

## **Untersuchungen an Probanden unter Exposition mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern von Mobiltelefonen**

## **Untersuchungen der Schlafqualität bei Anwohnern einer Basisstation – Experimentelle Studie zur Objektivierung möglicher psychologischer und physiologischer Effekte unter häuslichen Bedingungen**



**Heidi Danker-Hopfe und Hans Dorn**

Kolloquium zu biologischen Projekten im Rahmen des Deutschen Mobilfunkforschungsprogramms

BfS, Neuherberg 11. und 12. Oktober 2005

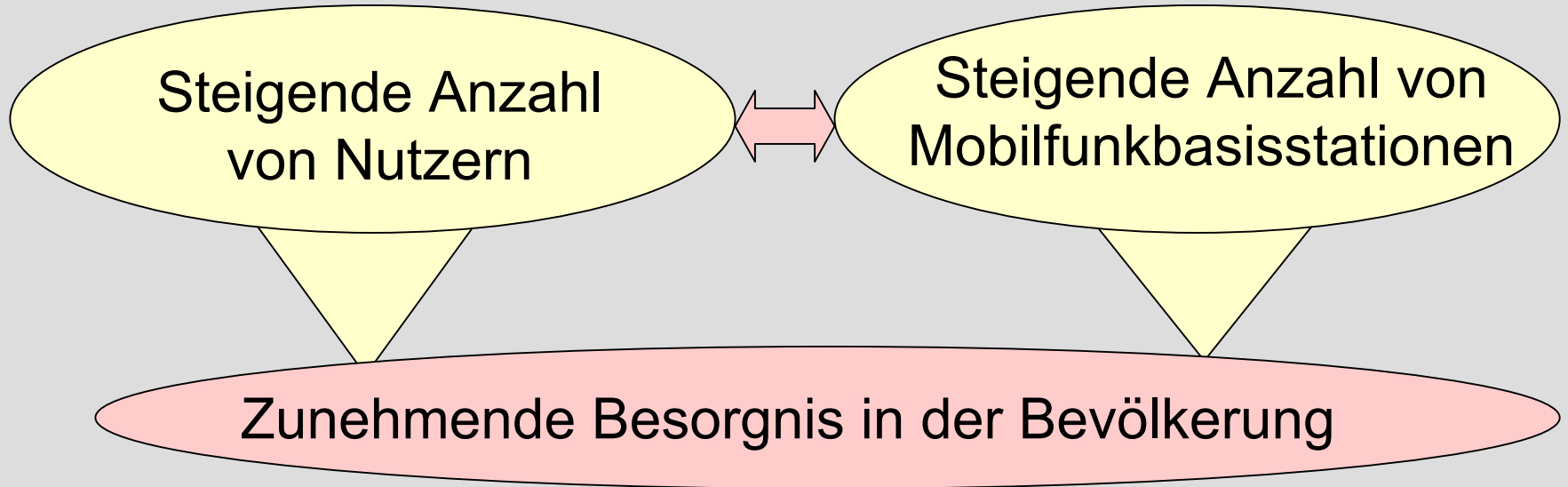
# Gliederung

---

- ◆ **Einführung – das Problem**
- ◆ **Projekte der Charité - CBF im DMF**
- ◆ **Schlaf – was ist das?**
- ◆ **Schlafstörungen:  
von der Beschwerde zur relevanten Erkrankung**
- ◆ **EMF und Schlaf: Laborstudien**
- ◆ **Basisstationen und Schlaf: Feldstudien**
- ◆ **Charité-Laborstudie: Probanden – Mobiltelefone**
- ◆ **Charité-Feldstudie: Schlafqualität – Anwohner  
von Mobilfunkbasisstationen**

# Einführung – Das Problem

---



**dokumentiert durch jährliche Telefonumfragen  
an 2500 Personen im Alter > 13 Jahre**

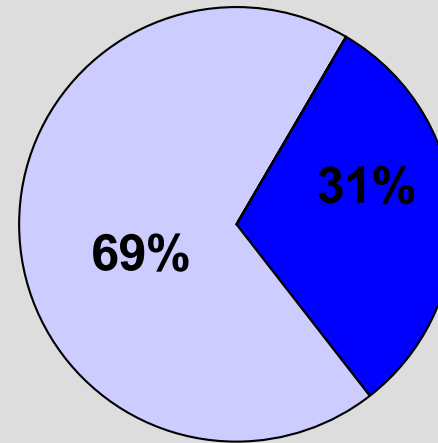
*infas – Institut für angewandte Sozialwissenschaft GmbH*

gefördert durch das BfS

# Einführung – Das Problem

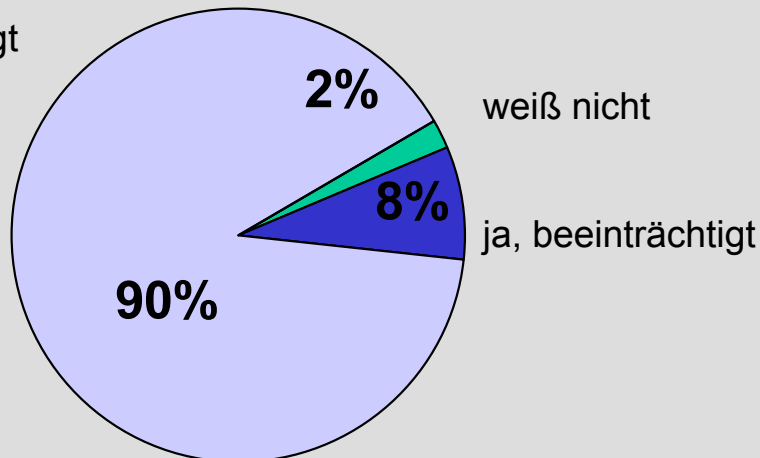
**Gesundheitliche  
Besorgnis** durch  
Mobilfunk-Sende-  
anlagen, Handys  
oder schnurlose  
Telefone

nein, nicht  
besorgt



ja, besorgt

nein, nicht  
beeinträchtigt



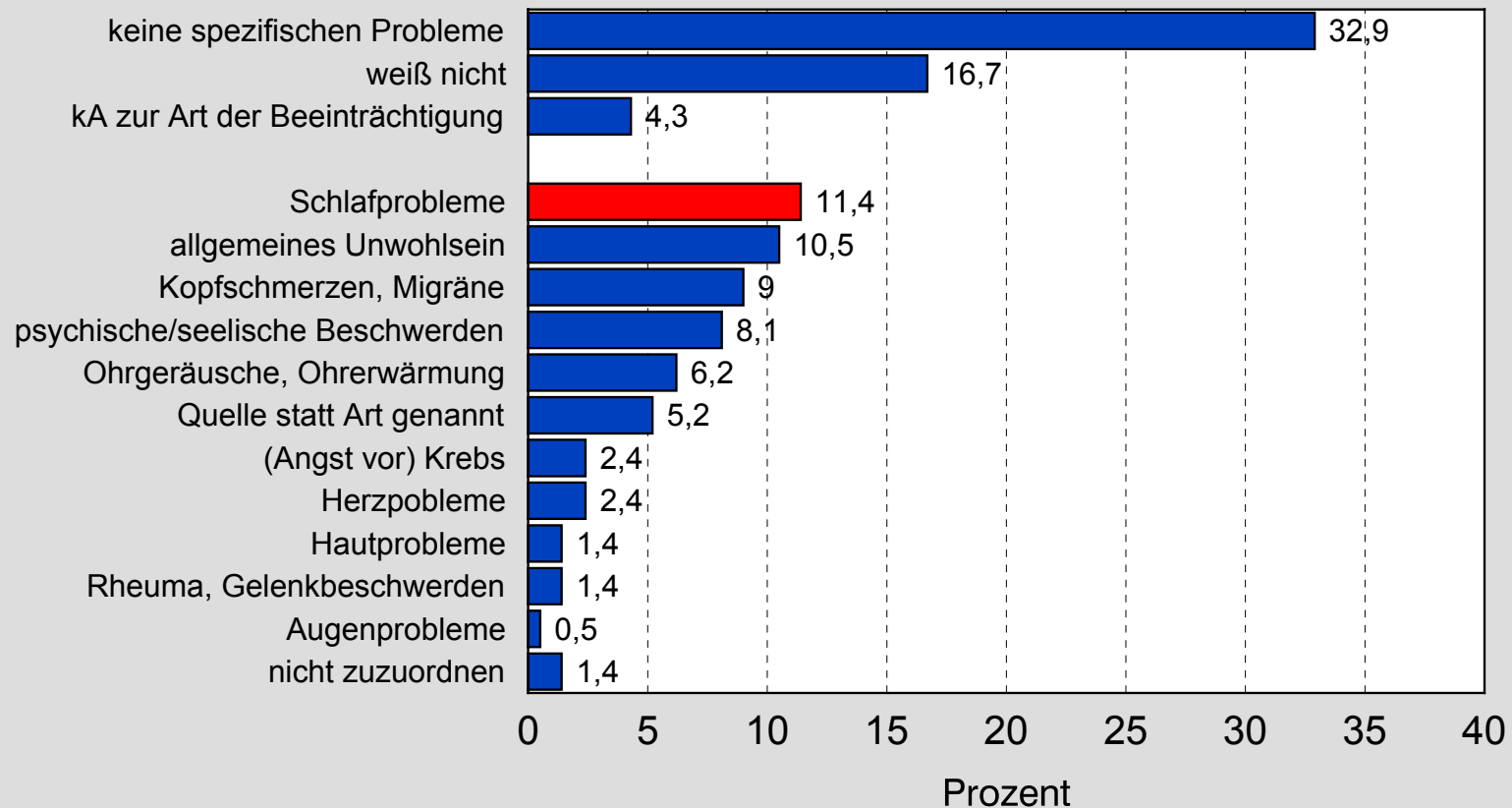
weiß nicht

ja, beeinträchtigt

**Gesundheitliche  
Beeinträchtigung**  
durch Mobilfunk-  
Sendeanlagen,  
Handys oder  
schnurlose Telefone

# Einführung – Das Problem

**Gesundheitlich beeinträchtigt: 8%**



Hochrechnung: 0.9% der Bevölkerung

# Gliederung

---

- ◆ Einführung – das Problem
- ◆ **Projekte der Charité - CBF im DMF**
- ◆ Schlaf – was ist das?
- ◆ Schlafstörungen:  
von der Beschwerde zur relevanten Erkrankung
- ◆ EMF und Schlaf: Laborstudien
- ◆ Basisstationen und Schlaf: Feldstudien
- ◆ Charité-Laborstudie: Probanden – Mobiltelefone
- ◆ Charité-Feldstudie: Schlafqualität – Anwohner von Mobilfunkbasisstationen



## Projekte der Charité im *DMF*

**Titel:** *Untersuchungen an Probanden unter Exposition mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern von Mobiltelefonen*

**Dauer:** 1. Oktober 2003 - 30. September 2006

**Titel:** *Untersuchungen der Schlafqualität bei Anwohnern einer Basisstation – Experimentelle Studie zur Objektivierung möglicher psychologischer und physiologischer Effekte unter häuslichen Bedingungen – Pilotphase*

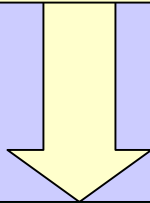
**Dauer:** 15. Juni 2005 - 15. September 2005

# Projekte der Charité im *DMF*

---

## Signalstärke

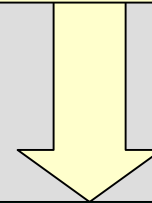
**Mobiltelefone**



Risiken durch eine selbstbestimmte individuelle Nutzung

>>

**Basisstationen**



Bewertung von Risiken unter dem Aspekt des Anwohnerschutzes



# Gliederung

---

- ◆ Einführung – das Problem
- ◆ Projekte der Charité - CBF im DMF
- ◆ **Schlaf – was ist das?**
- ◆ **Schlafstörungen:**  
von der Beschwerde zur relevanten Erkrankung
- ◆ **EMF und Schlaf: Laborstudien**
- ◆ **Basisstationen und Schlaf: Feldstudien**
- ◆ **Charité-Laborstudie: Probanden – Mobiltelefone**
- ◆ **Charité-Feldstudie: Schlafqualität – Anwohner von Mobilfunkbasisstationen**

# Schlaf

## Definition aus physiologischer Sicht

---

**Schlaf ist eine ganz spezielle dynamische Aktivität des Gehirns**

Übergang: Wach-  
zustand → Schlaf



Umorganisation der  
neuronalen Funktion  
in mehreren Stufen



Zunehmende Verlangsa-  
mung der Hirnstromaktivität,  
unterbrochen von Phasen  
der Aktivierung

Auftreten besonderer Po-  
tentialmuster, die einen  
andersartigen Zustand des  
Gehirns signalisieren

# Schlafstadien

## REM-Schlaf

## NREM-Schlaf

REM = rapid eye movements

NREM 1

NREM 2

### Charakteristika

- schnelle Augenbewegungen
- sehr geringer Muskeltonus

NREM 3

NREM 4

Tiefschlaf

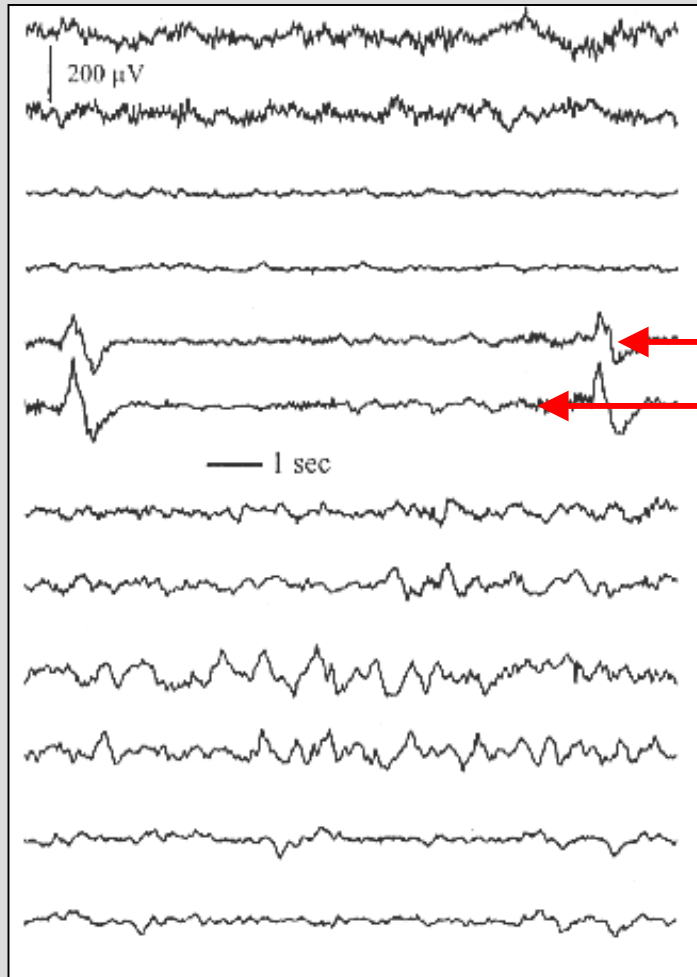
Slow Wave Sleep

Zur Klassifikation benötigte Biosignale:  
**EEG - EOG -EMG**

nach Rechtschaffen und Kales 1968

# Schlafstadien - Charakteristika

Wach



Vorherrschen von  $\alpha$ -Wellen bei geschlossenen Augen

NREM1

geringe Amplitude,  $\theta$ - und  $\delta$ -Wellen

NREM2

K-Komplexe

Spindeln

NREM3

20-50%  $\delta$ -Wellen mit hoher Amplitude

NREM4

> 50%  $\delta$ -Wellen mit hoher Amplitude

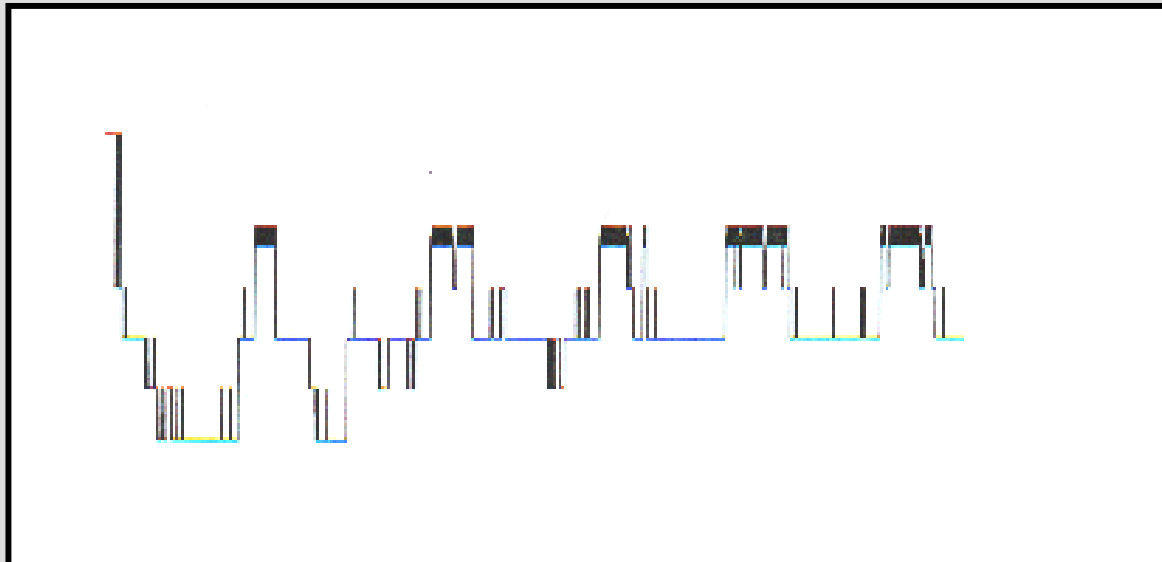
REM

geringe Amplitude, gemischte Frequenz, manchmal Sägezahnwellen

# Schlafprofil - Hypnogramm

35jährige, nicht schlafgestörte Probandin

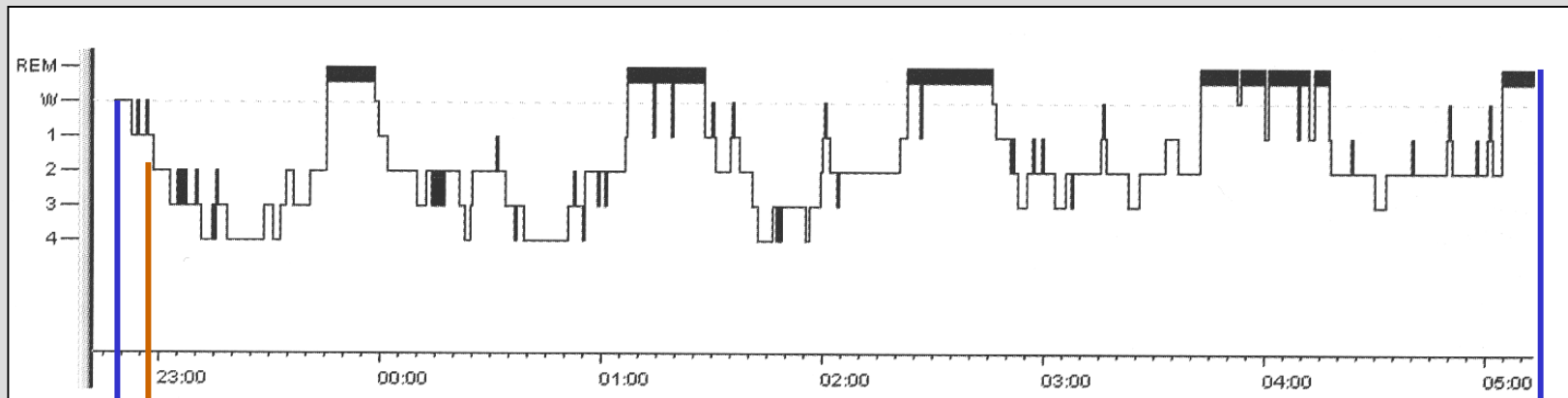
Wach  
REM  
NREM1  
NREM2  
NREM3  
NREM4



Schlaflatenz:	9.5 min	<u>Schlafstadienanteile:</u>		
Gesamtschlafzeit:	456.5 min	NREM1:	6.5 %	REM: 22.8 %
Tiefschlaf latenz:	12.5 min	NREM2:	52.2 %	Wach: 0 %
REM-Latenz:	71.0 min	NREM3:	5.8 %	
		NREM4:	11.5 %	

# Schlafprofil – quantitative Parameter

## Schlafprofil / Hypnogramm



**TIB:** Time in Bed: Zeitraum von „Licht aus“ bis „Licht an“

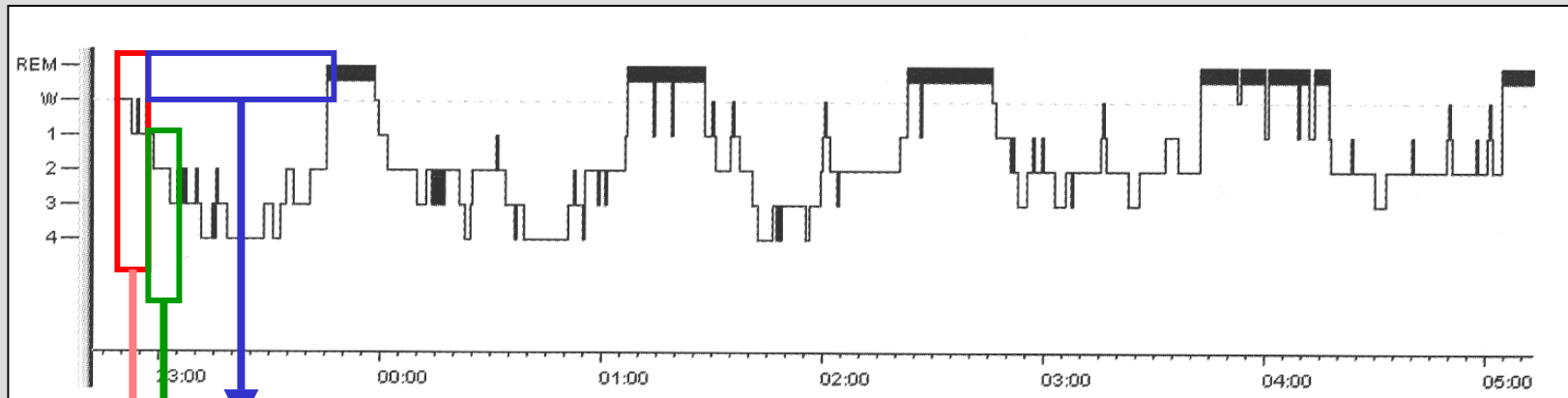
**SPT:** Sleep Period Time: Zeitraum vom Einschlafen (NREM2) bis Aufwachen

**TST:** Total Sleep Time:  
SPT minus Wachzeiten

**SEI:** Sleep Efficiency Index  
 $TST / TIB * 100$

# Diagnostik: Polysomnographie

## Schlafprofil / Hypnogramm



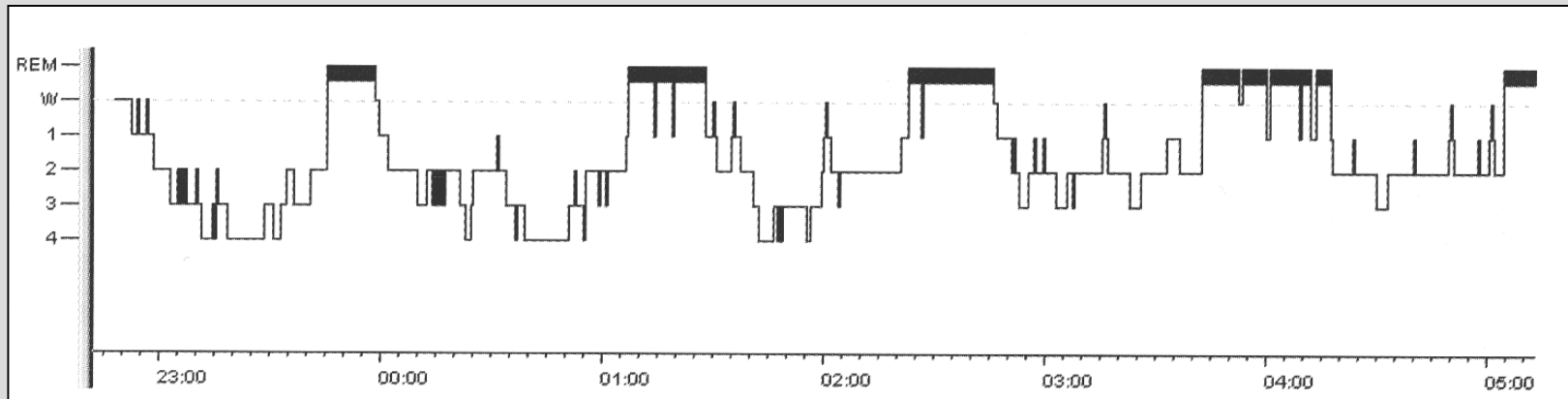
**REM-Latenz:** Zeit vom Einschlafen bis zum ersten Auftreten von REM: **Referenz  $90 \pm 20$  min**

**SOL3+4:** Sleep Onset Latency 3+4: Zeit vom Einschlafen bis erstes Auftreten von NREM3 bzw. NREM4 (min)

**SOL:** Sleep Onset Latency: Zeit vom „Licht aus“ bis erstes Auftreten von NREM2 (min) : Referenz **< 30 Minuten**

# Diagnostik: Polysomnographie

## Schlafprofil / Hypnogramm



### Prozentuale (Schlaf)-Stadienanteile

**Wach, NREM1, NREM2, NREM3, NREM4, NREM3+NREM4  
(SWS, Tiefschlaf), REM**

in % SPT, in % TST



# Gliederung

---

- ◆ Einführung – das Problem
- ◆ Projekte der Charité - CBF im DMF
- ◆ Schlaf – was ist das?
- ◆ **Schlafstörungen:**  
**von der Beschwerde zur relevanten Erkrankung**
- ◆ EMF und Schlaf: Laborstudien
- ◆ Basisstationen und Schlaf: Feldstudien
- ◆ Charité-Laborstudie: Probanden – Mobiltelefone
- ◆ Charité-Feldstudie: Schlafqualität – Anwohner von Mobilfunkbasisstationen

# Beschwerden

---

- **Insomnie** (Mangel an Schlafqualität und/oder Schlafquantität)
- **Hypersomnie** (exzessive Tagesschläfrigkeit, die nicht auf eine ungenügende Nachtschlafdauer zurückzuführen ist)

# Insomnie

---

Missverhältnis zwischen Schlafbedürfnis und Schlafvermögen

- **subjektives Phänomen:** individuelle Wahrnehmung eines möglicherweise gestörten Schlafes.
- **manifeste Erkrankung:** Beschwerden treten innerhalb eines Monats mindestens **3 mal pro Woche** auf und führen zu **Einbußen** des **Wohlbefindens** und der **Leistungsfähigkeit** am Tag

# Epidemiologie

---

⇒ Die **Prävalenzen zeigen eine erhebliche Variation.**

In der englisch-sprachigen Literatur (1976-1996) publizierte Studien für USA, Europa und Australien liefern folgende Daten:

## Prävalenz

Schlafstörungen allgemein: **6.9 - 49 %**

Chronische bzw. schwere Insomnie: **10 - 20%**

(**Insomnia**: Report of an International Consensus Conference organised by the WHO and the WFSRS, 13.15. October 1996, Sleep 22, Suppl. 3, 1999).

# Klassifikation von Schlafstörungen

---

Es gibt verschiedene Klassifikationssysteme, in denen Schlafstörungen berücksichtigt sind:

- **ICD - 10** (WHO, 1993)
- **DSM-IV-TR** (**D**iagnostic and **S**tatistical Manual of **M**ental Disorders, American Psychiatric Association, 2000)
- **ICSD** (**I**nternational **C**lassification of **S**leep **D**isorders, 1990 revised version ISCD-R 1997)
- **ICSD-2** (**I**nternational **C**lassification of **S**leep **D**isorders, second edition, 2005)

# Gliederung

---

- ◆ Einführung – das Problem
- ◆ Projekte der Charité - CBF im DMF
- ◆ Schlaf – was ist das?
- ◆ Schlafstörungen:  
von der Beschwerde zur relevanten Erkrankung
- ◆ **EMF und Schlaf: Laborstudien**
- ◆ Basisstationen und Schlaf: Feldstudien
- ◆ Charité-Laborstudie: Probanden – Mobiltelefone
- ◆ Charité-Feldstudie: Schlafqualität – Anwohner von Mobilfunkbasisstationen

# Laborstudien zum Einfluss von EMF auf den Schlaf

---

## Publikationen

**1996**

1998

2000

2002

2004

**Klinik für Psychiatrie des  
Universitätsklinikums Mainz**

*Mann / Röschke /  
Wagner et al.*

**Institut für Pharmakologie und  
Toxikologie der Universität  
Zürich**

*Achermann / Borbély / Huber  
et al.*

## Publikationen

1999

2000

2002

2003

# Zusammenfassung Laborstudien

---

- In allen bisher publizierten Arbeiten wurden **GSM Signale** (reale oder simulierte Signale von Mobiltelefonen sowie approximierete Basisstationssignale) verwendet
- Die **Leistungsflussdichten bzw. SAR-Werte** variieren von Werten, wie sie in der Umgebung von Basisstationen beobachtet werden können, bis zu deutlich höheren Werten, vergleichbar zu denen beim Gebrauch von Mobiltelefonen



# Zusammenfassung - Laborstudien

---

- Die **Expositionsd designs** variieren ebenfalls, sie reichen von einer 30- bis 45-minütigen Exposition vor Schlafbeginn über ein intermittierendes Signal während eines 8-stündigen Nachtschlafs bis zu einer kontinuierlichen Exposition über die gesamte Nacht
- Es kamen sowohl **doppel-blinde** als auch **einfach-blinde** Designs zur Anwendung
- Einige Studienergebnisse sprechen für einen **leicht schlaffördernden Effekt**, in anderen wurden **erhöhte Powerspektralwerte im Spindelfrequenzbereich des NREM-Schlafes** beobachtet

# Schlußfolgerung - Laborstudie

---

- Bisher wurden in Laborstudien leichte **physiologische Effekte** beobachtet.
- Es ist noch unklar, ob diese physiologischen Effekte eine **Störung des Schlafes** widerspiegeln
- Als Beleg für eine Beeinträchtigung mit **gesundheitlicher Relevanz** können die bisher vorliegenden Ergebnisse nicht gewertet werden

# Gliederung

---

- ◆ Einführung – das Problem
- ◆ Projekte der Charité - CBF im DMF
- ◆ Schlaf – was ist das?
- ◆ Schlafstörungen:  
von der Beschwerde zur relevanten Erkrankung
- ◆ EMF und Schlaf: Laborstudien
- ◆ **Basisstationen und Schlaf: Feldstudien**
- ◆ Charité-Laborstudie: Probanden – Mobiltelefone
- ◆ Charité-Feldstudie: Schlafqualität – Anwohner von Mobilfunkbasisstationen

# Basisstationen und Schlaf: Feldstudien

---

**Frankreich**

*(Santini et al. 2002, 2003)*

**Spanien**

*(Navarro et al. 2002, Oberfeld et al. 2004)*

**Österreich**

*(Hutter et al. 2002)*

**Deutschland**

*(Universitäten Mainz, Bielefeld, DKFZ Heidelberg,  
TNS Infratest München)*

**Epidemiologische  
Studien**

**Feldstudien**

**Schweiz**

*(Röösli et al. 2003)*

**Österreich**

*(Universität Graz)*

**Deutschland**

*(Charité – Universitätsmedizin Berlin, CBF)*

# Zusammenfassung: epidemiologische Feldstudien

---

Autor(en)	Einwirkung der Basisstation erfasst als	schlafbezogener Effekt der Basisstation / EMF
Santini et al.	Entfernung (Wohndauer, Aufenthalt: Tage je Woche; Stunden pro Tag)	Müdigkeit in geringerer Entfernung höher
Navarro et al.	Entfernung und gemessene Exposition (Klassifikation der Exposition auf Basis der Entfernung)	Schlafstörungen bei geringerer Entfernung häufiger
Oberfeld et al.	EMF gemessene Feldstärken und Entfernung (Daten von Navarro et al.)	erhöhtes Odds Ratio für Schlafstörungen (nicht dosisabhängig) bei mittleren und hohen Feldstärken (alters-, geschlechts- und distanzadjustiert)
Hutter et al.	EMF Immissionsmessung	kein signifikanter Effekt der Immission auf die Schlafqualität (PSQI) in einer Kovarianzanalyse mit den Variablen Alter, Geschlecht, Region, Nutzung von Handys, GSM-Immission und <b>Bedenken hinsichtlich gesundheitlicher Risiken</b>

# Zusammenfassung: experimentelle Feldstudien

---

In der Schweiz wurde im Rahmen einer Pilotstudie untersucht, ob mit einem prä-post Design (vor und nach Anschalten einer Mobilfunkbasisstation) mögliche Effekte auf den Schlaf von Anwohnern untersucht werden können (Röösli et al. 2004).

## Ergebnisse:

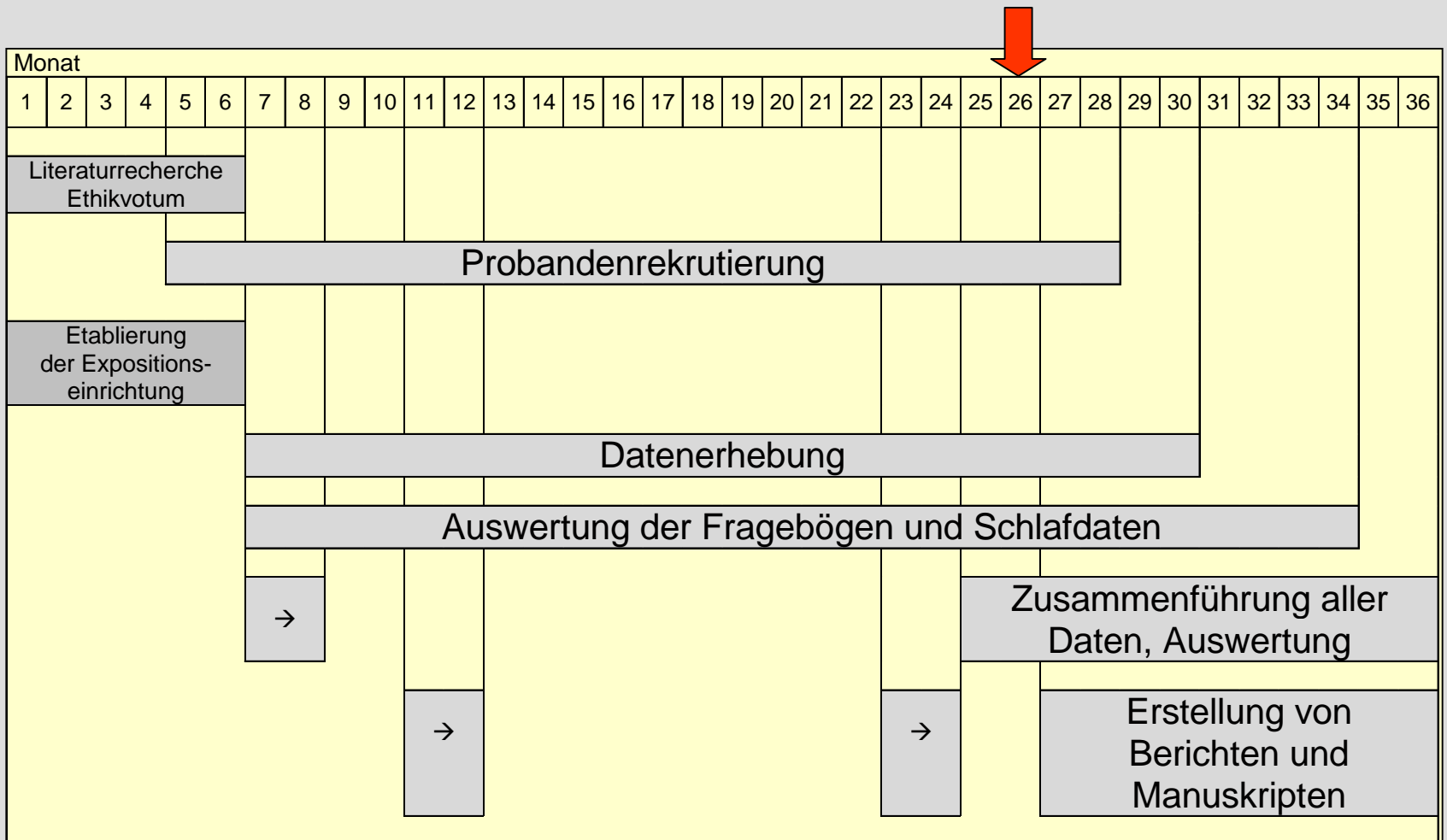
- Beitrag der betreffenden Basisstation zur Gesamtexposition war zu gering
- gute Compliance in der untersuchten Stichprobe
- Instrumentarium (Schlafstagebücher) geeignet (externe Einflüsse wie z.B. von Alkohol, Kaffee etc. werden gut abgebildet)

# Gliederung

---

- ◆ Einführung – das Problem
- ◆ Projekte der Charité - CBF im DMF
- ◆ Schlaf – was ist das?
- ◆ Schlafstörungen:  
von der Beschwerde zur relevanten Erkrankung
- ◆ EMF und Schlaf: Laborstudien
- ◆ Basisstationen und Schlaf: Feldstudien
- ◆ **Charité-Laborstudie: Probanden – Mobiltelefone**
- ◆ Charité-Feldstudie: Schlafqualität – Anwohner von Mobilfunkbasisstationen

# Zeitlicher Ablauf des Gesamtprojekts





# Exposition in der Studie

---

- Design:** 8-stündige Exposition, die einem Telefongebrauch bei hoher Sendeleistung des Endgerätes entspricht. Dabei wird das Signal so eingestellt, dass die gesetzlich zugelassenen SAR-Werte ausgenutzt und nicht überschritten werden.
- Signal:** Es werden approximierete Endgerätesignale für GSM (900 MHz, 217 Hz) und UMTS sowie ein Sham-Signal (Placebo) verwendet.

# Exposition in der Studie

---

## Realisation

Mit einer am Kopf befestigten, speziell für dieses Projekt entwickelten Antenne wird die Abstrahlcharakteristik gebräuchlicher Telefone simuliert.



Die gesamte Entwicklung, Herstellung und Überwachung der Expositionsanlage erfolgte bzw. erfolgt durch die **IMST GmbH, Kamp Lintfort.**

Für weitere Details siehe

[www.emf-forschungsprogramm.de/forschung/biologie/biologie\\_verg/bio\\_080.html](http://www.emf-forschungsprogramm.de/forschung/biologie/biologie_verg/bio_080.html)

# Studienablauf - Probandenauswahl

---

**Stichprobe: 30 gesunde junge Männer im Alter von 18 bis 30 Jahren**

## **Einschlusskriterien**

- vorhandene Einwilligungsfähigkeit
- Rechtshändigkeit
- alpha Ruhe-EEG
- körperliche und psychische Gesundheit
- keine Einnahme von den Schlaf beeinflussenden Medikamenten
- keine Schlafstörungen in der Vorgeschichte und aktuell
- normale Tag- / Nachtorganisation
- keine Einnahme von Drogen kein Substanzmissbrauch
- Nichtraucher

# Studienablauf - Probandenauswahl

---

## Ausschlusskriterien

- Einschränkung der Konzentration oder Aufmerksamkeit, Beeinträchtigung der Merkfähigkeit oder des Gedächtnisses, der Sprache oder der Motorik
- Operationen und Eingriffe am ZNS in den letzten sechs Monaten
- Vorliegen von Zeichen einer erhöhten cerebralen Anfallsbereitschaft oder von Herdbefunden im EEG
- Hinweise auf eine Schlafstörung (Adaptationsnacht)
- subjektive müdigkeitsbedingte Einschränkung der Leistungsfähigkeit am Tage
- extremer Morgen- oder Abendtyp

# Studienablauf - Probandenauswahl

---

## Ausschlusskriterien - Fortsetzung

- übermäßiger Konsum koffeinhaltiger Getränke
- übermäßiger Alkoholkonsum
- stärkere Beeinträchtigung des Seh- und Hörvermögens
- elektronische Implantate jedweder Art
- elektrisch leitfähige Implantate
- Allergien, soweit sie für das Kleben von Elektroden von Bedeutung sind

# Untersuchungen im Vorfeld

---

## Fragebögen im Vorfeld der Studie

- Allgemeiner Schlaffragebogen (ASF)
- Morgen-Abendtyp-Bestimmung (MAB)
- Schlaftagebuch (Abend-Morgenprotokolle)
- Pittsburgh Schlafqualitäts-Index (PSQI)
- Epworth Sleepiness Scale (ESS)
- Zung Skala zur Depression (SDS)
- Zung Skala zur Ängstlichkeit (SAS)

# Untersuchungen im Vorfeld

---

## Untersuchungen im Vorfeld der Studie (Screeninguntersuchungen)

- neurologisch-psychiatrisch-internistische Untersuchung
- Blutentnahme (ca. 100 ml)
- Urinuntersuchung (u.a. Drogenscreening)
- EKG
- Wach-EEG
- Ambulante Aufzeichnung eines Schlaf-EEG
- Ambulante Registrierung von Atmungsparametern

# Studienablauf - schematische Übersicht

---

**Die Probanden verbringen im Wechsel 10 Tage und 10 Nächte im Labor, zwischen den Tagen und den Nächten liegt jeweils eine Woche,**

Woche	-1 bis - 4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Zeitpunkt	S	N0	T0	N1	T1	N2	T2	N3	T3	N4	T4	N5	T5	N6	T6	N7	T7	N8	T8	N9	T9



# Studienablauf - schematische Übersicht

---

**Datenerhebung unter drei  
Expositionsbedingungen: Scheinexposition,  
GSM 900 Exposition und UMTS Exposition - je  
drei Tage und drei Nächte**  
**Design: doppelblind, randomisiert (placebo-  
kontrolliert) crossover**

Woche	-1 bis - 4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Zeitpunkt	S	N0	T0	N1	T1	N2	T2	N3	T3	N4	T4	N5	T5	N6	T6	N7	T7	N8	T8	N9	T9

Adaptations- /  
Screeningnacht  
Adaptations- /  
Übungstag

# Studienablauf – erfasste Signale Nacht

## (Bio)-Signale

21 EEG-Kanäle (siehe Abb. 1)

EKG

EMG M. mentalis/submentalis

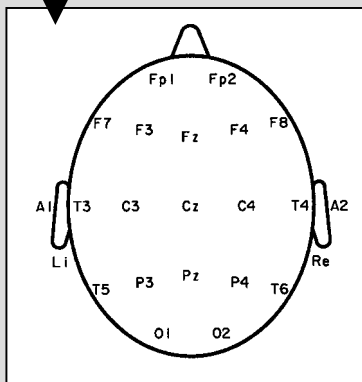
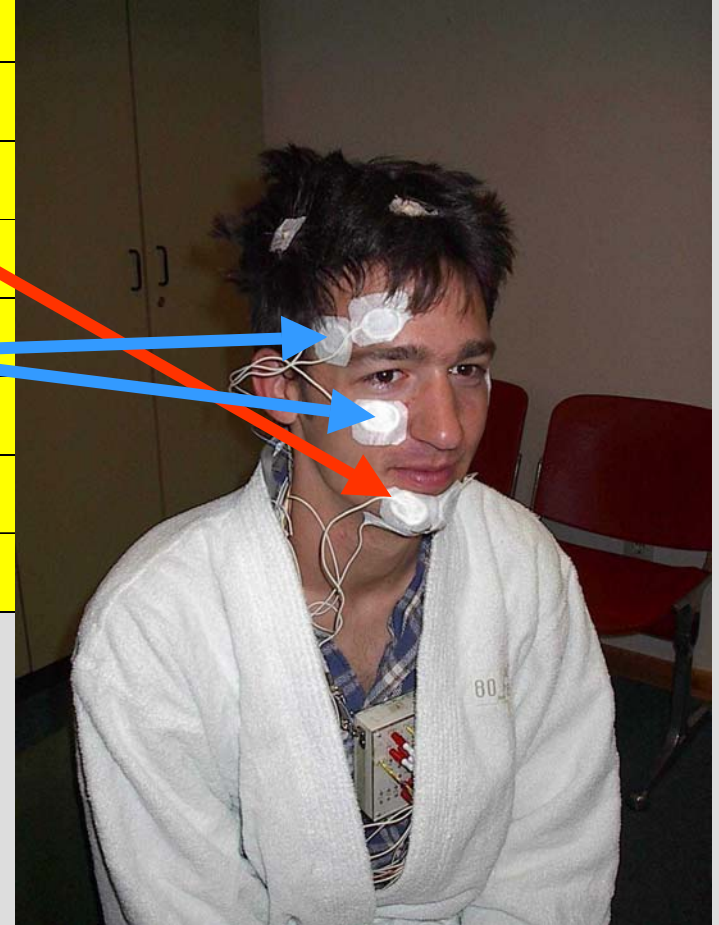
EMG M. tibialis links/rechts

EOG horizontal/vertikal

Abdominale Atemexkursion

Helligkeit

Körperbewegungen (Aktigraphie)



# Studienablauf - Ablauf eines Tages

---

08.30	Eintreffen des Probanden im Schlaflabor, Überprüfung von Alkohol in der Atemluft, Abgabe einer Urinprobe zum Drogenscreening
	Positionierung der Elektroden nach dem 10-20-System und Anbringen der übrigen Meßfühler
10.30	Proband ist komplett verkabelt
	Anschluss an Registriereinheit, biologische Eichung
11.00	Beginn erster Messdurchlauf
	ca. 2h → Ruhe-EEG, AEP, VEP, Reaktionszeittests, kognitive Tests, Pupillographie
13.00	Mittagspause
16:00	Beginn zweiter Messdurchlauf: Dauer ca. 2 h
18.00	Ende der Tagesmessung
	Entfernen der Elektroden und Messfühler, Abendessen bei Bedarf
ca.19.00	Entlassung aus dem Labor

# Studienablauf – aktueller Stand

---

**Eingeschlossene Probanden: 21**

**Anzahl Nächte: 186**

**Anzahl der Tage: 186**

**Stand: 5. Oktober 2005**

# Gliederung

---

- ◆ Einführung – das Problem
- ◆ Projekte der Charité - CBF im DMF
- ◆ Schlaf – was ist das?
- ◆ Schlafstörungen:  
von der Beschwerde zur relevanten Erkrankung
- ◆ EMF und Schlaf: Laborstudien
- ◆ Basisstationen Schlaf: Feldstudien
- ◆ Charité-Laborstudie: Probanden – Mobiltelefone
- ◆ Charité-Feldstudie: Schlafqualität – Anwohner  
von Mobilfunkbasisstationen

# Hintergrund der Studie

---

- Frühjahr 2001:** erste Gespräche mit Bürgern von Flachsmeer (Ostfriesland)
- bis Herbst 2002:** Gespräche mit Vertretern des Niedersächsischen Landesgesundheitsamtes (inkl. Fachgespräch), der Ärztekammer und von Betreiberfirmen sowie mit Juristen und Bürgern
- September 2002:** Vertrag zur Machbarkeitsstudie mit dem Niedersächsischen Ministerium für Familie, Arbeit und Soziales

# Hintergrund der Studie

---

- 10. Nov. 2002:** Beginn der Schlafdatenerhebung
- 19. Juni 2003:** Präsentation der Ergebnisse der Machbarkeitsstudie und Beantragung der Hauptstudie beim BfS
- Aufnahme in das Deutsche Mobilfunkforschungprogramm - Plan für 2004
- 16./17. Dez. 2004:** Stellungnahme der SSK (schriftlicher Entwurf vom 1. Februar 2005)

# Hintergrund der Studie

---

**16. Feb. 2005:** **Vorlage eines modifizierten Angebots unter Berücksichtigung der Stellungnahme der SSK**

**15. Juni 2005:** **Vergabe der Studie:**  
*Untersuchung der Schlafqualität bei Anwohnern einer Basisstation – Experimentelle Studie zur Objektivierung möglicher psychologischer und physiologischer Effekte unter häuslicher Bedingungen (Pilotphase)*



# Schlafqualität bei Anwohnern ...

# Pilotphase

---

## **Aufgaben der Pilotphase waren:**

- Erstellen einer Literaturübersicht
- Einholen eines Ethikvotums
- Treffen einer Kooperationsvereinbarung mit den Betreiberfirmen (E-Plus, O2, T-Mobile, Vodafone)
- Vorarbeit für die Standortauswahl

# Schlafqualität bei Anwohnern ... **Ziele**

---

## **Untersuchung folgender Fragestellungen:**

- Hat die Präsenz von Mobilfunkbasisstationen einen Einfluss auf den Schlaf von Anwohnern?
- Haben die von Mobilfunkbasisstationen ausgehenden elektromagnetischen Felder einen Einfluss auf den Schlaf von Anwohnern?

# Datenerhebung

**Die Datenerhebung umfasst mehrere Bereiche:**

- ***individuelle Expositionsbestimmung***  
(aus den Messwerten werden rechnerisch Sham- und Verum-Signalstärken ermittelt)
- ***allgemeine anamnestische Daten***
- ***subjektive Daten zur Schlafqualität***
- ***objektive Daten zur Schlafqualität***

# Schlafqualität bei Anwohnern ...

# Datenerhebung

## Individuelle Expositionsbestimmung

### Voraussetzung:

### *Abstrahlung der experimentellen Testsignale*

- **Messung der Mobilfunk Downlink-Signale für **jeden** Probanden am Kopfende des Bettes**
- **Übersichtsmessung (30 MHz bis 3 GHz) für **einen Probanden je Probandenhaushalt****

Aus den Messwerten werden rechnerisch Sham- und Verum ermittelt.

# Schlafqualität bei Anwohnern ...

# Datenerhebung

---

## Allgemeine Angaben zur:

- **Gesundheit**
- **Schlafqualität**
- **Tagesbefindlichkeit**
- **subjektive Einschätzung von  
Besorgnis / Beeinträchtigung**

*erhoben mit verschiedenen Fragebögen*

# Schlafqualität bei Anwohnern ...

# Datenerhebung

---

## **Subjektive Daten zur Schlafqualität**

### ***Abend- und Morgenprotolle***

der Deutschen Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin,

## **Objektive Daten zur Schlafqualität**

### ***Registrierung eines Schlaf-EEG***

# Schlafqualität bei Anwohnern ...

# Studiendesign

---

## Doppelblind

Während der Datenerhebung wissen weder die Probanden noch die Studien-Mitarbeiter vor Ort, ob die Station Signale abstrahlt oder nicht.

## Placebo-kontrolliert

Die Placebo-Situation ist die Bedingung: **nicht exponiert**.

## Cross-over

Exposition und Nicht-Exposition erfolgen im Wechsel

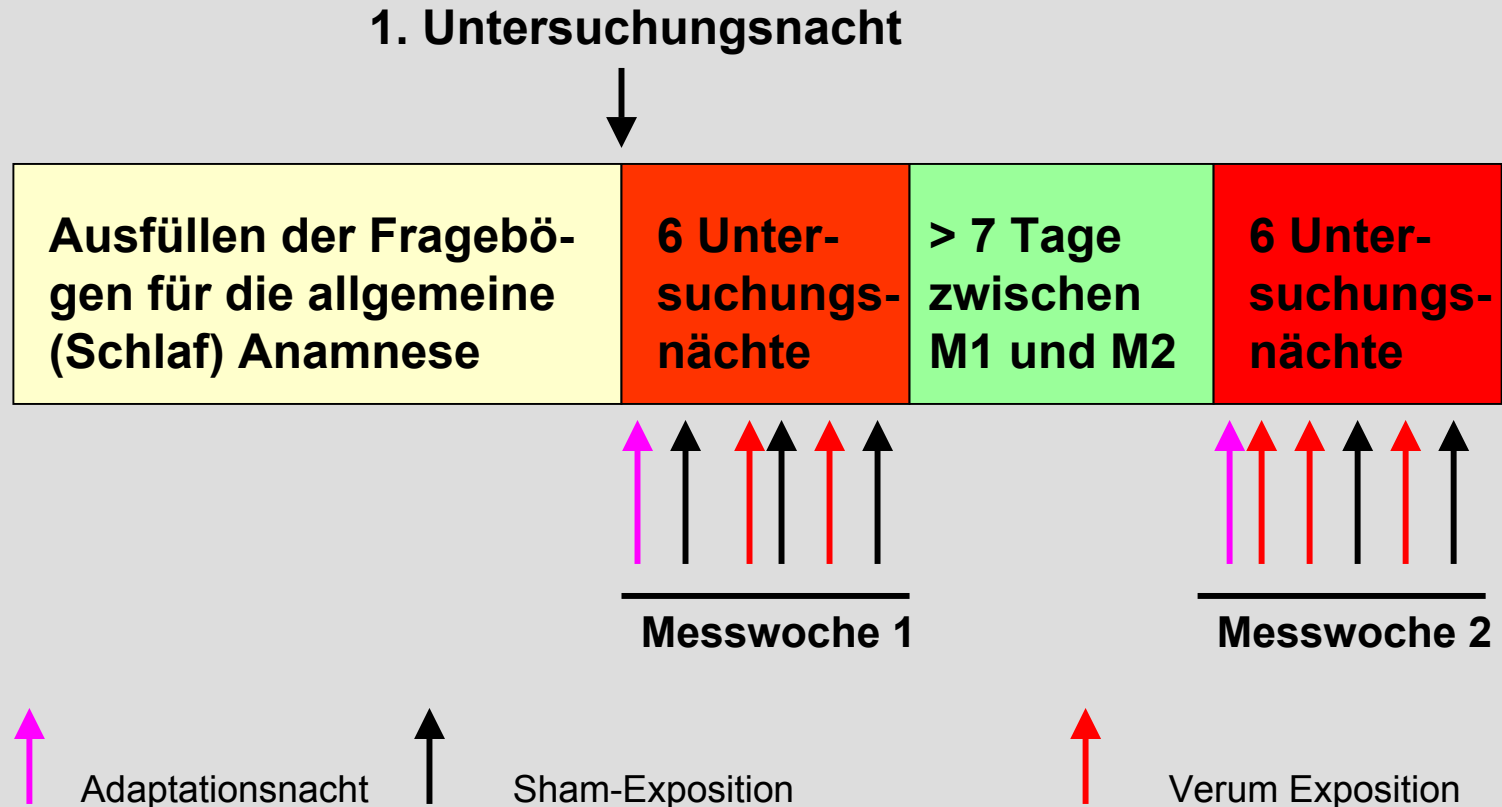
## Randomisiert

Zufallsbedingte Zuordnung der Expositionsbedingungen

# Schlafqualität bei Anwohnern ...

## Studiendesign

Möglicher Ablauf für eine Probandengruppe:





# Schlafqualität bei Anwohnern ...

## Exposition

---

- Verwendung einer speziell für die Studie konstruierten simulierten Mobilfunkbasisstation
- Einsatz der Station für die Studie über ca. 5 Wochen pro Standort
- Keine Abstrahlung am Tage
- In einigen Nächten Abstrahlung eines Testsignals
- Technische und personelle Realisierung der Exposition in Kooperation mit den Betreiberfirmen

# Schlafqualität bei Anwohnern ...

# Exposition

---

- Erstellung standortspezifischer Randomisierungslisten durch einen Biometriker und zusätzliche Permutation zur Gewährleistung der Doppelblindheit
- Blinde HF-Registrierung zur nachvollziehbaren Dokumentation

# Schlafqualität bei Anwohnern ...

# Exposition

---

## Technische Aspekte

- Das Testsignal ist echten Basisstationssignalen hinsichtlich der Träger und der niederfrequenten Modulation möglichst ähnlich
- Mobiltelefone ignorieren das Signal
- Es sollen möglichst hohe Feldstärken im Untersuchungsgebiet erreicht werden
- Simulation einer fast voll ausgelasteten Basisstation (jeweils 7 von 8 Zeitschlitzten und gleichzeitiger Betrieb der Komponenten aller Netze)

# Schlafqualität bei Anwohnern ...

## Standortauswahl

---

### Überprüfung geplanter neuer Standorte hinsichtlich folgender Aspekte:

- möglichst geringe Feldstärken durch schon vorhandene Mobilfunksendeanlagen
- möglichst geringe Feldstärken durch sonstige HF-Quellen
- keine heftigen Auseinandersetzungen zwischen Anwohnern und Netzbetreibern
- Lage in Wohngebieten

## **Einflüsse von EMF auf den Schlaf**

### **Charité - CBF**

**Dr. Ansgar Bach**

**Dr. Anita Peter**

**Michaela Noack, MTA-F**

**Grit Renner, MTA-F**

**Andrea Schmidt, MTA**

**Stefanie Voigtländer, MTA-F**

### **IMST GmbH, Kamp Lintfort**

**Dr. Achim Bahr**

**Dipl.-Ing. Thomas Bolz**

### **Bundesamt für Strahlenschutz**

**PD Dr. Blanka Pophof**