrombolyse und rekanalisierenden Therapie bei ischämischem Schlaganfall und zur Sekundärprophylaxe nach kardialer Embolie.



Nervenzelle in einer Zellkultur

### Intensivmedizin

PI: Prof. Dr. H. Huttner

Wesentliche Schwerpunkte bestehen in der klinischen Forschung zu schweren Schlaganfällen, Hirnblutungen, Hirnhautentzündungen und Anfallsleiden. In diesen Gebieten zielen wir auch auf den Transfer aus grundlagenwissenschaftlichen Erkenntnissen. Konkrete aktuelle Forschungsfelder beziehen sich auf noch als experimentell einzustufende Therapieverfahren, wie die intraventrikuläre Fibrinolyse, antiödematöse Therapieansätze inklusive multimodales Monitoring und Hypothermiebehandlung bei Schlaganfall.

### Telemedizin

PI: PD Dr. L. Breuer

Seit 2007 leitet und koordiniert die Neurologische Klinik das Schlaganfallnetzwerk mit Telemedizin in Nordbayern (STENO), welches drei Schlaganfallzentren sowie 18 regionale, telemedizinisch angebundene Kliniken umfasst. Seit 2011 ist STENO als einziges Netzwerk seiner Art nach der internationalen Norm DIN EN ISO 9001:2008 für sein netzwerkweites Qualitätsmanagement zertifiziert. STENO sichert die flächendeckende Versorgung von Schlaganfallpatienten in der Region Nordbayern und Südhüringen auf höchstem Niveau und ist Teil der medizinischen Regelversorgung. Die Auswirkungen und Effekte von STENO werden dabei in wissenschaftlichen Studien, u. a. zur Versorgungsforschung, untersucht.

### Epilepsie

PI: Prof. Dr. H.M. Hamer

Das Epilepsiezentrum ist ein Zentrum der höchsten Versorgungsstufe und gehört zu den größten universitären Zentren in Deutschland. Wissenschaftliche Schwerpunkte sind:

- 1) Versorgungsforschung,
  - 2) invasive Elektrophysiologie,
  - 3) quantitatives EEG bei Epilepsie und Encephalopathie,
  - 4) automatische Anfallsdetektion,
  - 5) Magnetencephalographie in der Prächirurgie,
  - 6) Epilepsie bei ZNS-Malformationen,
  - 7) epileptologische Telemedizin,
  - 8) neuroimmunologische Prozesse bei Epilepsie,
  - 8) Geschichte der Epileptologie.
- Förderung: EU, DFG, Bayerisches Staatsministerium für Gesundheit und Pflege

### Neuroimmunologie

PI: Prof. Dr. R. Linker

Insgesamt drei Arbeitsgruppen führten erfolgreich Studien durch zu

# Department of Neurology

## Chair of Neurology

### Address

Schwabachanlage 6  
91054 Erlangen  
Phone: +49 9131 8534563  
Fax: +49 9131 8536597  
www.neurologie.uk-erlangen.de

### Director

Prof. Dr. med. Dr. h.c. Stefan Schwab

### Contact

Prof Dr. med. Frank Seifert, MHBA  
Phone: +49 9131 8544512  
Fax: +49 9131 8534846  
frank.seifert@uk-erlangen.de

### Research focus

- Stroke research – clinical and experimental
- Neurocritical care
- Telemedicine and health services
- Epilepsy
- Neuroimmunology
- Pain and functional imaging
- Autonomic nervous system
- Neuromuscular diseases
- Dystonia and botulinum toxin therapy
- Neuro-oncology

### Structure of the Chair

Professorships: 4  
Personnel: 309  
• Doctors (of Medicine): 64  
• Scientists: 12 (thereof funded externally: 9)  
• Graduate students: 35

### Clinical focus areas

- Emergency care
- Stroke
- Neurocritical care
- Epilepsy – center of epilepsy (EZE)
- Neuroimmunology
- Neuromuscular diseases
- Pain medicine
- Neuro-oncology
- Autonomic nervous system disorders
- Neurophysiology
- Ultrasound
- Dystonia und botulinum toxin therapy
- Neurocognitive disorders
- Telemedicine

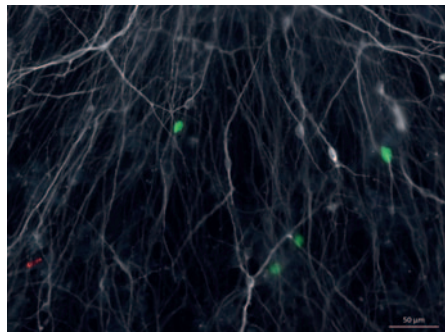
### Research

The Department of Neurology is one of the largest neurological centers in Germany treating 4,000 in-patients and more than 19,000 outpatients each year. The research activities of our Department are shown in detail below. During the reporting period more than 200, some of them high-ranking publications, could be published.

### Stroke research – clinical and experimental

PI: Prof. Dr. H. Huttner, PD Dr. B. Kallmünzer  
Each year about 7,000 patients are admitted to our specialized neurological emergency room. After an immediate clinical examination, adequate diagnostic procedures and prompt specific emergency treatment are initiated, if necessary. For many neurovascular clinical studies, the screening and inclusion is managed directly in the emergency room. Additionally, all stroke patients – also those transferred from the North-Bavarian telestroke network STENO – are entered into prospective registries to allow scientific analyses (e.g. „Drip-and-ship“ in cases of planned thrombectomy).

We treat more than 1,000 inpatients on our 14-bed monitored stroke unit. An extremely high level of medical care (iv-thrombolysis rate > 25%) is combined with state-of-the-art research, including clinical studies on thrombolysis, recanalization therapy, and secondary prevention of cardioembolism.



Neuronal cell culture

### Neurocritical care

PI: Prof. Dr. H. Huttner  
In clinical routine – also addressed in clinical and translational research studies – we mainly focus on severe strokes, intracranial hemorrhage, meningitis, and status epilepticus. Examples of current research projects refer to stroke treatment approaches that still are considered experimental, e.g. intraventricular fibrinolysis, brain edema management using multimodal neuromonitoring, and hypothermia.

### Telemedicine

PI: PD Dr. L. Breuer  
Since 2007, the Department of Neurology has been coordinating the Stroke Network using Telemedicine in Northern Bavaria (STENO), which includes three stroke centers and 18 regional hospitals. As the only telestroke-network of its kind, it has been certified in 2011 according to DIN EN ISO 9001:2008 for its network-wide quality management system. STENO is

part of the medical standard care and ensures comprehensive stroke care in North Bavaria and southern Thuringia at the highest level. The impact and effects of STENO are investigated in scientific studies.

### Epilepsy

PI: Prof. Dr. H.M. Hamer, MHBA  
The Erlangen Epilepsy Center ranks among the top five university epilepsy centers in Germany. Scientific hot spots include:  
1) Changes of the innate immune-system in epilepsy;  
2) Epilepsy in CNS-malformations;  
3) Automatic seizure detection;  
4) Magnetoencephalography;  
5) Neuropsychology/Cognition and invasive EEG;  
6) Quantitative EEG in epilepsy and encephalopathy;  
7) Drug monitoring;  
8) Historical aspects of epileptology;  
9) Socio-economic aspects of epilepsy.  
Funding: EU, DFG, Bavarian State Ministry of Health and Care

### Neuroimmunology

PI: Prof. Dr. R. Linker  
Three research groups successfully focus on  
1) immunoregulation and biomarkers in multiple sclerosis (MS) patients,  
2) neuroprotection and neurodegeneration in experimental models with a focus on glial cells, and  
3) Influence of environmental factors on the pathogenesis of MS. Further research comprises studies on new imaging modalities and studies on new treatment in a bench-to bedside approach.  
Funding: IZKF Erlangen, DFG, several industry-funded research projects

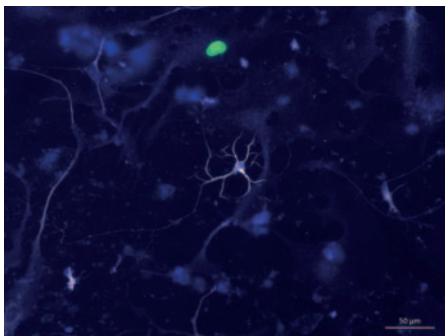
### Pain and Headache

PI: Prof. Dr. F. Seifert  
This group investigates neural mechanisms of sensory, autonomic, and cognitive processing in pain disorders (neuropathic pain, headache, stroke, and MS). We use psychophysical and autonomic testing combined with functional and structural brain imaging methods (voxel-based lesion symptom mapping (VLSM), functional magnetic resonance imaging (fMRI), repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS).

### Autonomic nervous system

PI: Prof. Dr. M. J. Hilz  
The autonomic research laboratory evaluates cardiovascular autonomic function in patients with central and peripheral autonomic network disorders. Additional quantitative sensory testing of thermal perception refines the evaluation

of small fiber neuropathies. In patients with lysosomal orphan diseases (M. Fabry, M. Pompe), we evaluate the effects of enzyme replacement therapy. We study the clinical organization of the central autonomic network by assessing cardiovascular autonomic function in patients with central nervous system lesions, such as stroke, MS, traumatic brain injury, and in persons who are exposed to repetitive mild head and brain injuries.



Neuronal cell culture

### Neuromuscular diseases

PI: Dr. M. Türk, Dr. C. Möbius, Prof. Dr. R. Linker, Prof. Dr. R. Schröder

The Neuromuscular Disease Center is an interdisciplinary center providing a specialized outpatient clinic and a neuropathological laboratory for diagnostic biopsies and for the investigation of neuromuscular diseases. The neuromuscular research is composed of several task forces with the following key aspects:

- 1) Immunopathogenesis of autoimmune myositis, myasthenia gravis, and immune neuropathies;
- 2) Studies on the pathogenesis of myofibrillar myopathy and other protein aggregation myopathies.

### Dystonia and botulinum toxin therapy

PI: Dr. C. Möbius

Our main aim is to improve the diagnostic and therapeutic process for patients with dystonic movement disorders and spasticity. Other than participating in several multicenter clinical trials, our research focus lies in the early detection and treatment of post stroke spasticity and the identification of specific muscle patterns in cervical dystonia using ultrasound and ultrasound-guided electromyography.

### Neuro-oncology

PI: PD Dr. M. Uhl

The goal of interdisciplinary neuro-oncology is the treatment of patients with brain tumors. Beside the daily routine patients, we have the ambition to provide attractive clinical trials for all

patients. A focus here are currently translational immune therapy studies of the phases II and III.

### Teaching

Between everyday clinical practice and the teachings segment of our Department, the interdisciplinary clinical courses „Querschnittsfächer“ for immunology/infectiology, emergency medicine and pain medicine gained widespread recognition by the students.

We supervise MD and PhD theses.

### Selected publications

Winder K, Seifert F, Köhrmann M, Crodel C, Kloska S, Dörfler A, Hösl KM, Schwab S, Hilz MJ. Lesion mapping of stroke-related erectile dysfunction. *Brain*. 2017 Jun 1;140(6):1706-1717

Staykov D, Kuramatsu JB, Bardutzky J, Volbers B, Gerner ST, Kloska SP, Doerfler A, Schwab S, Huttner HB. Efficacy and safety of combined intraventricular fibrinolysis with lumbar drainage for prevention of permanent shunt dependency after intracerebral hemorrhage with severe ventricular involvement: A randomized trial and individual patient data meta-analysis. *Ann Neurol*. 2017 Jan;81(1):93-103

Wilck N et al. Salt-responsive gut commensal modulates T(H)17 axis and disease. *Nature*. 2017 Nov 30;551(7682):585-589

Kuramatsu JB et al. Management of therapeutic anticoagulation in patients with intracerebral haemorrhage and mechanical heart valves. *Eur Heart J*. 2018 May 14;39(19):1709-1723

Lang JD, Kostev K, Onugoren MD, Gollwitzer S, Graf W, Müller T, Olmes DG, Hamer HM. Switching the manufacturer of antiepileptic drugs is associated with higher risk of seizures: A nationwide study of prescription data in Germany. *Ann Neurol*. 2018 Dec;84(6):918-925

Gerner ST et al. Association of prothrombin complex concentrate administration and hematoma enlargement in non-vitamin K antagonist oral anticoagulant-related intracerebral hemorrhage. *Ann Neurol*. 2018 Jan;83(1):186-196

### International cooperations

Prof. J. Frisen, Department of Cell and Molecular Biology, Karolinska Institute, Stockholm: Sweden

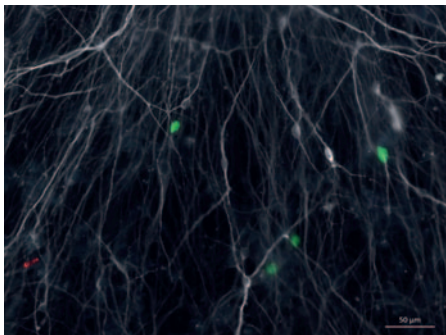
Prof. D. Henshall, Royal College Dublin: Ireland

S. Hanslmayr, Birmingham: UK

Prof. Dr. M.-J. Hilz, Icahn School of Medicine at Mount Sinai: USA

Prof. R. Guerrini, Florence: Italy

- 1) Immunregulation/Biomarker bei MS (Multipler Sklerose)-Patienten,
- 2) Neuroprotektion und Neurodegeneration unter besonderer Berücksichtigung glialer Zellen sowie
- 3) Einfluss von Umweltfaktoren auf die Pathogenese der MS. In der klinisch-experimentellen Forschung bestand ein besonderes Interesse am Einsatz neuer bildgebender Verfahren sowie Studien mit einem „bench-to bedside“ Ansatz einschließlich neuer kernspintomographischer Techniken und der optischen Kohärenztomographie.



Nervenzellen in einer Zellkultur

### Schmerz

PI: Prof. Dr. F. Seifert

Die Forschungsgruppe beschäftigt sich mit den neuronalen Grundlagen von sensorischen, neurovegetativen und kognitiven Prozessen bei Schmerzkrankungen (neuropathischer Schmerz, Kopfschmerz) und bei Patienten mit zerebralen Läsionen bei Schlaganfall und MS. Dabei werden psychophysische und autonome Messungen in Kombination mit Methoden der funktionellen und strukturellen Neurobildgebung – wie dem Voxelbasierten Läsions-Symptom Mapping (VLSM), der funktionellen Magnetresonanztomografie (fMRI) und der repetitiven transkraniellen Magnetstimulation (rTMS) – angewendet.

### Autonomes Nervensystem

PI: Prof. Dr. M.J. Hilz

Das Forschungslabor untersucht die autonome kardiovaskuläre Modulation von Patienten mit Störungen des zentralen und peripheren autonomen Netzwerkes. Zudem werden Small-Fiber-Neuropathien durch quantitative Testung des Temperaturempfindens besser charakterisiert. Bei seltenen, lysosomalen Speicherkrankheiten (M. Fabry, M. Pompe) evaluieren wir den Effekt von Enzymersatztherapie auf die Erkrankungen. Die klinische Organisation des zentralen autonomen Netzwerkes und seine kardiovaskulären Einflüsse untersuchen wir u. a. bei Patienten mit Schlag-

anfall, Schädel-Hirn-Trauma und Multipler Sklerose sowie bei Personen, die wiederholten leichten Schädelhirntraumen ausgesetzt sind.

### Neuromuskuläres Zentrum

PI: Dr. M. Türk, Dr. C. Möbius, Prof. Dr. R. Linker, Prof. Dr. R. Schröder

Das neuromuskuläre Zentrum mit Spezialambulanz und neurohistologischem Labor ist eine interdisziplinäre Einrichtung zur fachübergreifenden Diagnosestellung, Behandlung und Erforschung neuromuskulärer Erkrankungen. Die neuromuskuläre Forschung gliedert sich in verschiedene Arbeitsgruppen mit folgenden Schwerpunkten:

- 1) Untersuchungen zur Immunpathogenese und Therapie autoimmun-vermittelter Myositiden sowie der Myasthenia gravis und von Immunneuropathien;
- 2) Studien zur Pathogenese myofibrillärer Myopathien sowie Proteinspeichermyopathien.

### Dystonien und Botulinumtoxintherapie

PI: Dr. C. Möbius

Ziel unserer vorwiegend klinisch orientierten Forschung ist es, die ambulante Versorgung von Patienten mit dystonen Bewegungsstörungen oder spastischem Syndrom zu verbessern. Neben der Teilnahme an mehreren multizentrischen klinischen Studien liegt ein Schwerpunkt unserer Forschung auf der frühen Erkennung einer behandlungsbedürftigen Spastik nach Schlaganfall sowie auf der Identifikation beteiligter Muskeln bei zervikaler Dystonie mittels Verwendung des hochauflösenden Ultraschalls und der sonographiegestützten Elektromyographie.

### Neuroonkologie

PI: PD Dr. M. Uhl

Die Neuroonkologie kümmert sich interdisziplinär vernetzt um Patienten mit Hirntumoren. Neben der alltäglichen Patientenversorgung ist der wissenschaftliche Schwerpunkt, den Patienten attraktive Therapiestudien anbieten zu können. Insbesondere translationale Immuntherapiestudien der Phase II und III stehen hierbei im Fokus der wissenschaftlichen Aktivitäten.

### Lehre

Die Neurologische Klinik beteiligt sich mit Pflicht- und Wahlfächern an der curricularen Lehre der Medizin. Besonders hervorzuheben ist hier die interdisziplinäre Lehre im Rahmen der Querschnittsfächer Q4 (Immunologie/ Infektologie), Q8 (Notfallmedizin) und Q14 (Schmerzmedizin).

Es werden medizinische und naturwissenschaftliche Promotionen betreut.

### Ausgewählte Publikationen

Winder K, Seifert F, Köhrmann M, Crodel C, Kloska S, Dörfler A, Hösl KM, Schwab S, Hilz MJ. Lesion mapping of stroke-related erectile dysfunction. *Brain*. 2017 Jun 1;140(6):1706-1717

Staykov D, Kuramatsu JB, Bardutzky J, Volbers B, Gerner ST, Kloska SP, Doerfler A, Schwab S, Huttner HB. Efficacy and safety of combined intraventricular fibrinolysis with lumbar drainage for prevention of permanent shunt dependency after intracerebral hemorrhage with severe ventricular involvement: A randomized trial and individual patient data meta-analysis. *Ann Neurol*. 2017 Jan;81(1):93-103

Wilck N et al. Salt-responsive gut commensal modulates T(H)17 axis and disease. *Nature*. 2017 Nov 30;551(7682):585-589

Kuramatsu JB et al. Management of therapeutic anticoagulation in patients with intracerebral haemorrhage and mechanical heart valves. *Eur Heart J*. 2018 May 14;39(19):1709-1723

Lang JD, Kostev K, Onugoren MD, Gollwitzer S, Graf W, Müller T, Olmes DG, Hamer HM. Switching the manufacturer of antiepileptic drugs is associated with higher risk of seizures: A nationwide study of prescription data in Germany. *Ann Neurol*. 2018 Dec;84(6):918-925

Gerner ST et al. Association of prothrombin complex concentrate administration and hematoma enlargement in non-vitamin K antagonist oral anticoagulant-related intracerebral hemorrhage. *Ann Neurol*. 2018 Jan;83(1):186-196

### Internationale Zusammenarbeit

Prof. J. Frisen, Department of Cell and Molecular Biology, Karolinska Institute, Stockholm: Schweden

Prof. D. Henshall, Royal College Dublin: Irland

S. Hanslmayr, Birmingham: Großbritannien

Prof. Dr. M.-J. Hilz, Icahn School of Medicine at Mount Sinai: USA

Prof. R. Guerrini, Florenz: Italien