



# Wie kommt die Stimme ins Telefon und wieder heraus?

Professor Dr.-Ing. Volker Kühn  
Institut für Nachrichtentechnik  
Universität Rostock

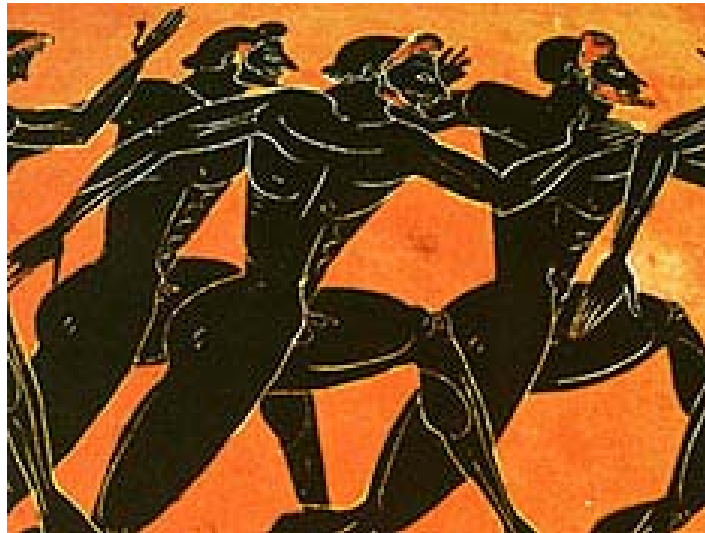


Universität Rostock

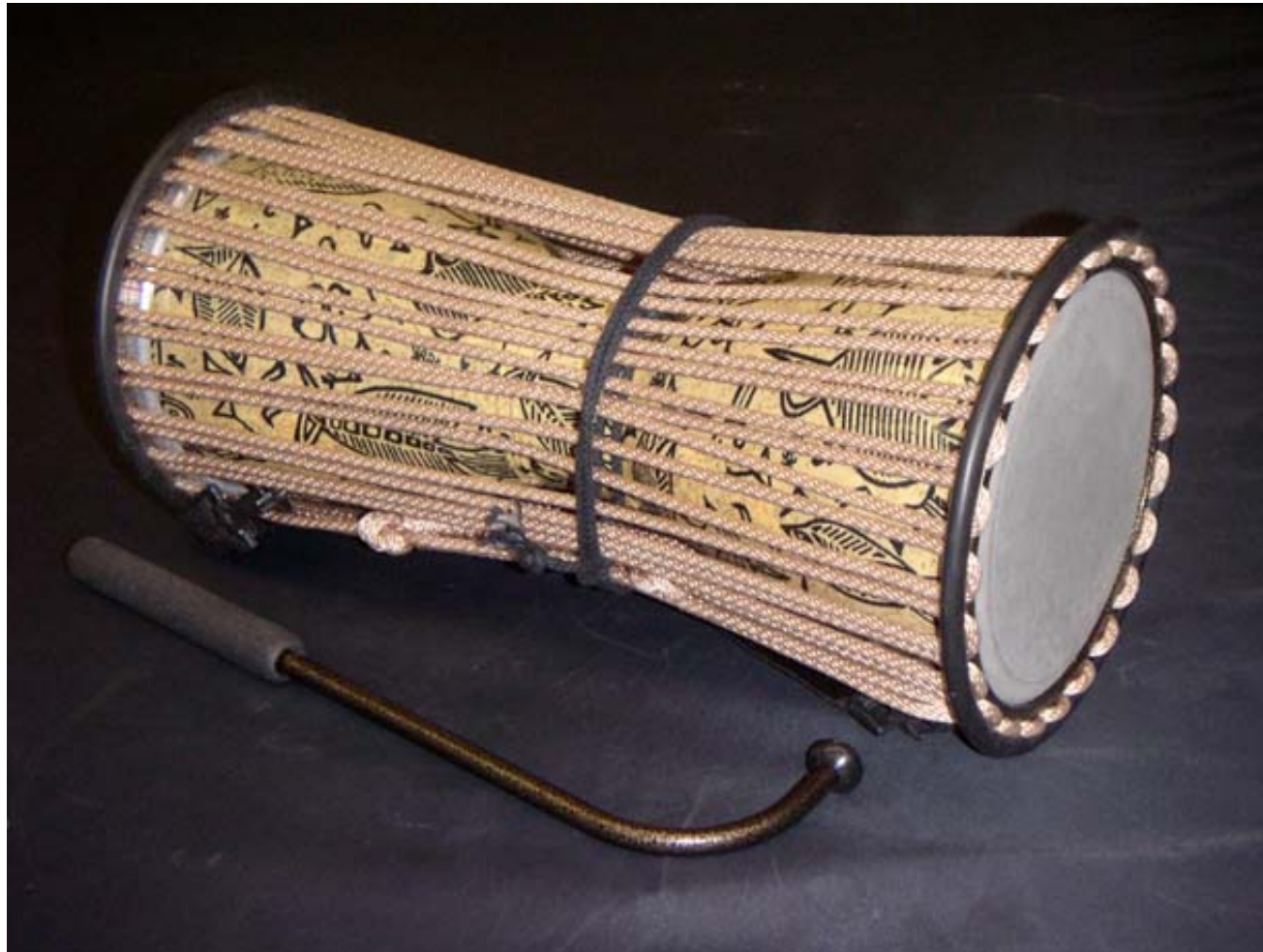


# Die Geschichte von Marathon

- Vor 2.500 Jahren: Griechischer Bote lief ca. 40 km und überbrachte Nachricht vom Sieg der Griechen über die Perser



# Buschtrommeln



# Schwirrhölzer



# Rauchzeichen



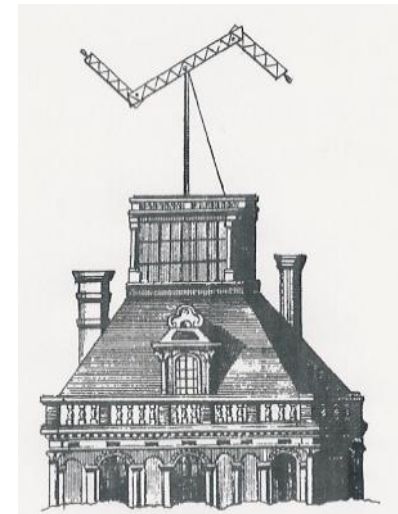
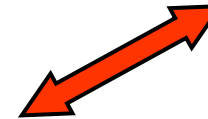
# Brieftauben



# Optische Telegraphie



# Optische Telegraphenstrecke



# Alte Telefone



# Mobilfunk zum Ersten, ...

- Nur zum Telefonieren
  - ◆ A-Netz (1958)
  - ◆ B-Netz (1972)
  - ◆ C-Netz (1985)



## ... zum Zweiten ...

- D-Netz, E-Netz (1992)
- Mehr als Telefonieren

Klingeltöne



Fax

SMS

# ... und zum Dritten!

- Fast Alleskönner



Spiele

Musik-Downloads

Video-Streaming

Video-Konferenzen

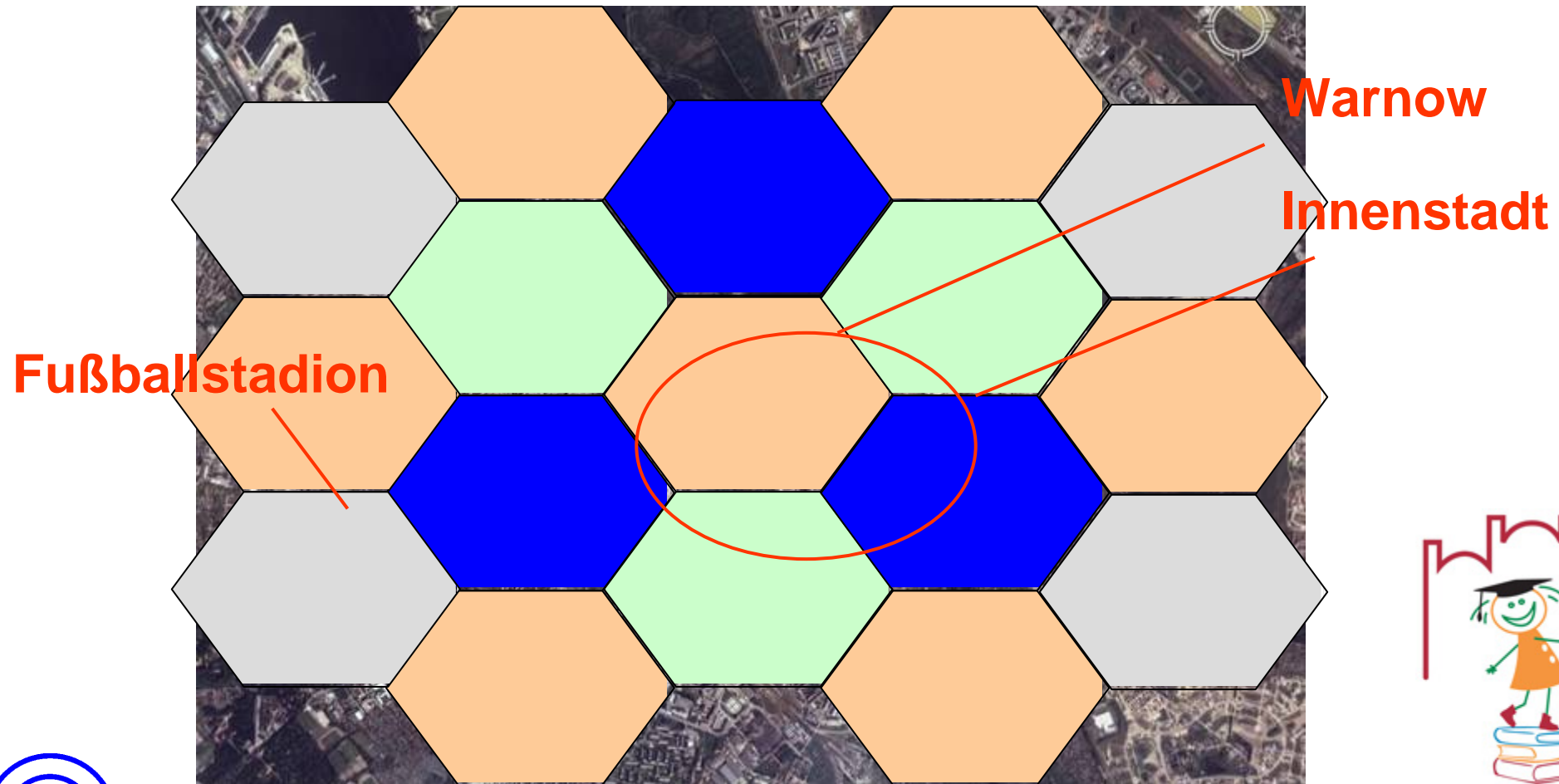


# Das Finale – immer und überall

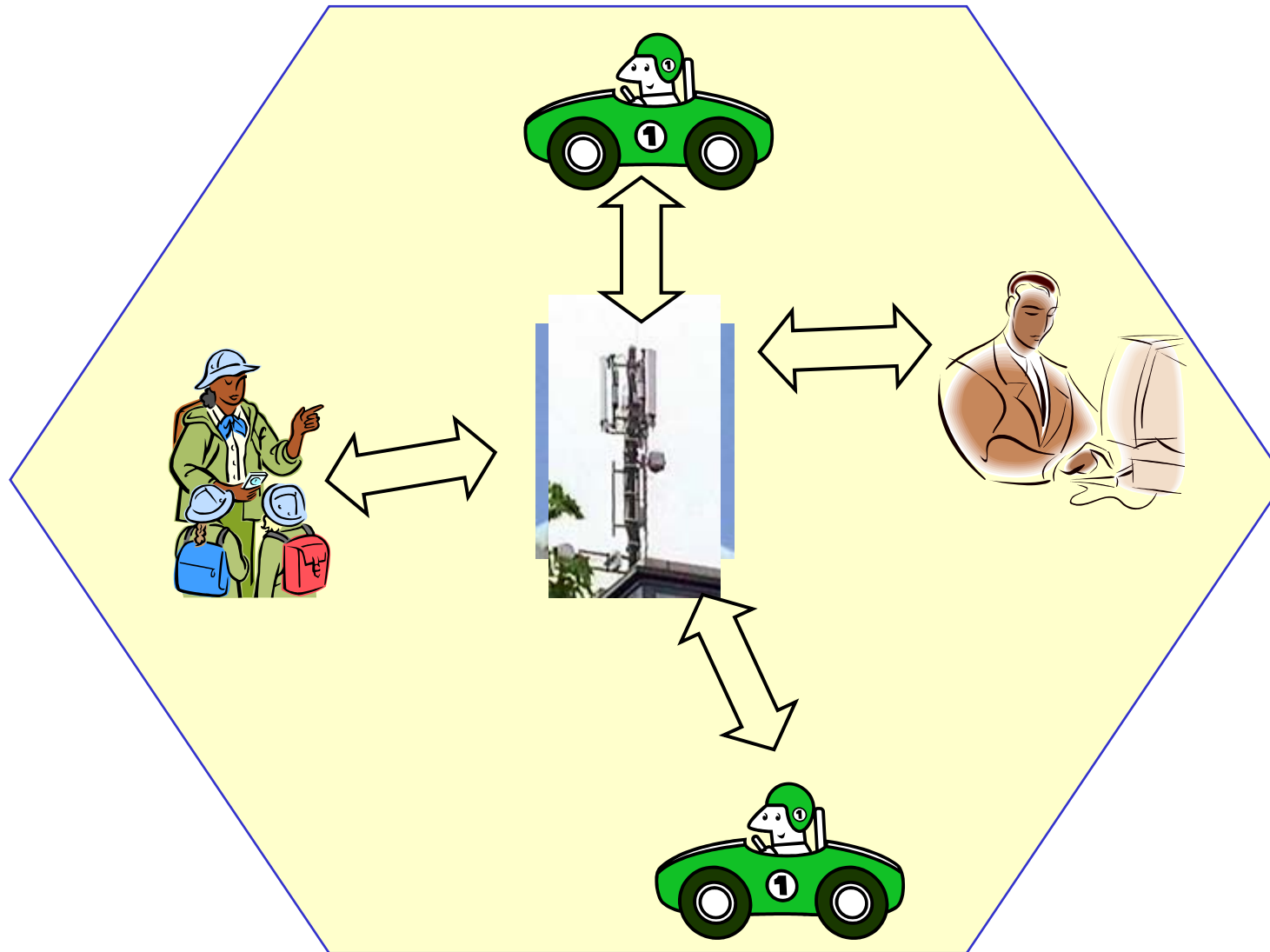


# Was ist ein zellulares Netz?

- Gesamtes Gebiet wird in verschiedene „Zellen“ unterteilt



# Was passiert in einer Zelle?

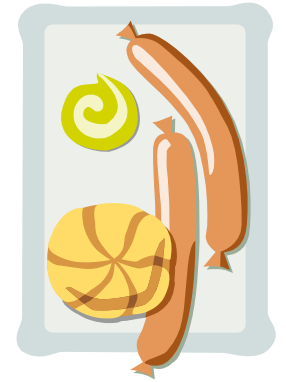
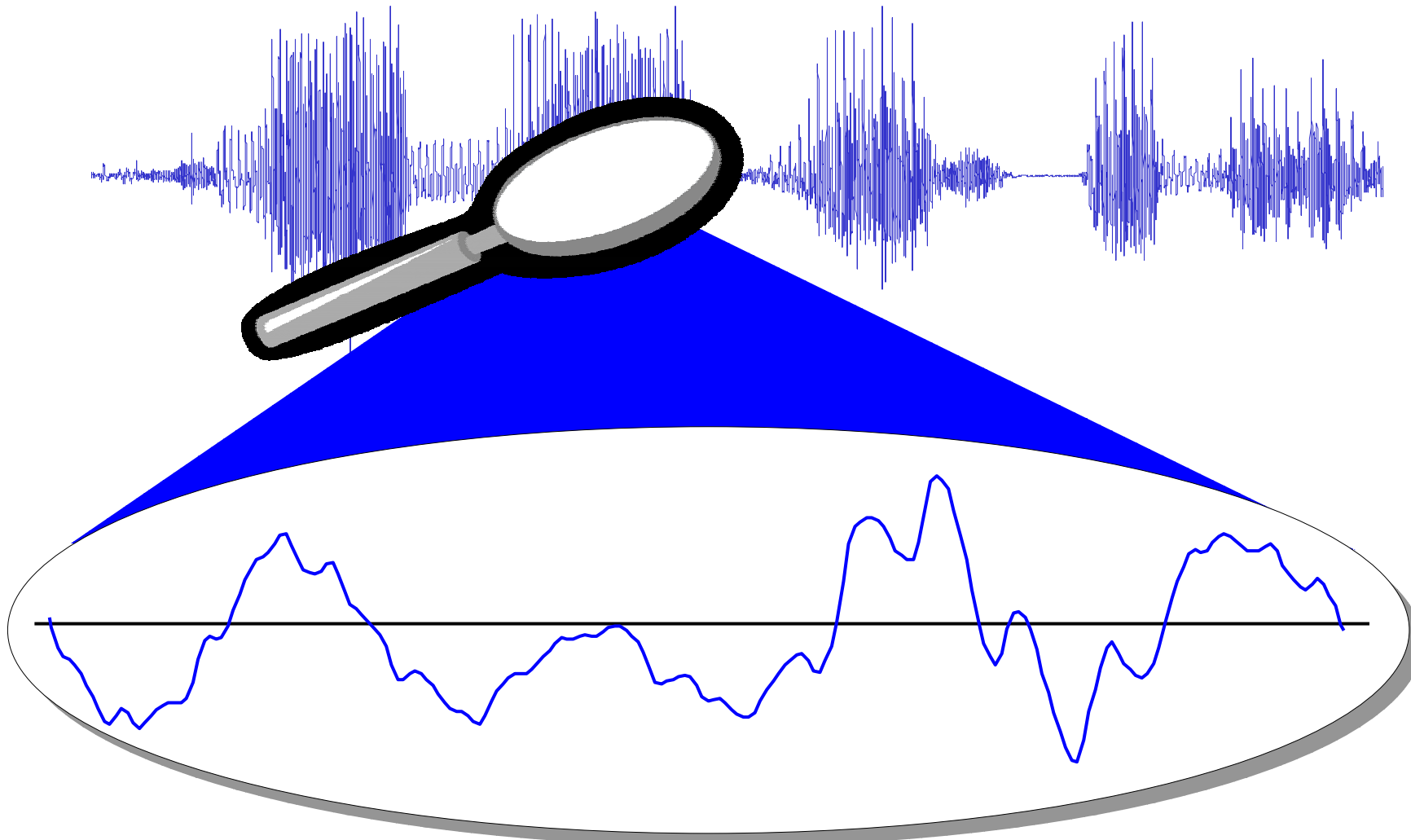


# Wie kommt die Sprache ins Handy?

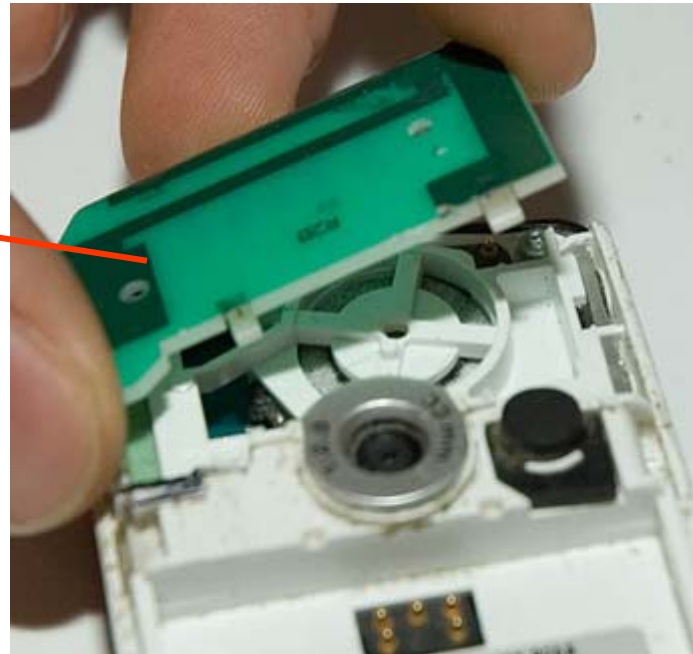


**Mikrophon**

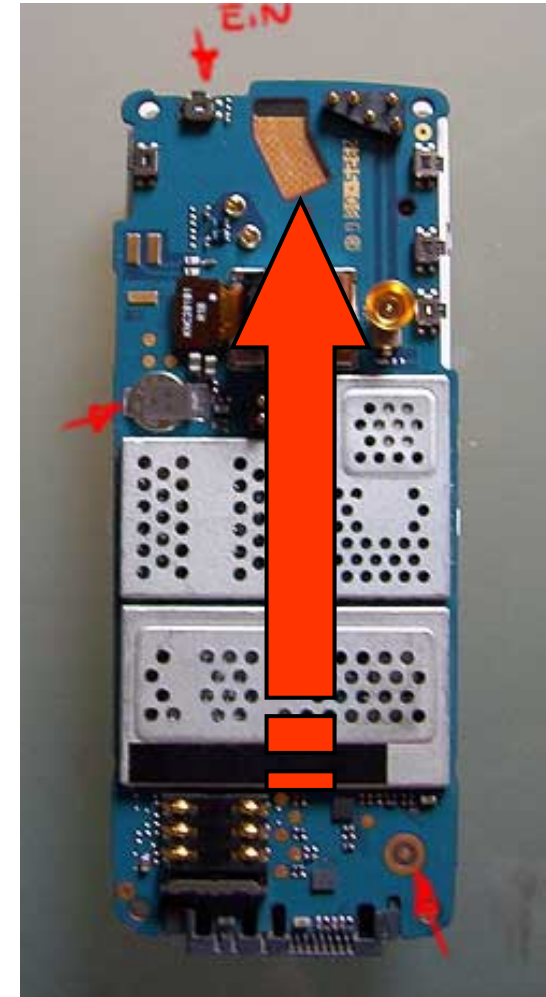
# Wie sieht eigentlich Sprache aus?



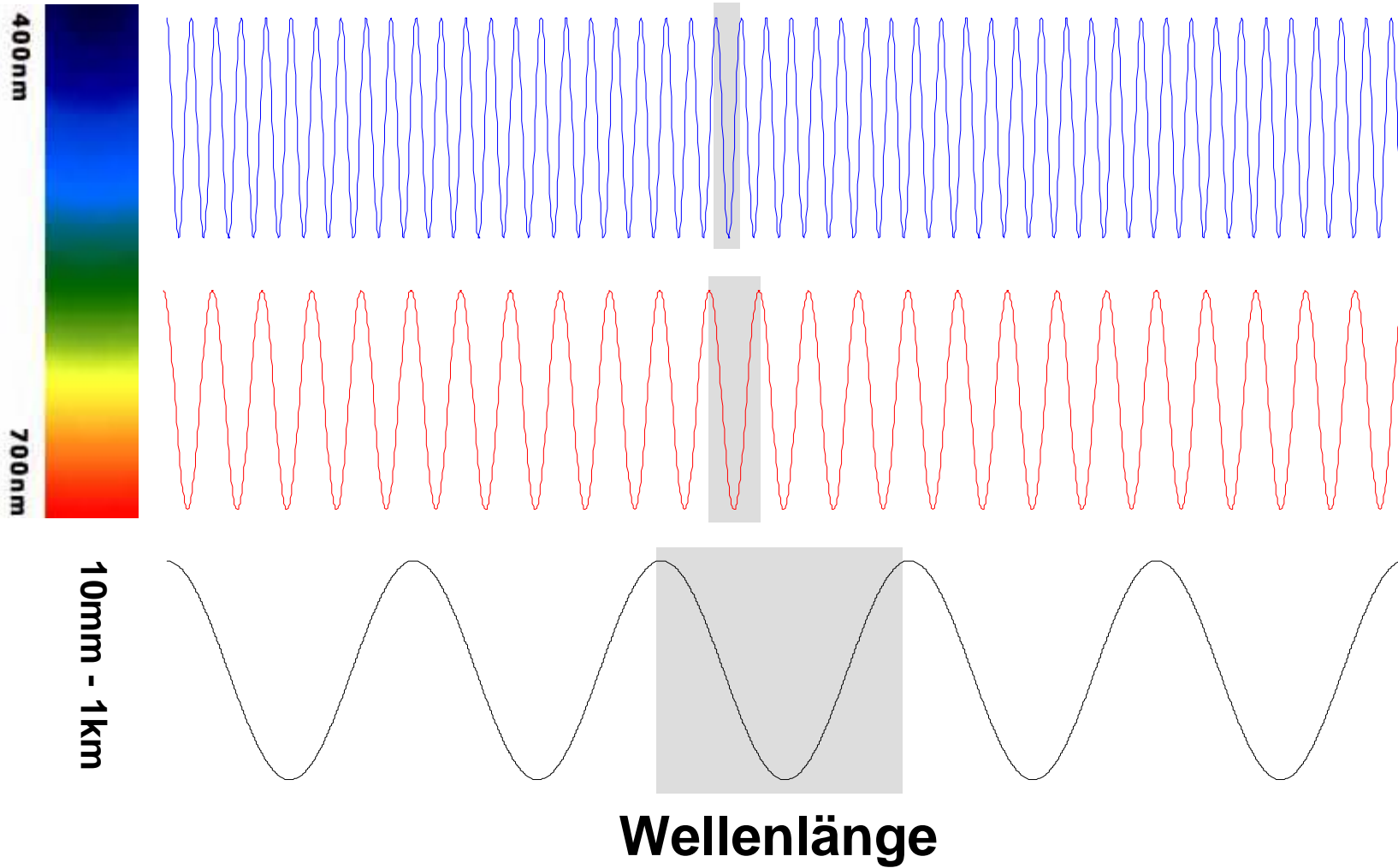
# Wie kommt die Sprache ins Handy?



**Mikrophon**

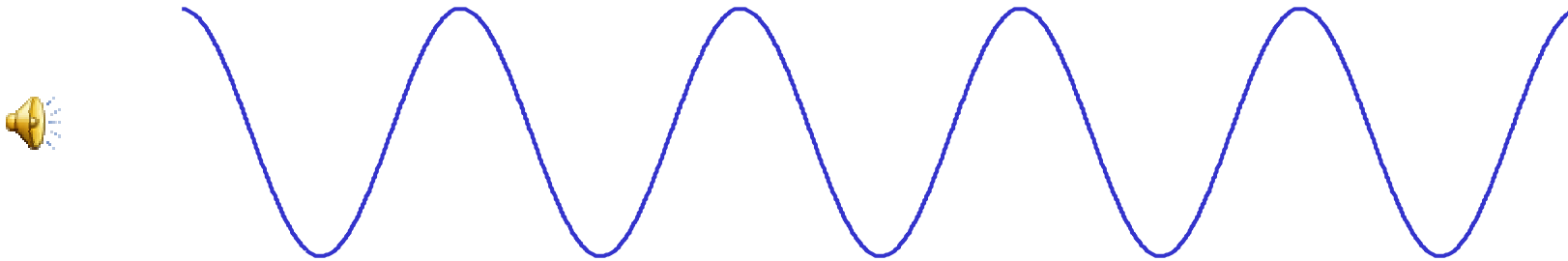


# Elektromagnetische Wellen

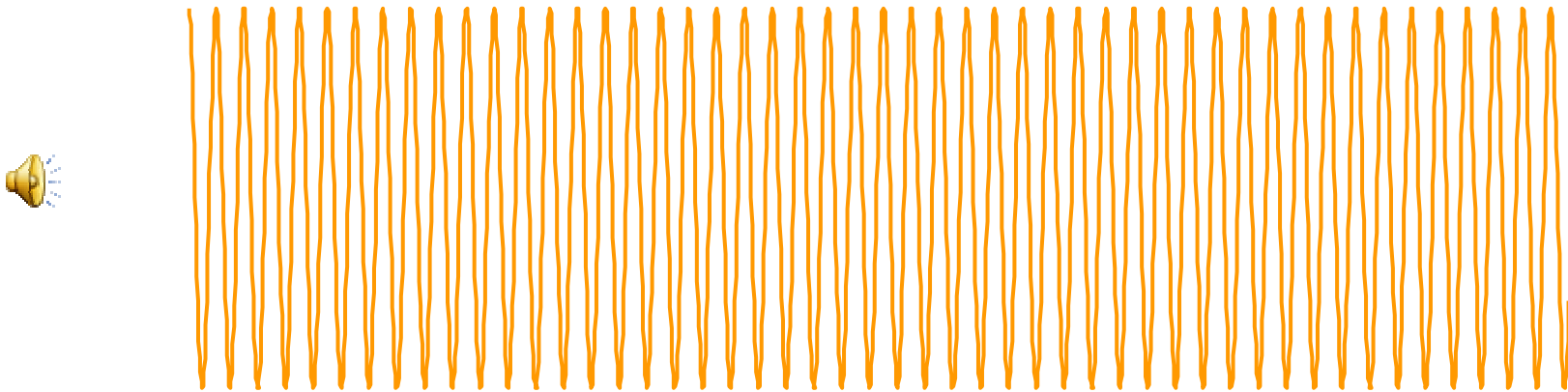


# Beispiel: akustische Welle

- Große Wellenlänge → Tiefe Frequenz



- Kleine Wellenlänge → Hohe Frequenz

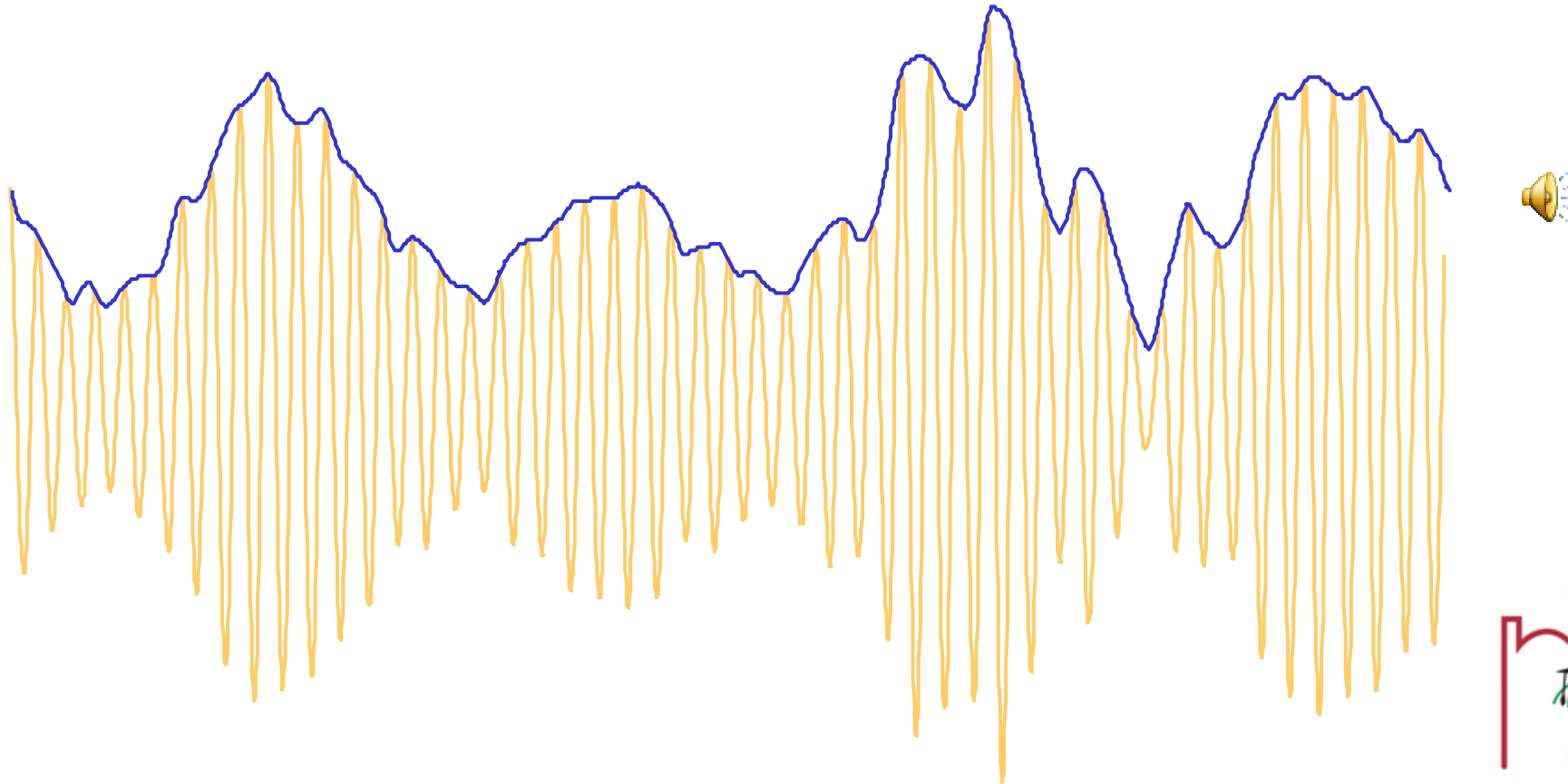


# Wie kommt die Sprache auf die Welle?



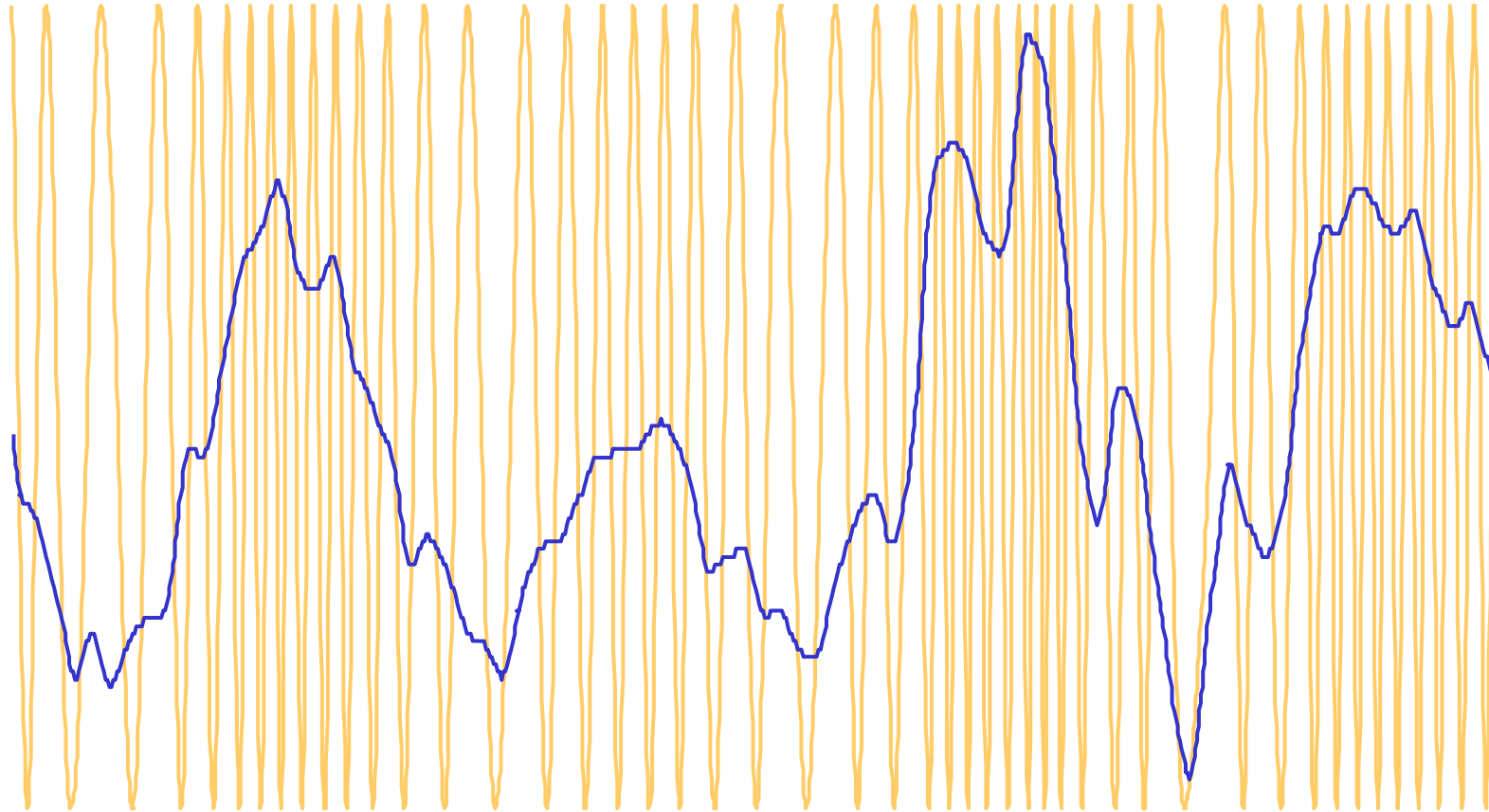
# Wie kommt die Sprache auf die Welle?

## Modulation



Ton wird lauter und leiser!

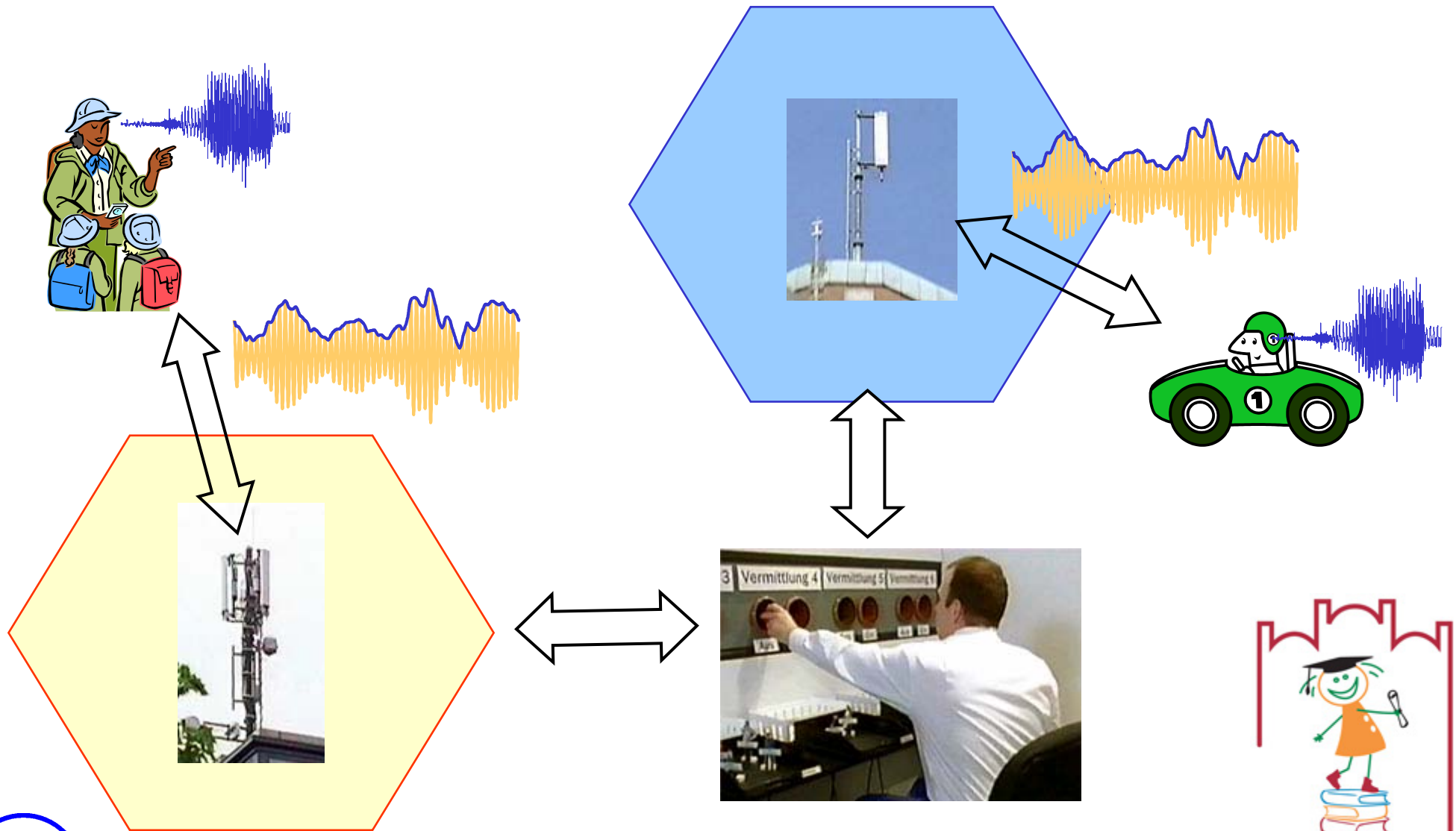
# Frequenz-Modulation



**Ton klingt höher und tiefer!**



# So findet die Nachricht durchs Netz!

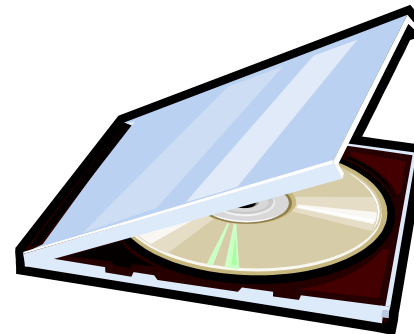
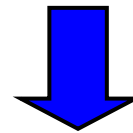
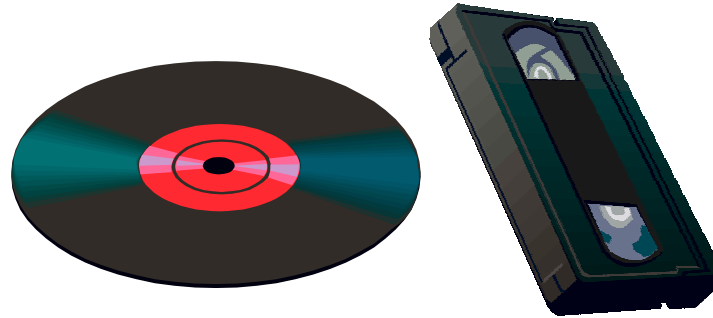
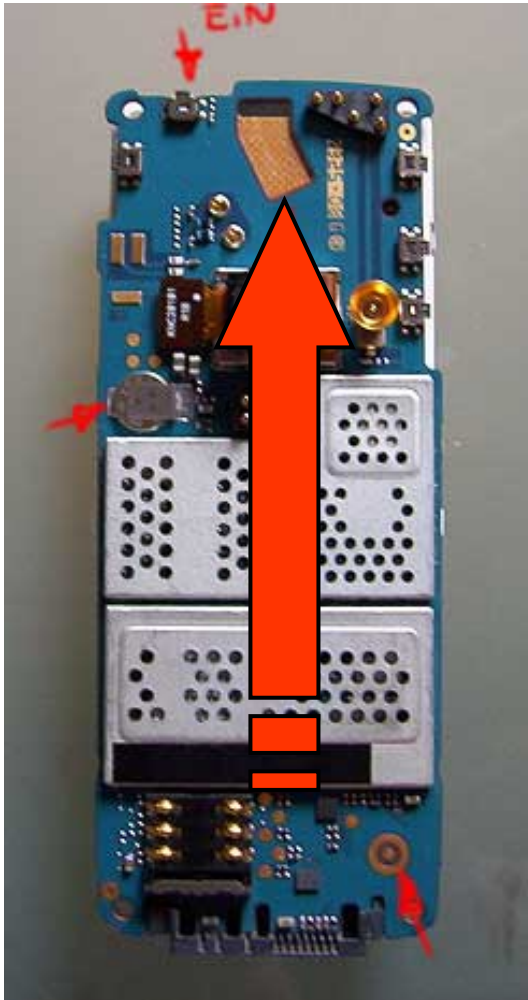


# Wie kommt die Sprache aus dem Handy heraus?

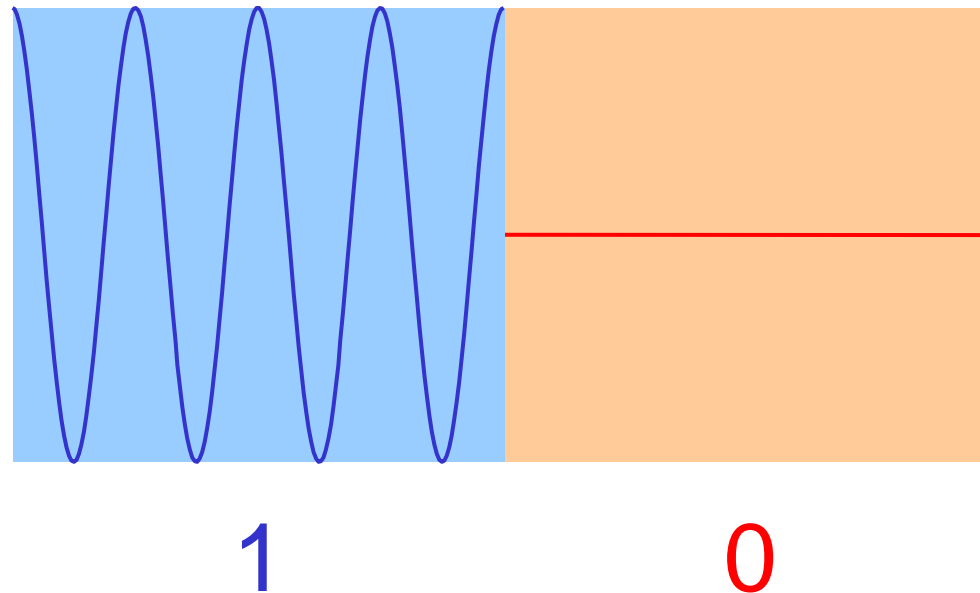


Lautsprecher

# Analog und Digital



# Was heißt eigentlich digital?





# Funktioniert auch für Buchstaben...

100 0001	A
100 0010	B
100 0011	C
100 0100	D
⋮	⋮
101 1000	X
101 1001	Y
101 1010	Z

110 0001	a
110 0010	b
110 0011	c
110 0100	d
⋮	⋮
111 1000	x
111 1001	y
111 1010	z

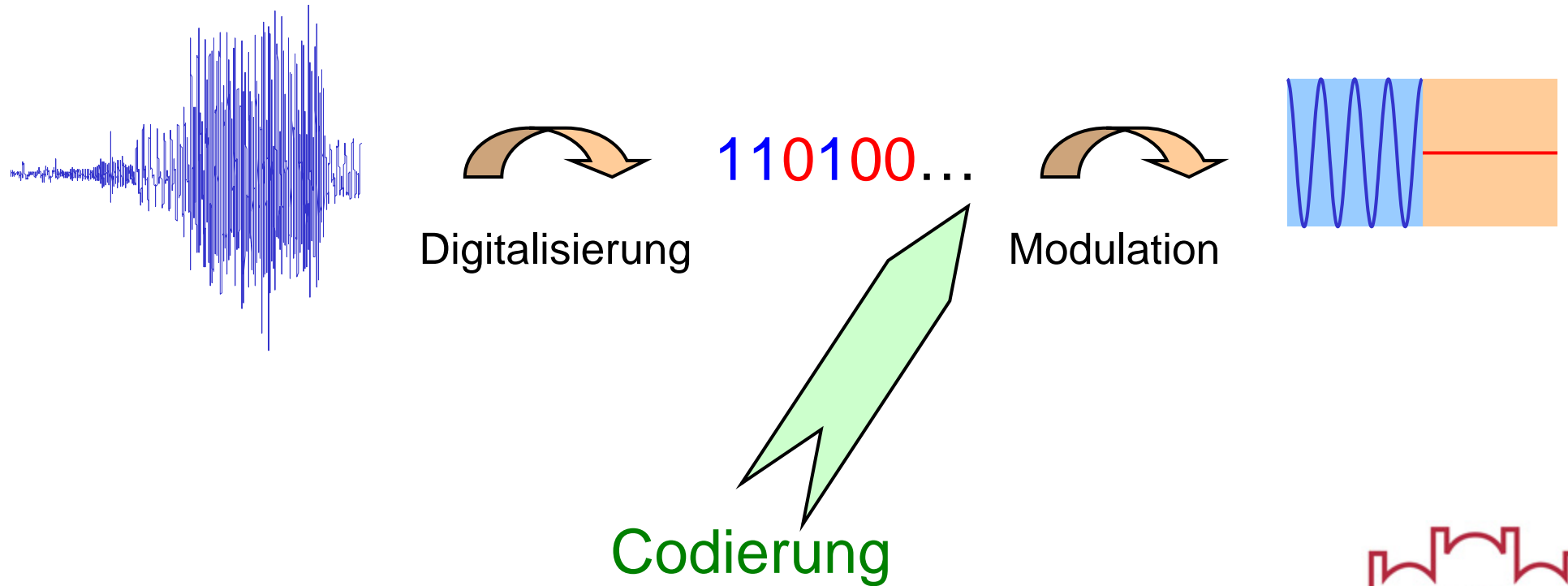
# ...und Bilder



[http://www.behofm.be/Anims/Didier\\_P/fun2/True-face-of-Mona-Lisa.jpg](http://www.behofm.be/Anims/Didier_P/fun2/True-face-of-Mona-Lisa.jpg)

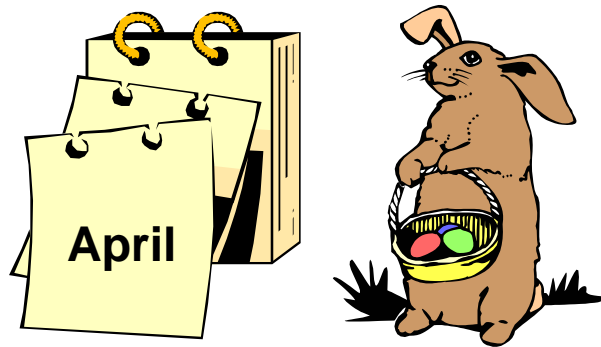


# Warum digital?



# Quellencodierung: möglichst wenig Bits

- Wenige Bits für häufige Ereignisse



1

- Viele Bits für seltene Ereignisse

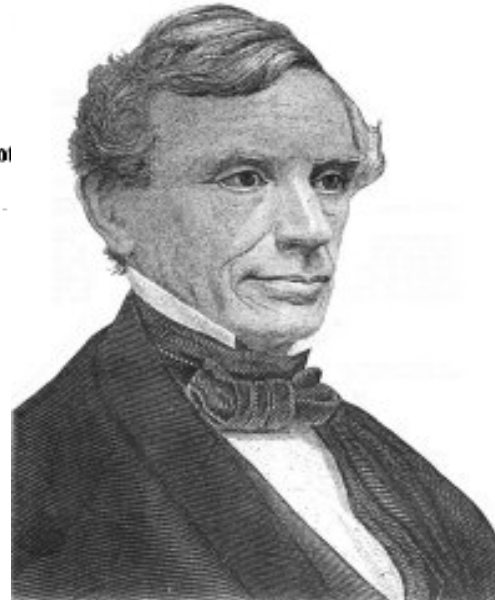


01000111011010...

# Morse-Code

## INTERNATIONAL MORSE CODE

1. A dash is equal to three dots.
2. The space between parts of the same letter is equal to one dot.
3. The space between two letters is equal to three dots.
4. The space between two words is equal to five dots.

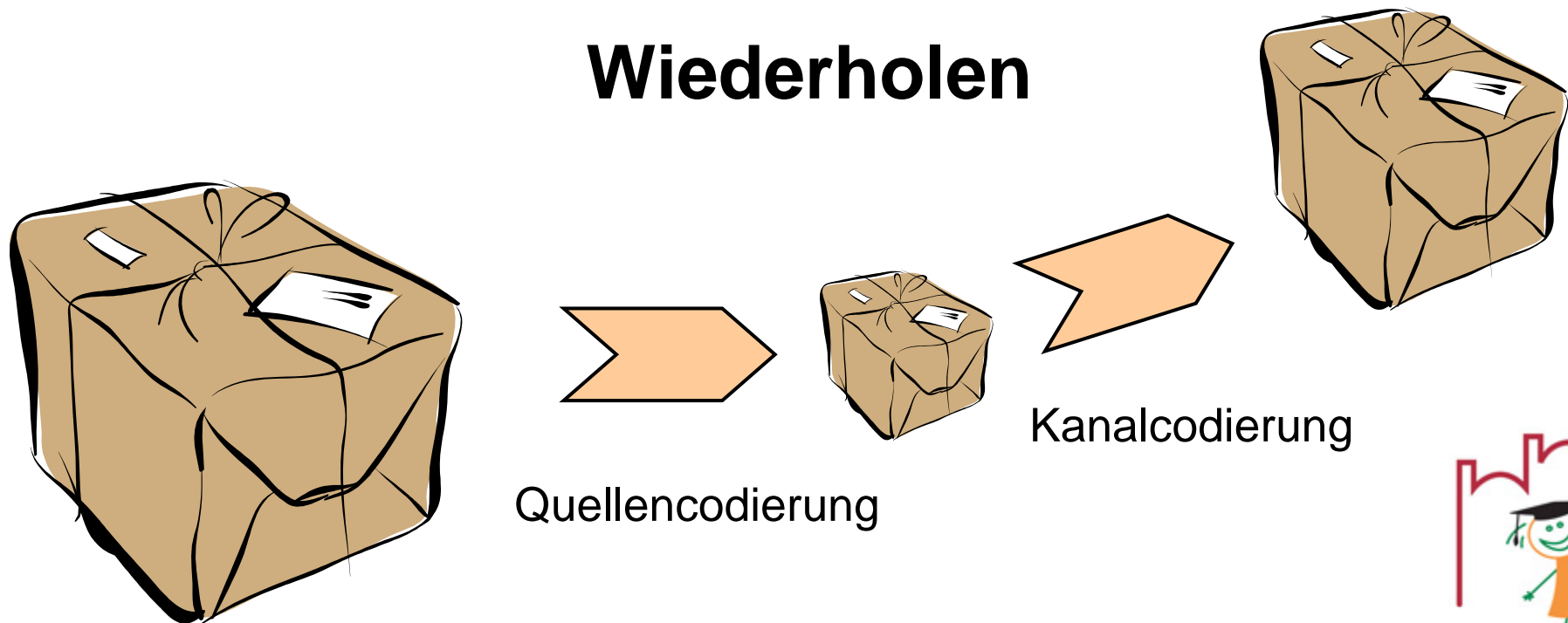


A	• —	U	• • —
B	— • • •	V	• • • —
C	— • — •	W	• — —
D	— • •	X	— • • —
E	•	Y	— • — —
F	• • — •	Z	— — • •
G	— — •		
H	• • • •		
I	• •		
J	• — — —		
K	— • —	1	• — — — —
L	• — • •	2	• • — — —
M	— —	3	• • • — —
N	— •	4	• • • • —
O	— — —	5	• • • • •
P	• — — •	6	— • • • •
Q	— — • —	7	— — • • •
R	• — •	8	— — — • •
S	• • •	9	— — — — •
T	—	0	— — — — —



# Kanalcodierung: Fehler korrigieren

**Wiederholen**  
**Wiederholen**  
**Wiederholen**



# Was haben wir gelernt?

- **Mikrophon** nimmt die Sprache auf, **Lautsprecher** gibt sie wieder
- **Digital**: nur noch **0** und **1**
- Nachrichten werden durch **(Funk)Wellen** übertragen
- **Modulation** bringt die Nachricht auf die Welle





Danke fürs Zuhören!!!



Universität Rostock

