

Universität Stuttgart

TTI GmbH an der Universität Stuttgart
Hochfrequenzanwendungen



**Exposition durch Handys
in realen Situationen**

**Prof. Dr.-Ing. F.M. Landstorfer
Dipl.-Ing. J. Baumann
Dipl.-Ing. L. Geisbusch**



TTI GmbH an der Universität Stuttgart
Hochfrequenzanwendungen
Prof. Dr.-Ing. F.M. Landstorfer

Kolloquium am 31.01.2005 zu ausgewählten Themen der Dosimetrie
im Rahmen des Deutschen Mobilfunkforschungsprogramm

Überblick 1/2

- Regelverhalten im GSM-System
 - Funktionsweise
 - Abhängigkeiten
- SAR-Werte bei Autofahrt
 - Messdaten
 - Beispiele
 - Reproduzierbarkeit



Überblick 2/2

- Strahlenexposition bei Telefonat im Raum
 - Durchführung der Untersuchung
 - Messdaten
 - Abhängigkeiten
- Strahlenexposition bei UMTS
 - Regelverhalten
 - Telefonat im Raum
 - Messfahrt
- Zusammenfassung



Regelverhalten im GSM-System

Sendeleistung maximal bei:

- Beginn des Gesprächs
- Wechsel der Zelle (Handover)

Regelung der Sendeleistung

- durch das Mobilfunknetz
- Änderung der Sendeleistung in Stufen

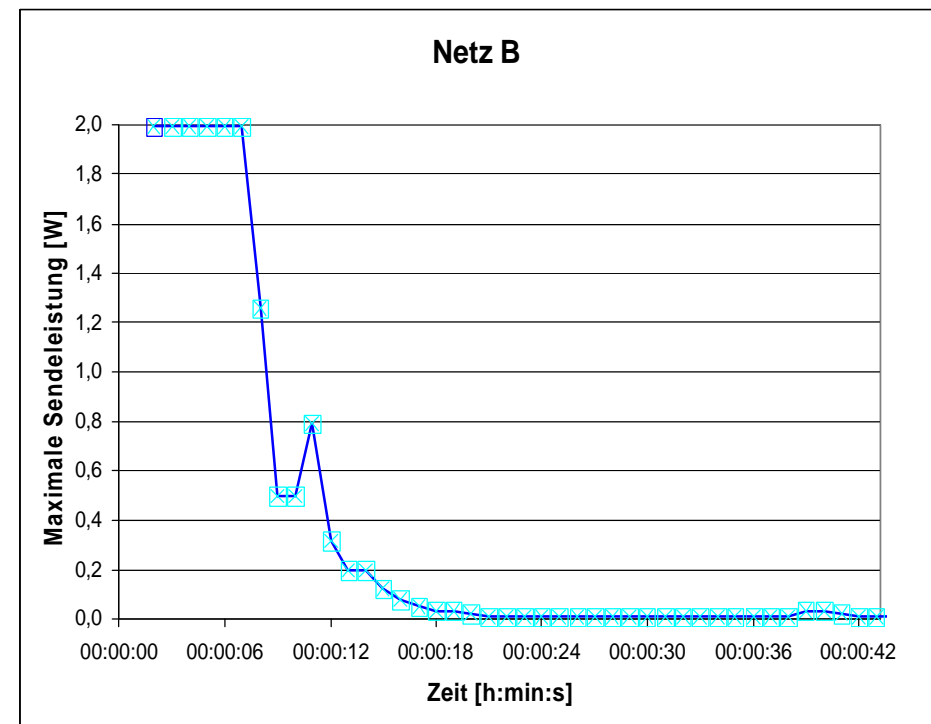
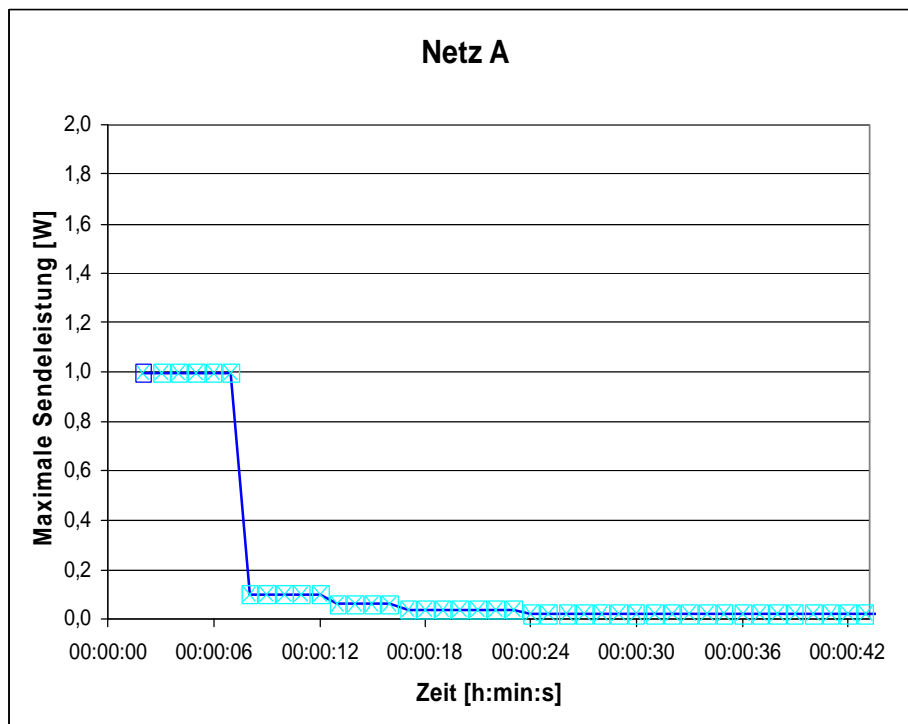
Grund für Regelung

- Minimierung der Strahlungsleistung



Regelverhalten im GSM-System

Beispiel: Regelverhalten nach Gesprächsaufbau in der Nähe einer Basisstation



Regelverhalten im GSM-System

Abhängigkeit des Regelverhaltens von

- Netzbetreiber (Algorithmen, Parameter)
- Ausrüster der Basisstation
- Versorgungslage

Theorie: Hohe Sendeleistung bei

- Gesprächsaufbau
- Wechsel der Zelle
- Schlechter Versorgung



SAR-Werte bei Autofahrt

Messung der SAR-Werte



Mobiltelefon
Nokia 6110



Messkopf
ESM-120



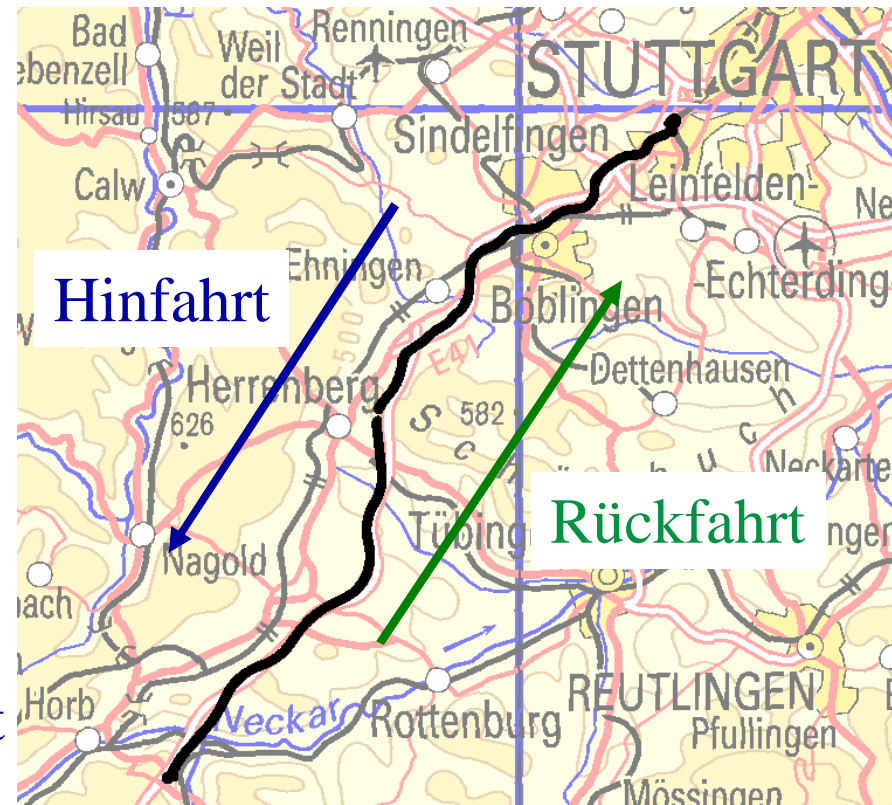
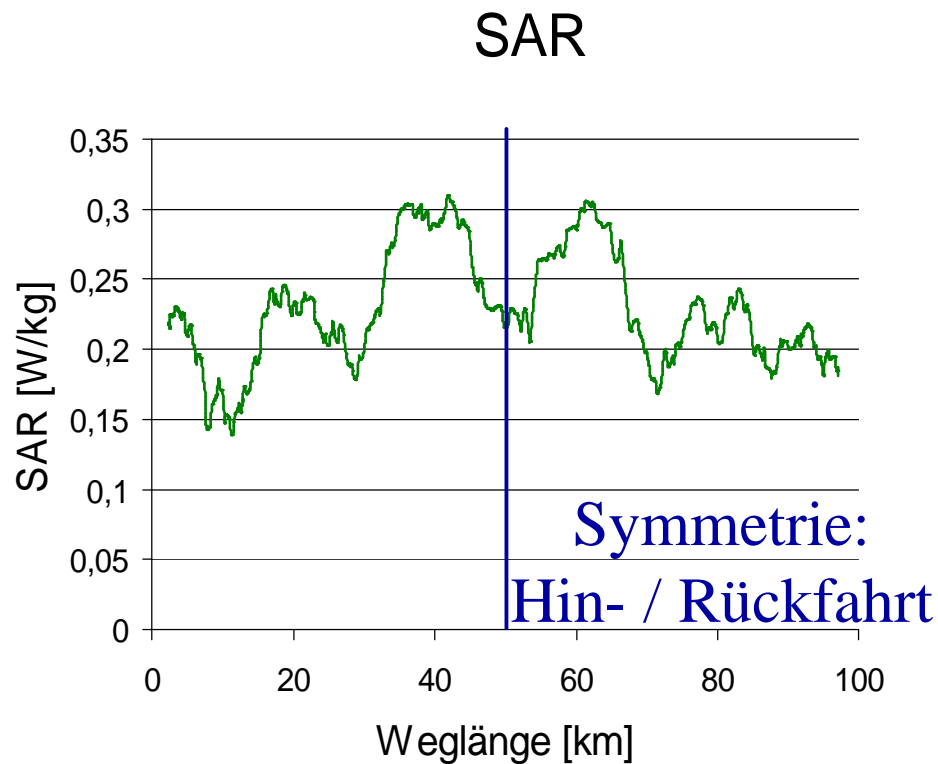
Installation im Auto

- Positionsbestimmung mittels GPS
- Dokumentation durch Video- und Audioaufzeichnung
- Simulation eines Monologs durch Autoradio



SAR-Werte bei Autofahrt

Auswertung der Messdaten

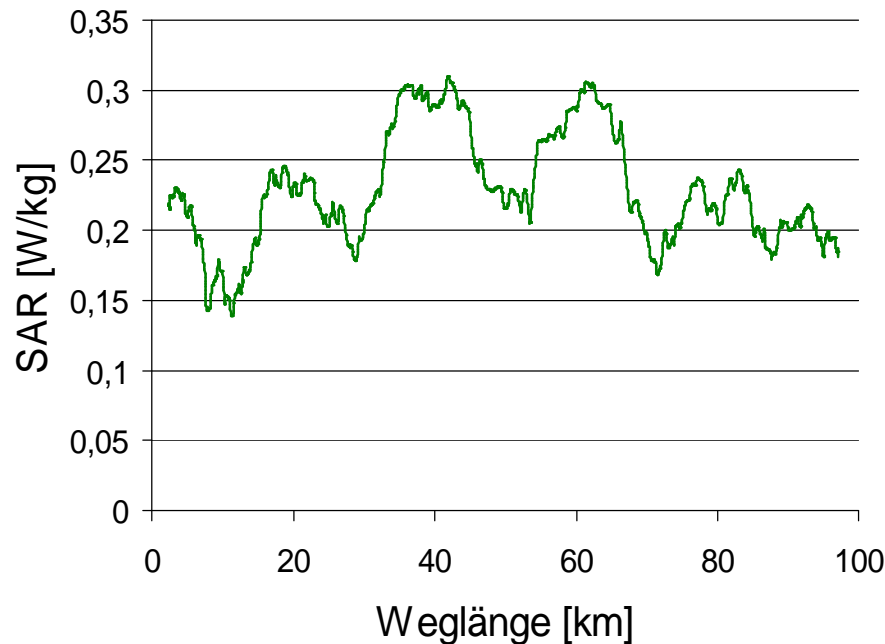


SAR-Werte bei Autofahrt

Auswertung der Messdaten

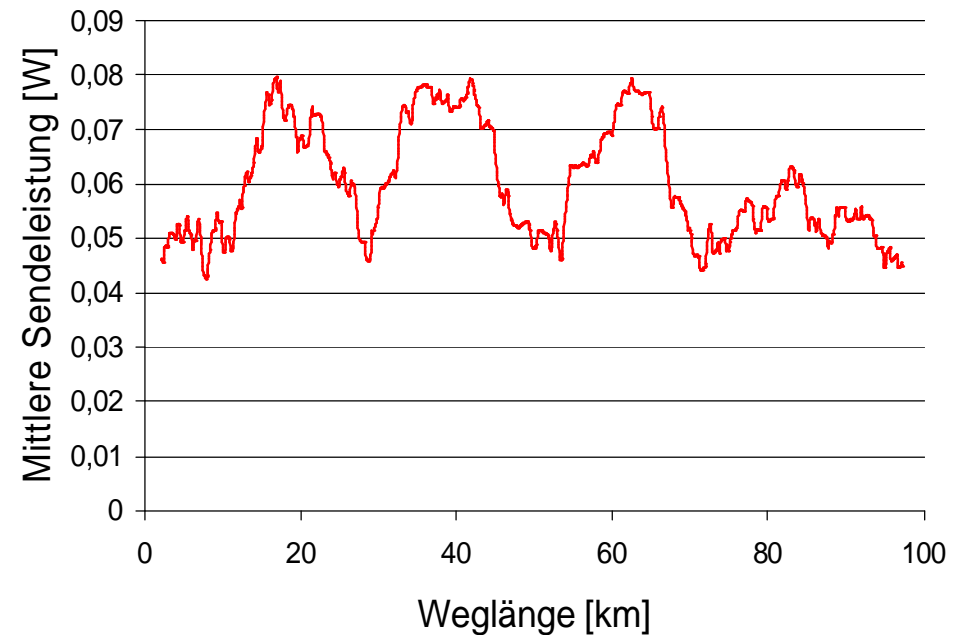
Linearität SAR ? Sendeleistung

SAR



SAR: Mit Messkopf gemessen

Sendeleistung



Sendeleistung: Aus Telefon
ausgelesene Power Control Levels

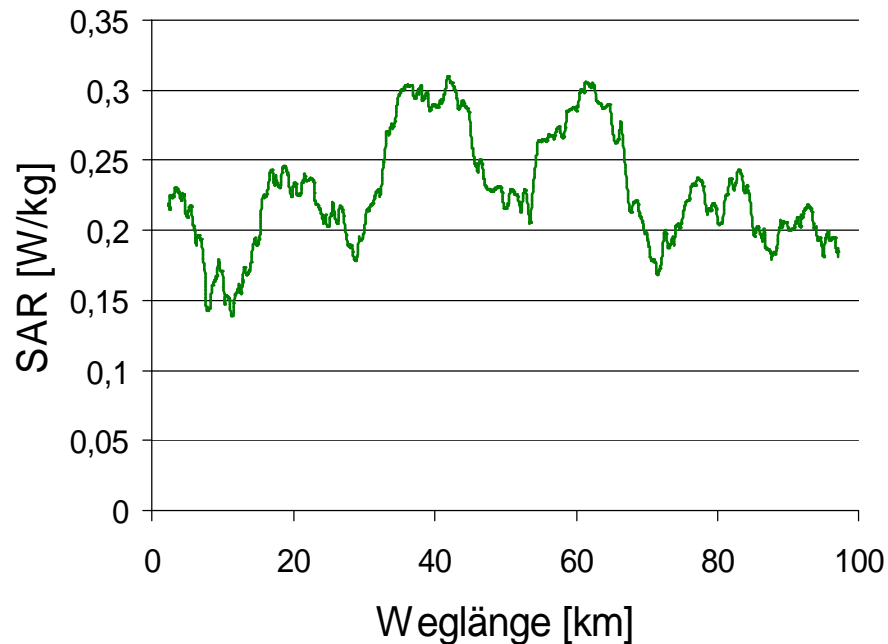


SAR-Werte bei Autofahrt

Auswertung der Messdaten

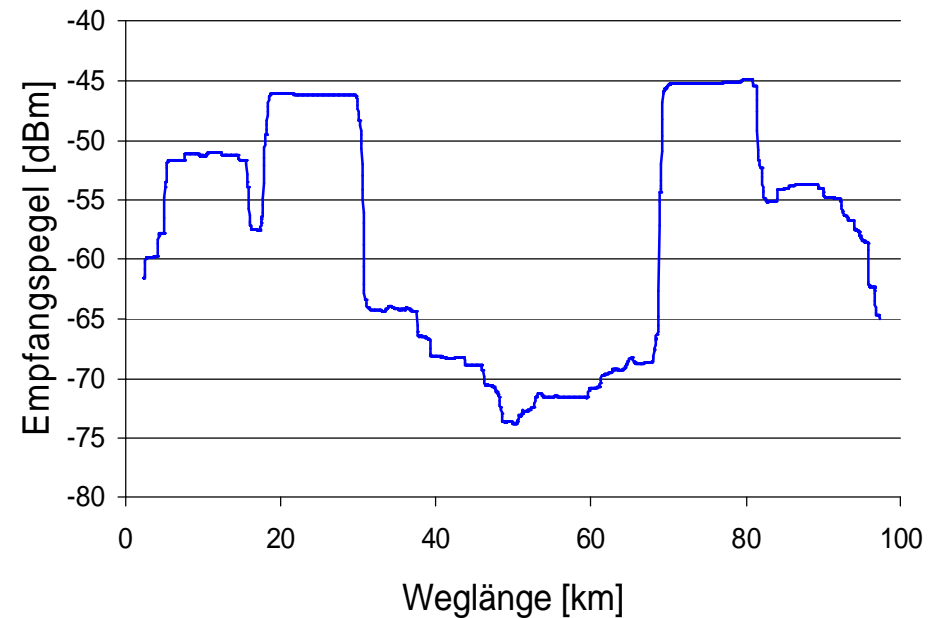
SAR in Abhängigkeit der Versorgungslage

SAR



SAR: Mit Messkopf gemessen

Empfangspegel

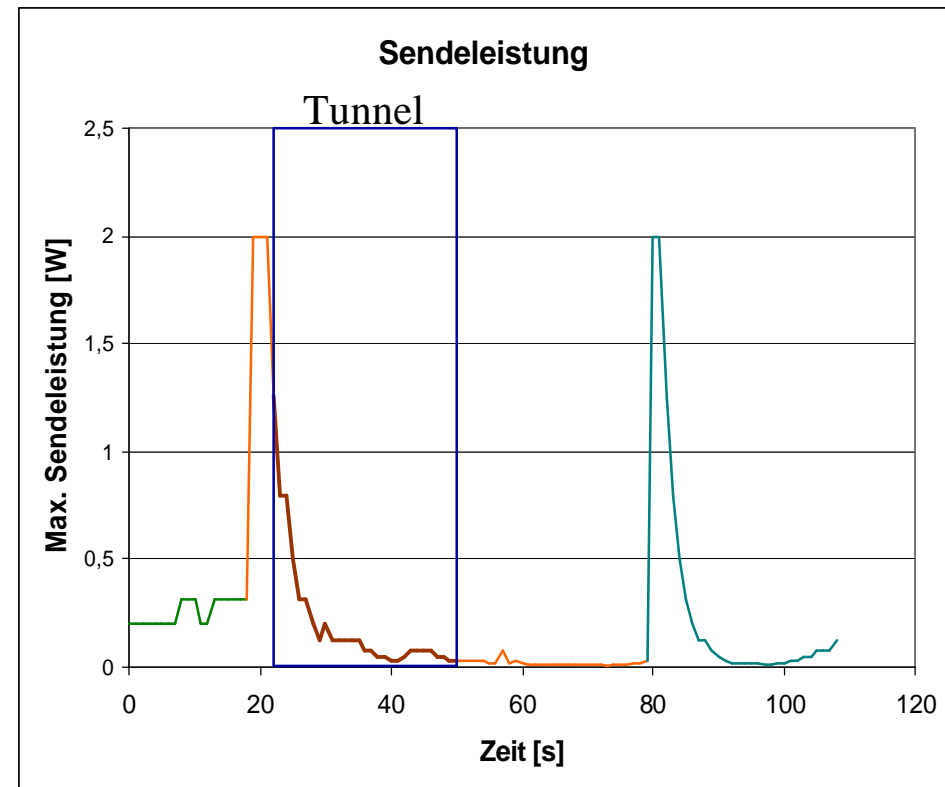
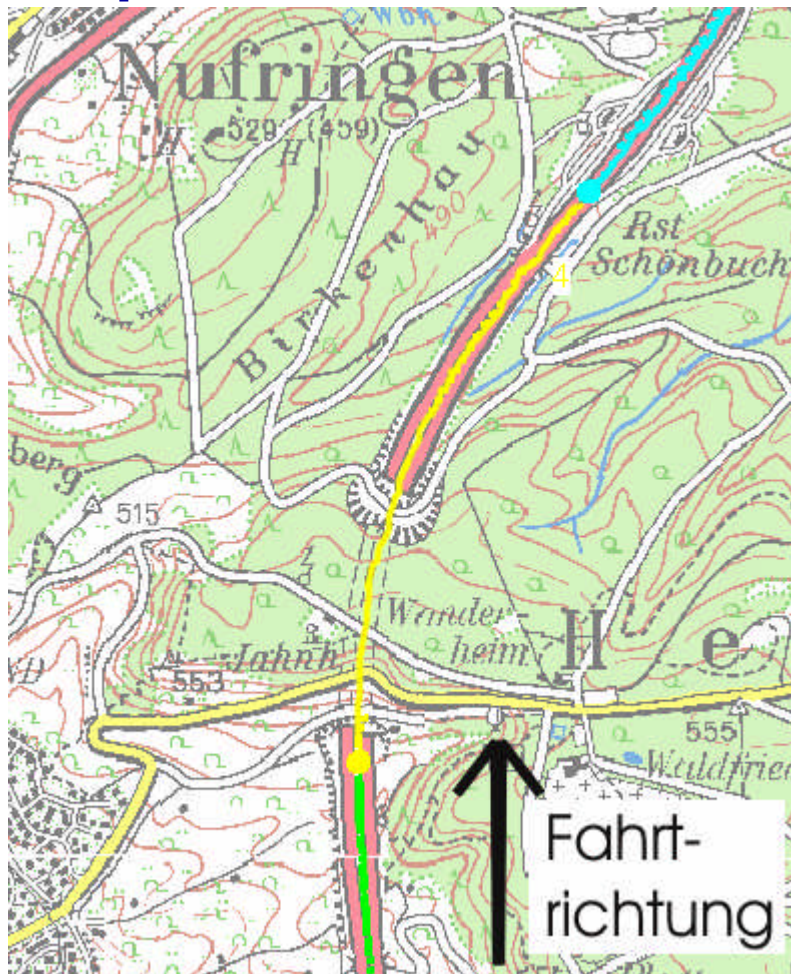


Empfangspegel: Aus Telefon ausgelesen



SAR-Werte bei Autofahrt

Beispiel: Fahrt durch Tunnel mit Zellwechsel



SAR-Werte bei Autofahrt

**Beispiel:
Fahrt
durch
Tunnel mit
Zell-
wechsel**



SAR-Werte bei Autofahrt

Beispiel: Ping Pong Handover an Ampel

Szenario:

- Aufenthalt an Zellgrenze
- Dynamische Umgebung
 - Änderung der Ausbreitungsverhältnisse
 - Ständiges Wechseln der Zelle
 - Erhöhter SAR Wert



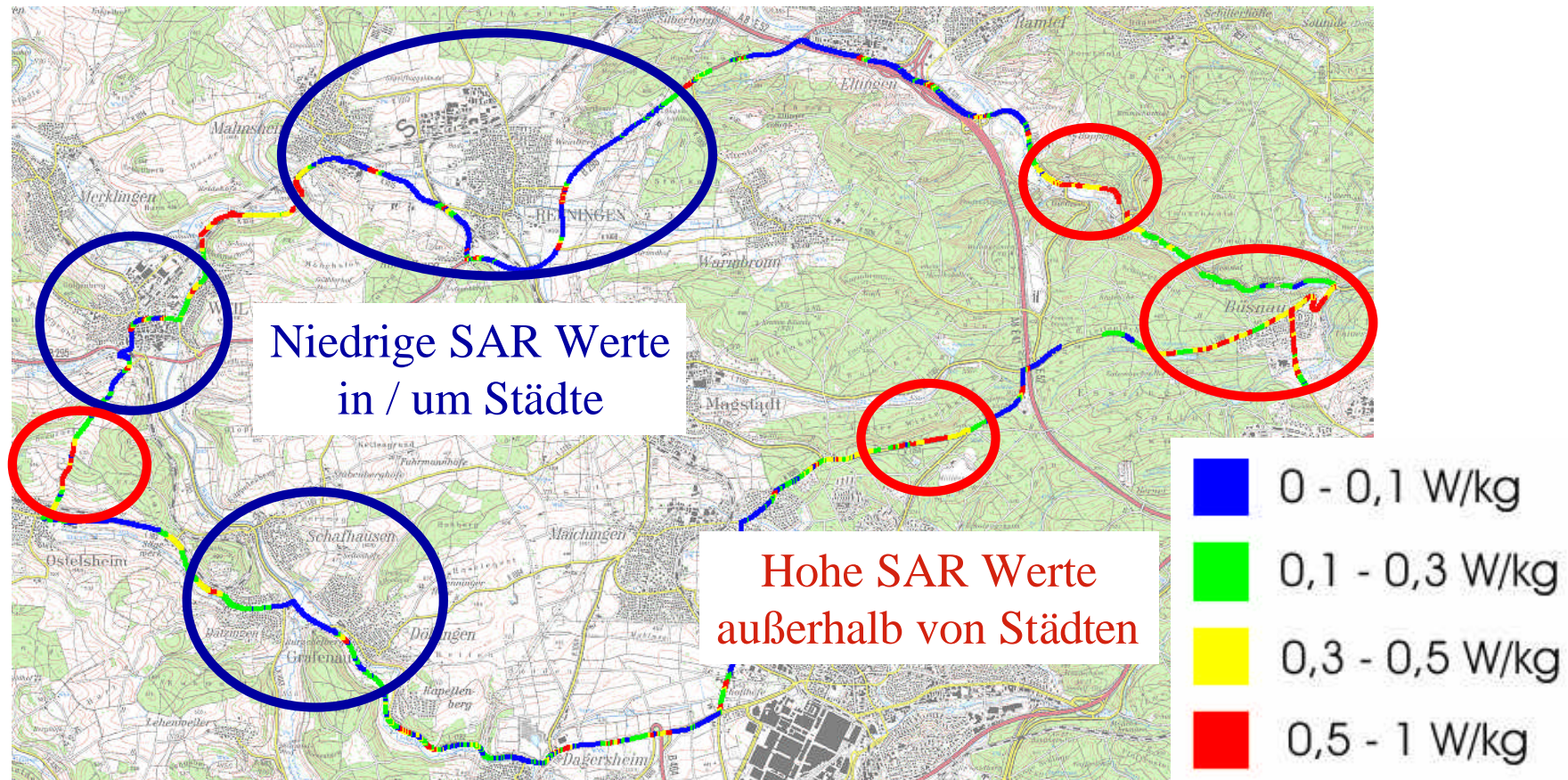
SAR-Werte bei Autofahrt

**Beispiel:
Ping Pong
an Ampel**



SAR-Werte bei Autofahrt

Lokales Auftreten der SAR Werte

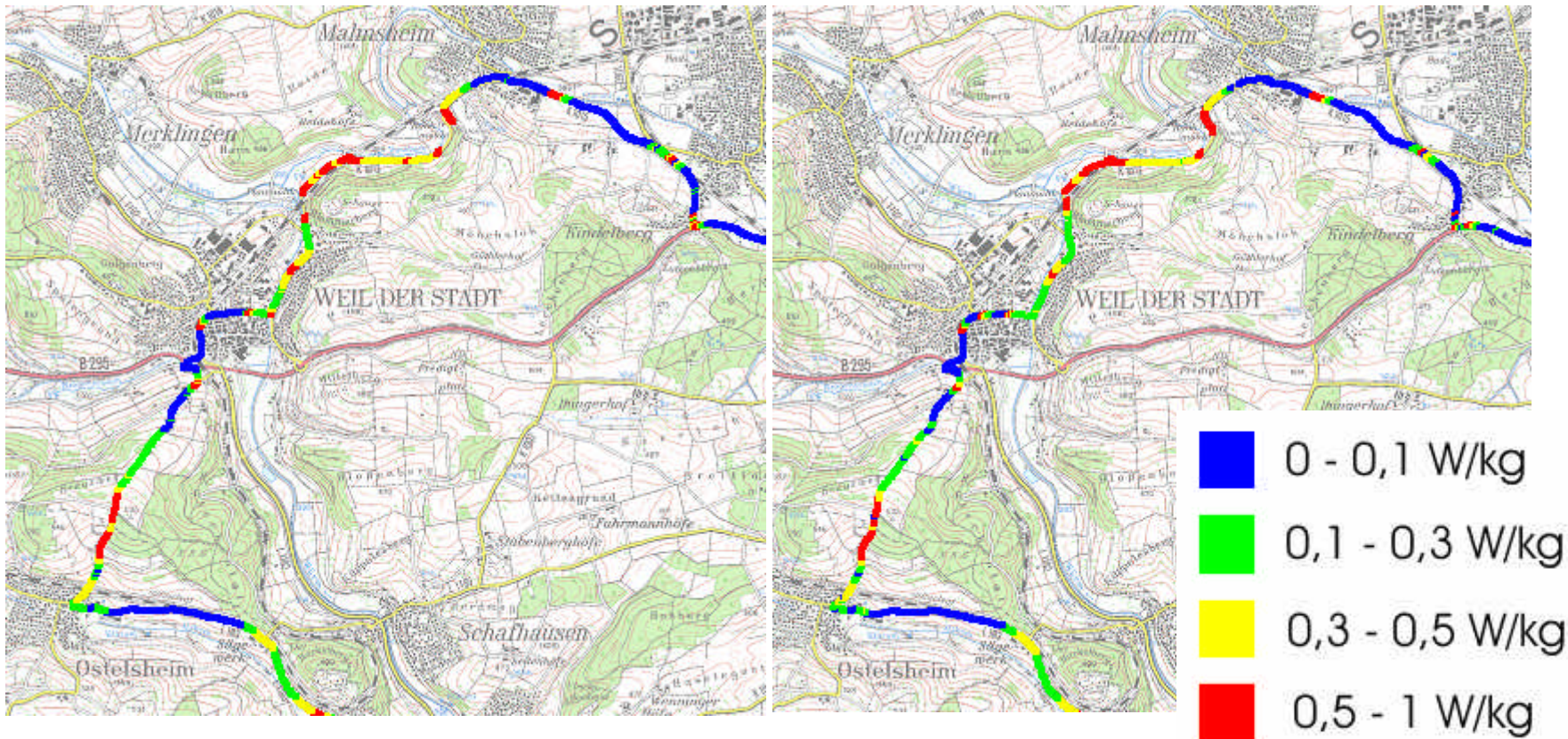


Überlandfahrt



SAR-Werte bei Autofahrt

Reproduzierbarkeit: Vergleich zweier Fahrten



Messfahrt am Mi, 7.7.2004

Messfahrt am Do, 8.7.2004



SAR-Werte bei Autofahrt

Statistische Mittelwerte der Messfahrten

	SAR [W/kg]	Sende- leistung [W]	Empfangs- pegel [dBm]	Anzahl Hand- over	Handover pro Minute	Handover pro Kilometer
Überlandfahrt 7.7.2004	0,27	0,06	-57	67	1,1	1,31
Überlandfahrt 8.7.2004	0,24	0,06	-57	73	1,1	1,43
Autobahnfahrt 7.7.2004	0,23	0,06	-58	89	1,5	0,90
Autobahnfahrt 8.7.2004	0,23	0,06	-59	95	1,7	0,95
Stadtfahrt	0,12	0,05	-58	55	1,5	3,73

Messungen beim selben Netzbetreiber

- Autobahn- / Überlandfahrt: GSM 900
- Stadtfahrt: 77% GSM 900, 23% GSM 1800



Strahlenexposition bei Telefonat im Raum

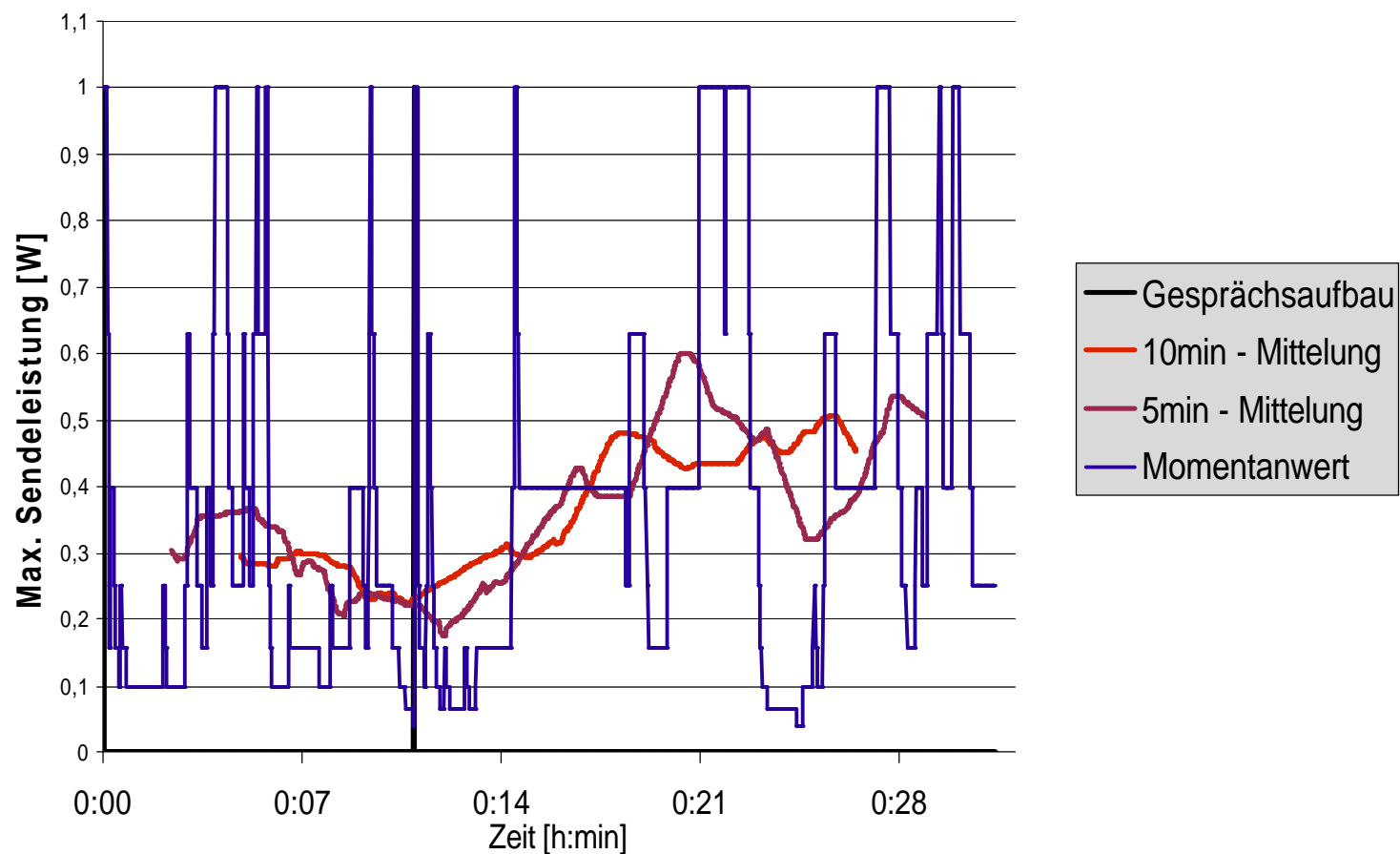
Messaufbau

- Mobiltelefon Nokia 6150
- Fünf verschiedene Probanden
- „Ungezwungenes“ Telefonieren
- Aufzeichnung der maximalen Sendeleistung
- Handover ausgeschlossen
- GSM 1800



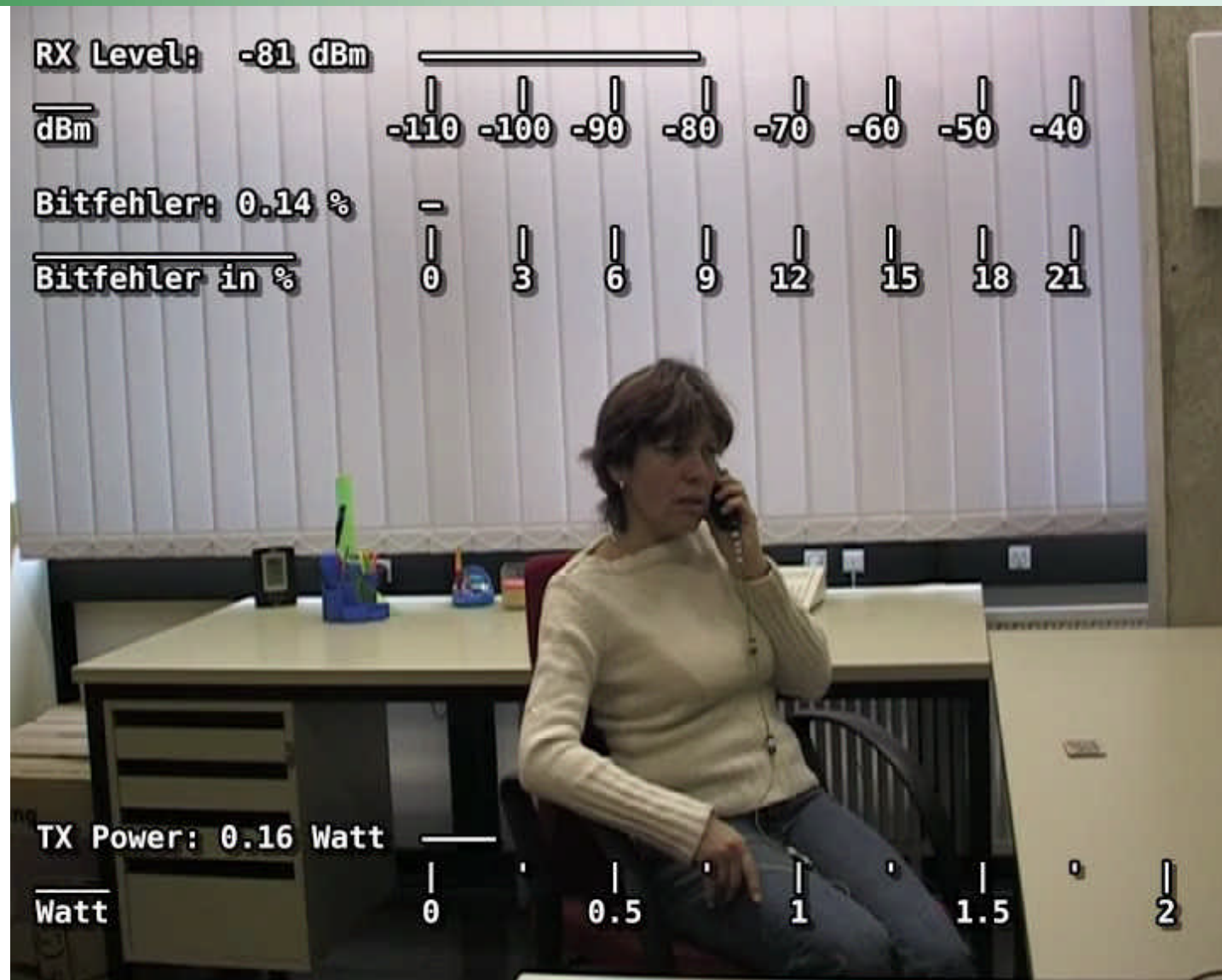
Strahlenexposition bei Telefonat im Raum

Beispiel: Regelung der Sendeleistung



Strahlenexposition bei Telefonat im Raum

**Beispiel:
Änderung
der Sende-
leistung
bei Hand-
wechsel**



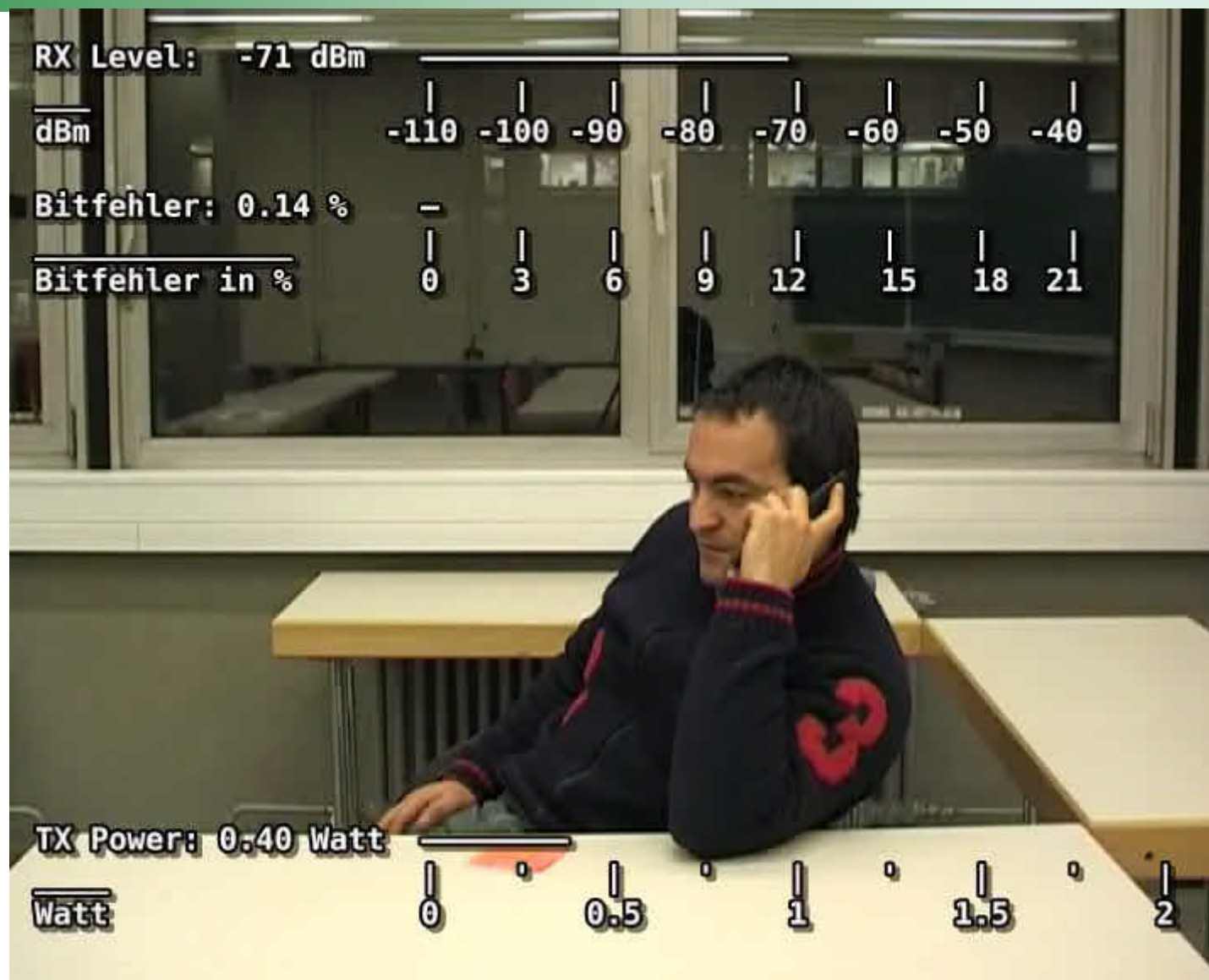
Strahlenexposition bei Telefonat im Raum

**Beispiel:
Veränderung der
Ausbrei-
tungsbe-
dingungen**



Strahlenexposition bei Telefonat im Raum

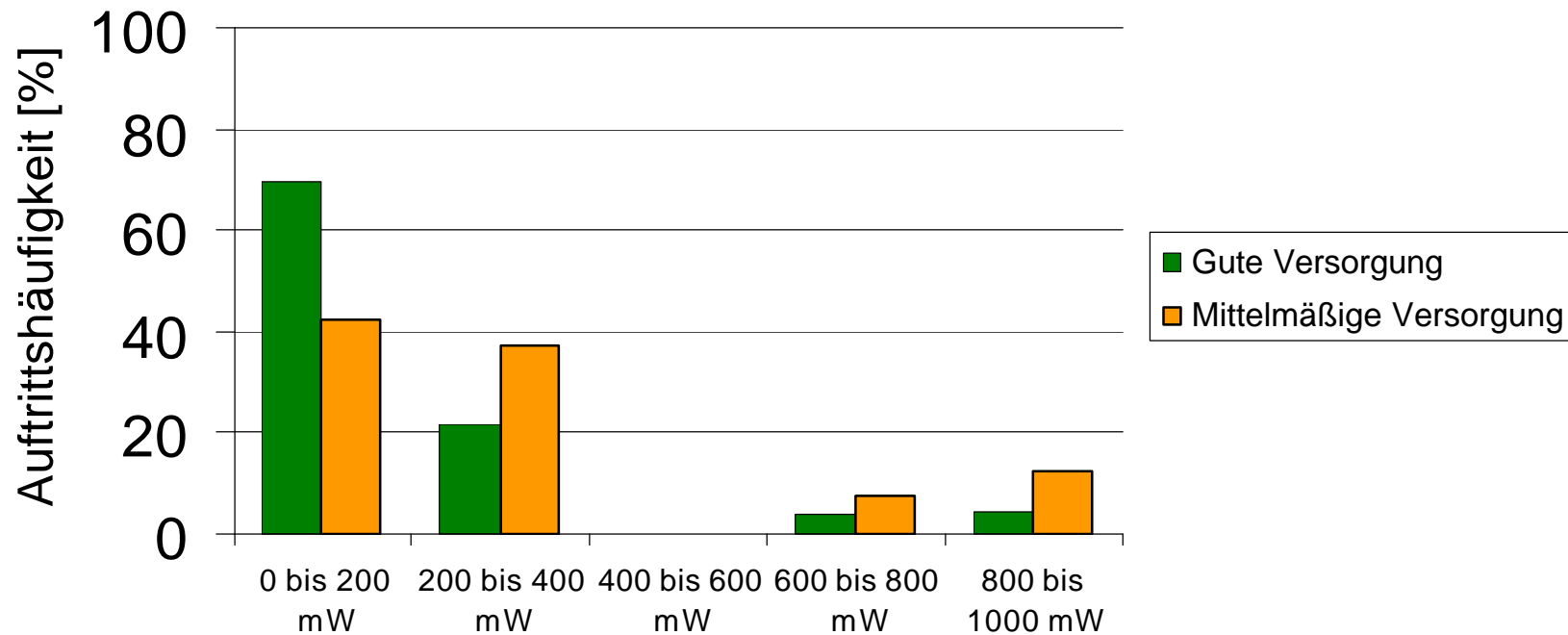
**Beispiel:
Regelung
ohne er-
kennbaren
Grund**



Strahlenexposition bei Telefonat im Raum

Abhängigkeit von Netzversorgung

Auftrittshäufigkeiten Sendeleistung



Strahlenexposition bei UMTS

Unterschiede zu GSM

Regelverhalten

- Dynamischer: 1500 Änderungen pro Sekunde
- Kleinere Stufen: in 1 dB Schritten (0,5 dB möglich)
- Beim Verbindungsaufbau: Kleine Leistung ($< 1\text{mW}$)
- Soft bzw. Softer Handover: Verbindung zu mehreren Zellen gleichzeitig

WCDMA

- Gewinn durch Informationsspreizung



Strahlenexposition bei UMTS

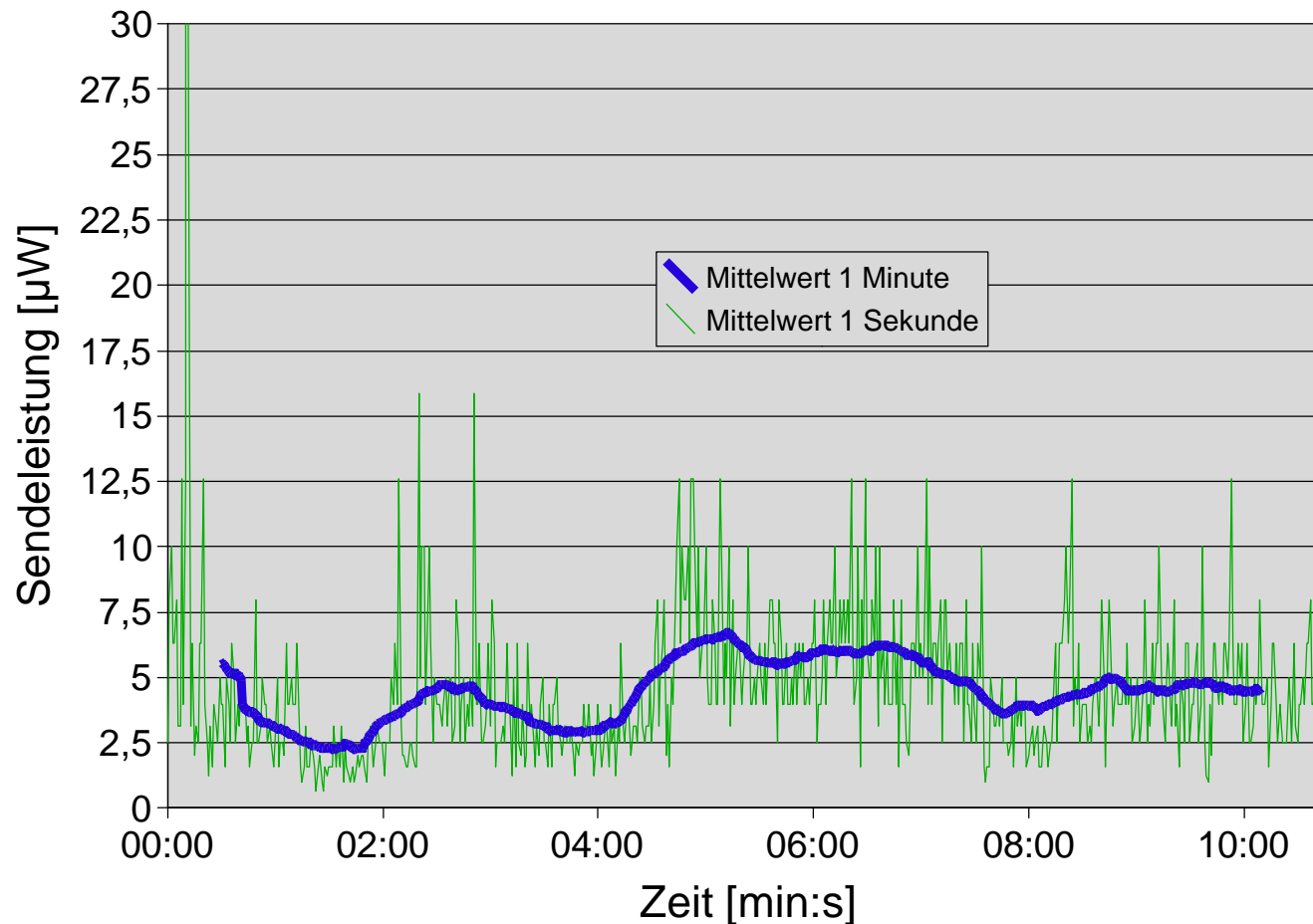
Telefonieren im Raum

Rahmenbe-
dingungen:

Telefon:
Nokia 6650

NodeB-
Entfernung:
650m

Keine direkte
Sicht



Strahlenexposition bei UMTS

Messfahrt

Sendeleistung

- | < 10 nW
- | 10 nW – 1 μ W
- | 1 μ W – 100 μ W
- | 100 μ W – 1 mW
- | 1 mW – 10 mW



Anzahl Zellen

- | 1
- | 2
- | 3



Strahlenexposition bei UMTS

Messfahrt

Sendeleistung

- | < 10 nW
- | 10 nW – 1 μ W
- | 1 μ W – 100 μ W
- | 100 μ W – 1 mW
- | 1 mW – 10 mW



Anzahl Zellen

- | 1
- | 2
- | 3



Detailausschnitt:

Keine Erhöhung der Sendeleistung bei Handover



Zusammenfassung

SAR-Exposition: GSM

- Dosis primär von Sendeleistung abhängig
- Regelung der Sendeleistung bestimmt durch
 - Netzbetreiber, Hersteller der Netzkomponenten
 - „Abschirmverhalten“ der Person
 - Netzversorgung
 - Nicht-deterministische / Nicht-messbare Faktoren
- Reproduzierbare Ergebnisse bei Messfahrten
- Mittlerer SAR Wert deutlich unter Maximalwert



Zusammenfassung

Voraussichtliche SAR-Exposition bei UMTS

- Sendeleistung auch von Netzauslastung abhängig
 - Bei den Messungen: Wenig Last
 - Zukünftig: Höhere Werte erwartet
- Durch schnellere und präzisere Regelung bessere Minimierung der Sendeleistung
- Keine Maximalleistung bei Gesprächsaufbau und Handover
- Endgeräte mit relativ kleiner Maximalleistung

➔ Geringere Strahlendosen im Vergleich zu GSM

