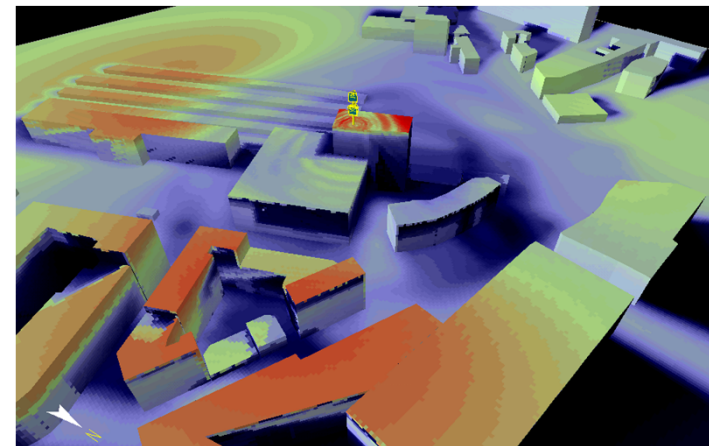

Elektromagnetische Felder (EMF)

Grundlagen

dipl. El.-Ing. ETH Markus Riederer
Bundesamt für Kommunikation (BAKOM)
Fachstelle EMV/EMVU
Biel-Bienne



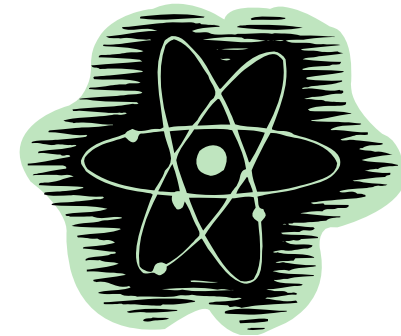
Uebersicht

- Was sind elektromagnetische Felder (EMF)?
- Wo treten EMF auf?
- Wie verhalten sich EMF?
- Wie können EMF erfasst werden?

Ionisierende – nichtionisierende Strahlung

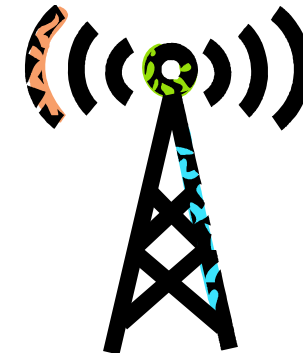
■ Ionisierende Strahlung

- beispielsweise radioaktive Strahlung
- schlägt Elektronen aus Molekülen:
 - » geladene Teilchen entstehen: Ionen
- hohe Frequenz



■ Nichtionisierend Strahlung (NIS)

- Funkwellen, Licht
- niedrige Energie
- kann Materie erwärmen („Vibriieren“)
- relativ tiefe Frequenzen



Strahlung – Wellen

- beide Bezeichnungen zutreffend:
 - NIS mit verschiedenen Modellen beschrieben
- Strahlung
 - Teilchen mit gewisser Energie (Photonen)
- Wellen 
 - geeigneter für NIS
 - analog Wasser
 - elektromagnetische Felder (EMF)
 - » Frequenz
 - » gerichtete Intensität: Feldstärke

Wo kommen EMF vor?

- in der Natur:

- Erdfeld (Gleichfeld)
- Hintergrundrauschen
- Licht

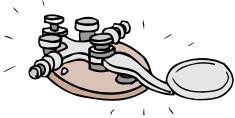







- hausgemacht (man-made):
alles, was mit Elektrizität läuft:

- Niederfrequenz: hauptsächlich Nebenprodukt
 - » Stromversorgung, elektrische Geräte, Eisenbahnen, Tram
- Hochfrequenz:
 - » Computer: Nebenprodukt und Transportmittel (WiFi)
 - » Rundfunk, **Mobilfunk**: Transportmittel



Verteilung Hochfrequenz

LF	MF	HF	VHF	UHF	SHF
30 kHz	300 kHz	3 MHz	30 MHz	300 MHz	3 GHz
Anfänge des Funks Bodenwelle	u.a. Rundfunk Boden-/Raumwelle	weltumspannend v.a. Raumwelle	mehr Dienste Raumwelle, quasioptisch	u.a. Mobilfunk , Mikrowelle v.a. quasioptisch	v.a. Richtfunk quasioptisch
					

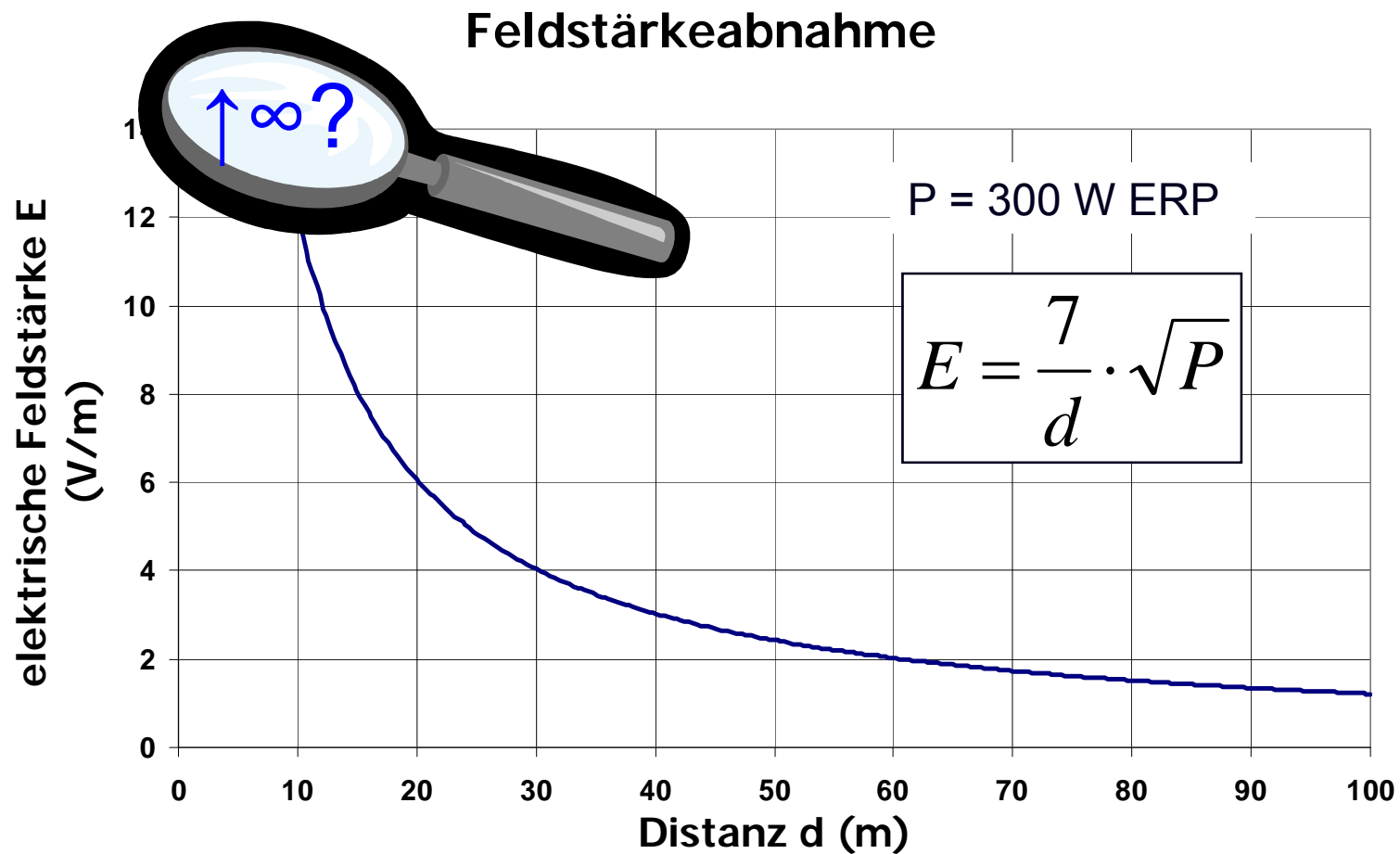
EMF erzeugen

- Sender: Generator
- Kabel: Transportmittel
- Antenne: Wandler
 - ➔ von Kabel in „Luft“

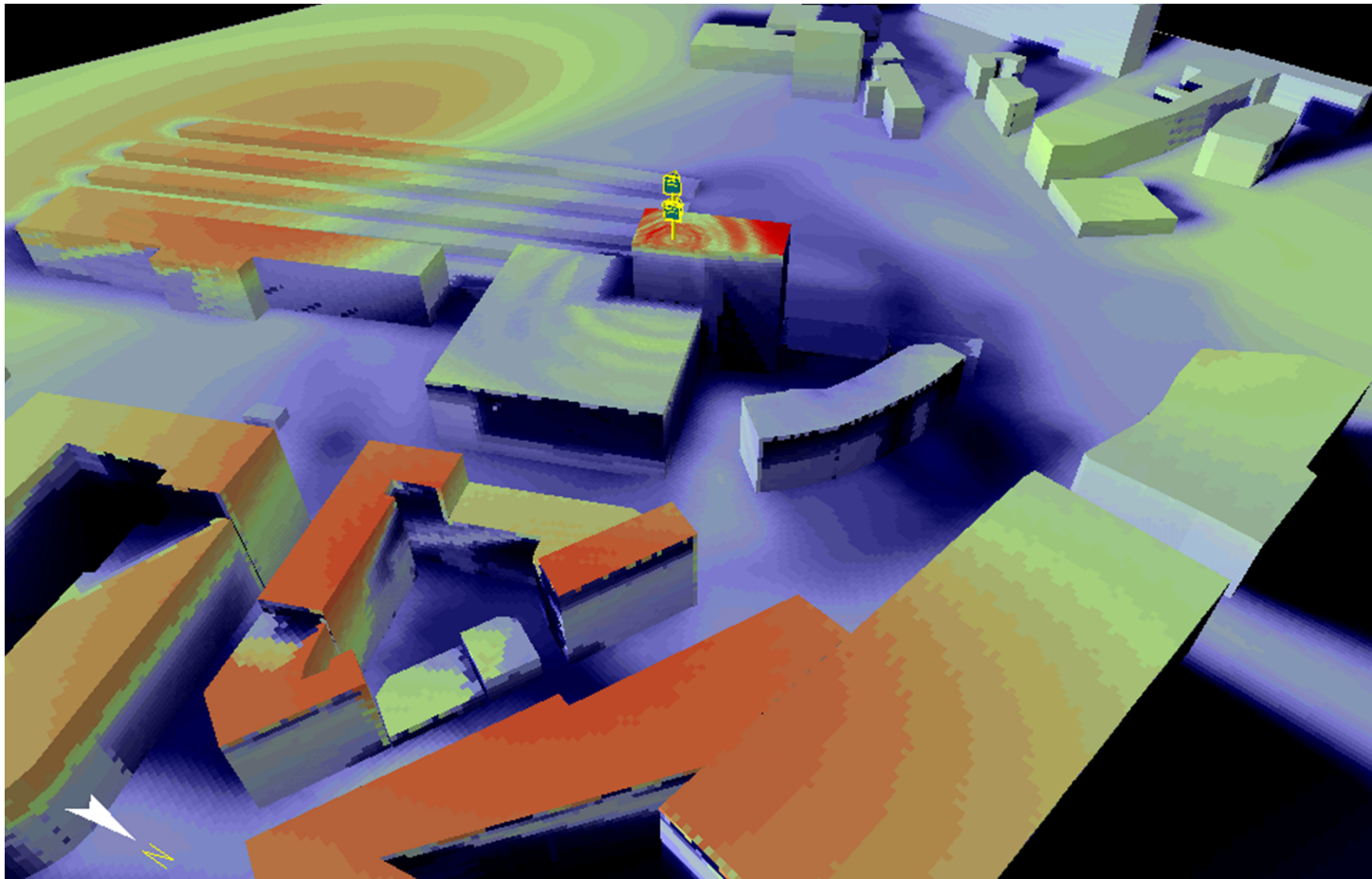


Quelle Nokia

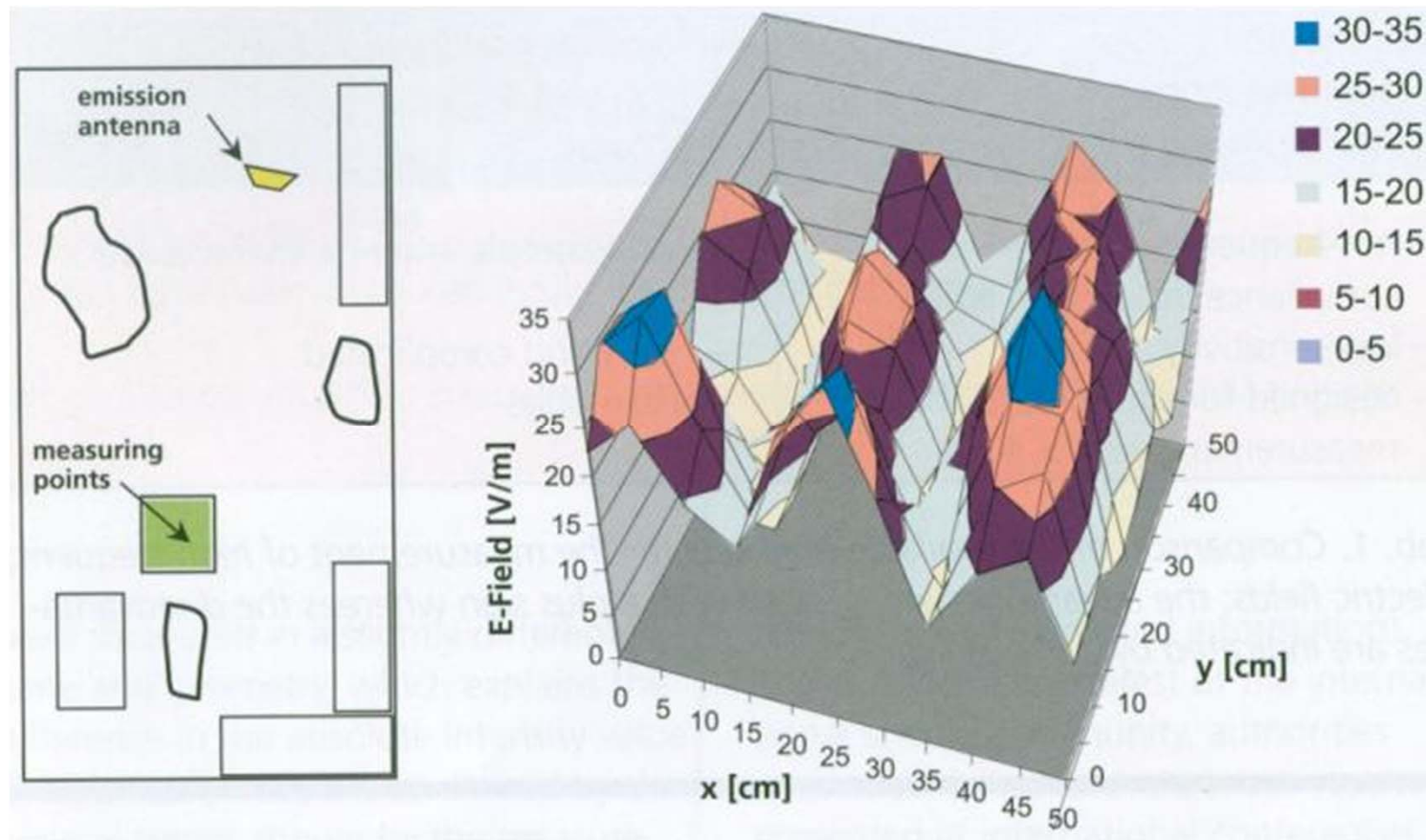
Ausbreitung EMF



Berechnung: Ray Tracing



Messen: Problem grosse Variationen



Quelle: comtec 11/2001: Lehmann, Fritschi: „On the Measurement of Electric Fields“

Messen mit Schwenkmethode

- Messung gleiche Elemente wie Sender:
 - Wandler: Antenne
 - Kabel: Transportmittel
 - Empfänger: Grösse bestimmen
- Raum abfahren in allen Richtungen: Maxima notieren
 - verschieden für verschiedene Frequenzen
 - reproduzierbar: alle messen gleich



Zusammenfassung Grundlagen EMF

- Nichtionisierende Strahlung
- Wellennatur
- EMF allgegenwärtig
- EMF kleiner, je weiter von Antenne weg
- in der Nähe von Antennen speziell:
 - SAR, Handy
- Berechnen von EMF: aufwändig, andernfalls weniger genau (viele Unbekannte)
- Messen von EMF: Maxima relativ einfach