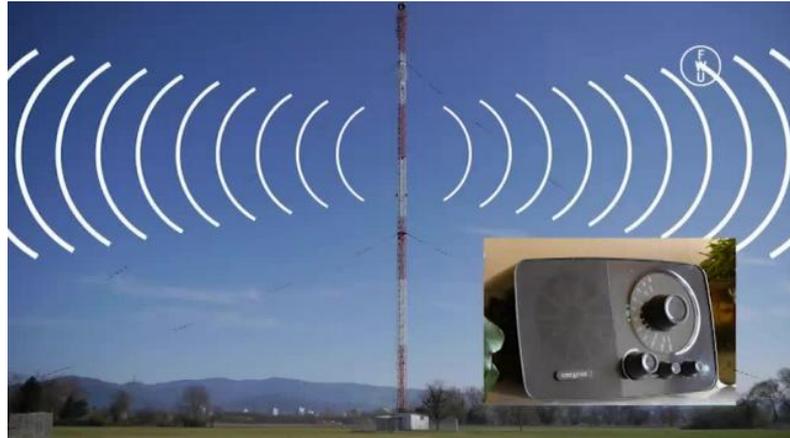


# Anwendungen Hertzscher Wellen

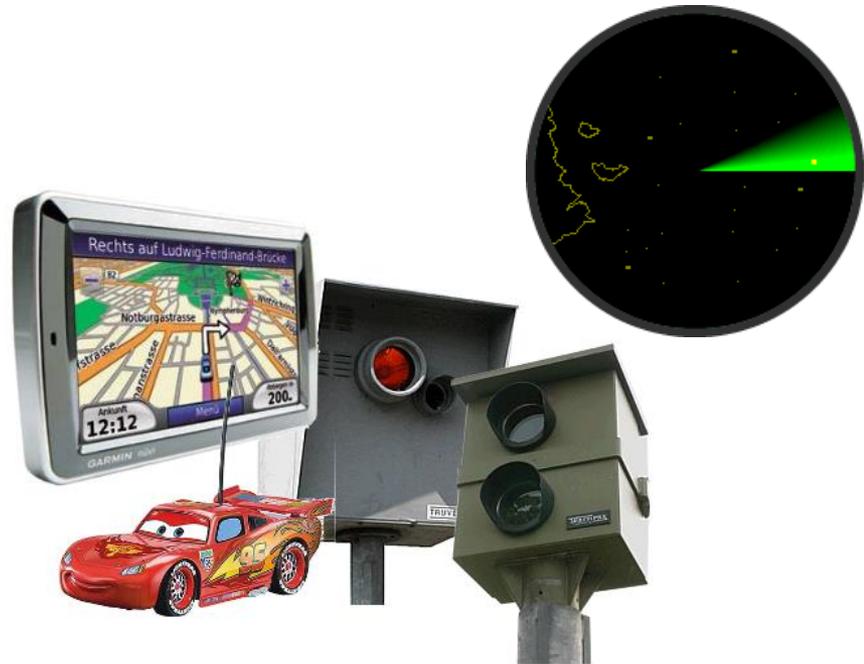


Der Hauptanwendungsbereich Hertzscher Wellen liegt in der **Informationsübertragung.**



## Telekommunikation

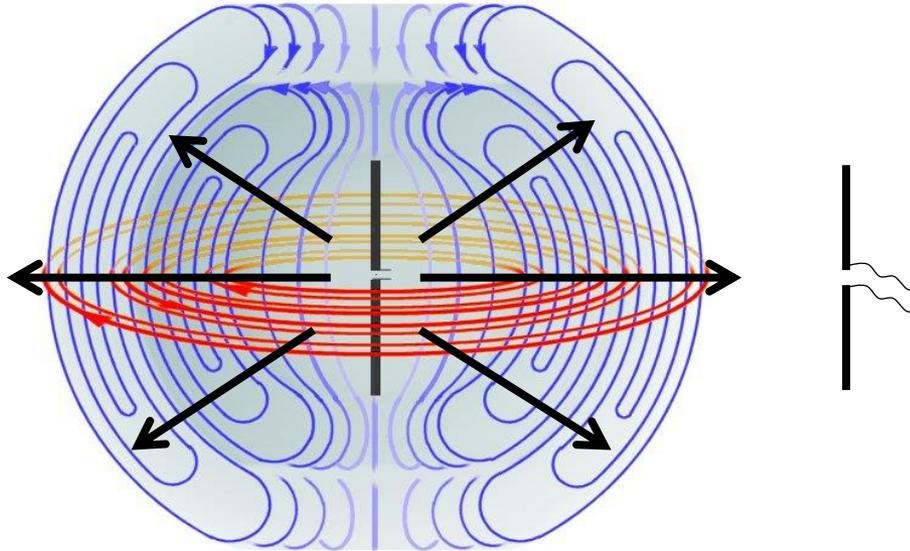
*Rundfunk, Fernsehen,  
Telefon, Sprechfunk, ...*



## Mess-, Steuer- und Regelaufgaben

*Bestimmung von Entfernungen,  
Geschwindigkeiten, Positionen, ...*

## Ausbreitung:



Elektromagnetisches Feld eines senkrecht aufgestellten Sendedipols

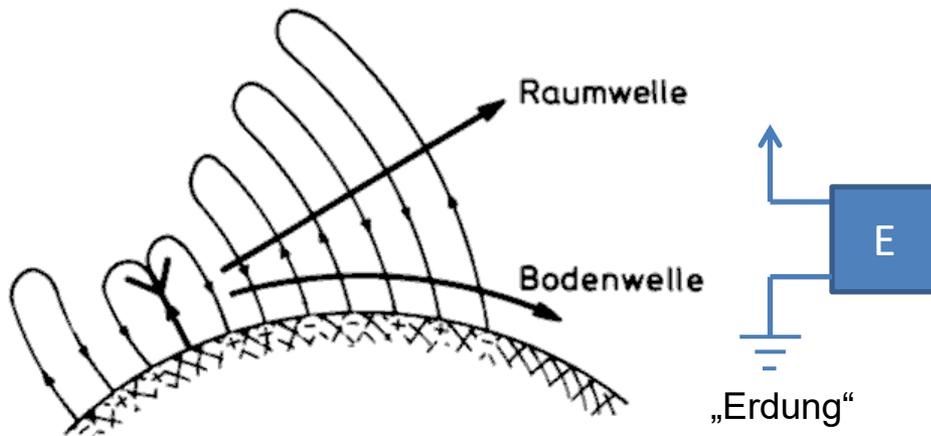
Hertz'sche Wellen breiten sich senkrecht zur Dipolachse geradlinig (allseitig) mit Lichtgeschwindigkeit im Raum aus.

→ Kugelwelle

Für einen optimalen Empfang muss der Empfangsdipol gleich ausgerichtet sein.

In Erdbodennähe breiten sich langwelligere elektromagnetische Wellen als Bodenwellen aus.

Die Bodenwellen folgen der Erdkrümmung und haben kürzere Reichweiten



„Erdung“

## Frequenz und Wellenlänge elektromagnetischer Wellen:

Frequenzbereich: 30kHz – 1THz ( $10^{12}$ Hz)

Entsprechend der Grundgleichung der Wellenlehre  $c = \lambda \cdot f$  entspricht das den Wellenlängen:

10km – 300 $\mu$ m

Für unterschiedliche technische Anwendungen werden die Frequenzen und Wellenlängen in Bereiche (Bänder) unterteilt.

<b>Bereich (Bezeichnung)</b>	<b>Frequenzen</b>
UKW	70 – 100 MHz
TV	50 – 800MHz
Satelliten-TV	10 – 13GHz
Handyfrequenzen	900 – 1900MHz
Fernsteuerfrequenzen	27MHz
WLAN, Bluetooth	2,4GHz

Voraussetzungen für eine stabile Informationsübertragung über große Entfernungen sind optimale Sende- und Empfangsbedingungen.

Diese werden wesentlich durch die Eigenschaften Hertzscher Wellen und die natürlichen Ausbreitungsbedingungen bestimmt.

Sende- und Empfangsantennen sind elektrische Dipole als geöffneter Schwingkreis und besitzen eine Eigenfrequenz  $f_0$ .

→ *Die Eigenfrequenz wird durch die Länge bestimmt.*

→ *Dipollänge muss der Frequenz angepasst sein.*

Die optimale Länge eines Sende- bzw. Empfangsdipols beträgt die Hälfte der Wellenlänge (→  $\lambda/2$ -Dipol).

Unter Ausnutzung von Bodenwellen kann der Dipol auch  $\frac{1}{4}$  der Wellenlänge betragen.

... größere Reichweiten:



Berliner Fernsehturm  
(1965–1969: 368m)

*aus größeren Höhen  
können weitere  
Entfernungen  
überbrückt werden*



Richtfunkanlagen

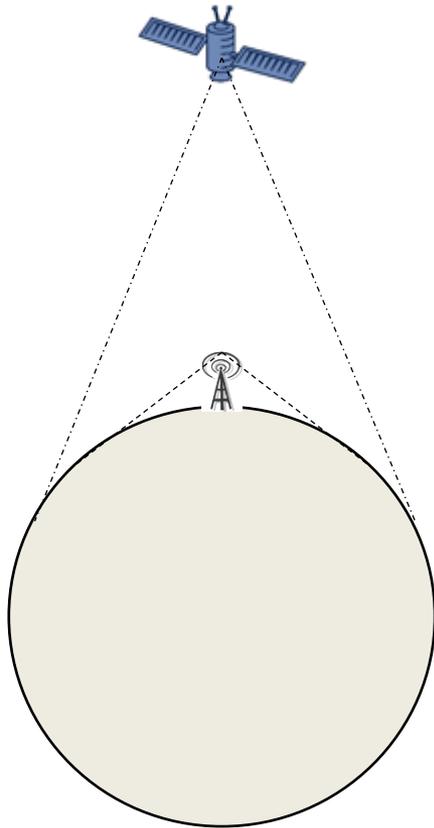
*gebündelter Wellen  
werden in eine  
Vorzugsrichtung  
abgestrahlt u. empfangen*



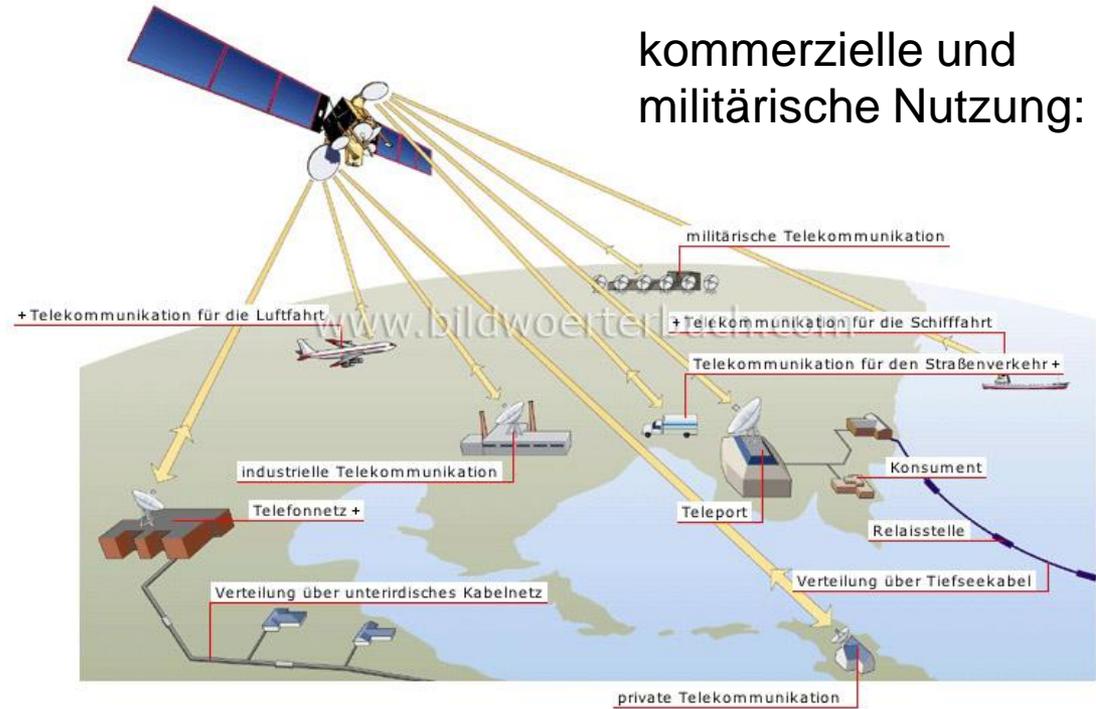
Satellitenübertragung

*größere  
Flächenabdeckung*

# Nachrichtenübertragung via Satellit:



Nachrichtensatelliten bewegen sich in einer Höhe von ca. 36000km

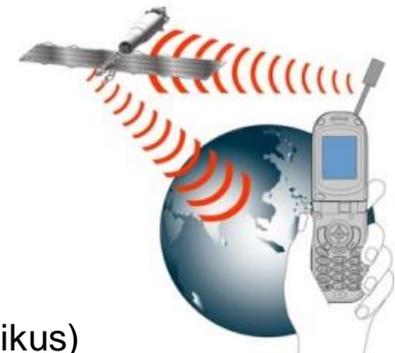


kommerzielle und militärische Nutzung:

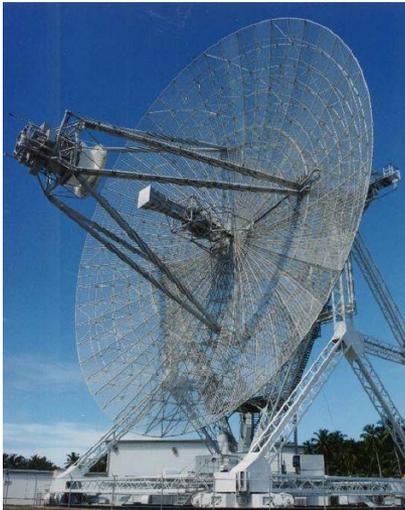
private Nutzung:



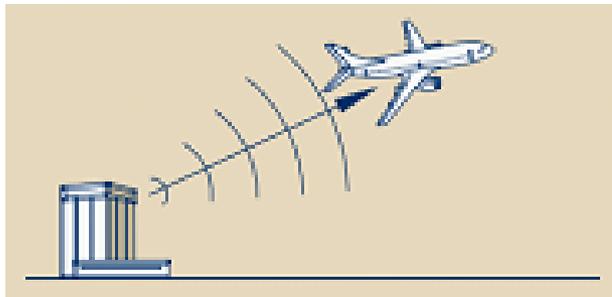
Sat-TV  
(Astra, Kopernikus)



# Entfernungsbestimmung:

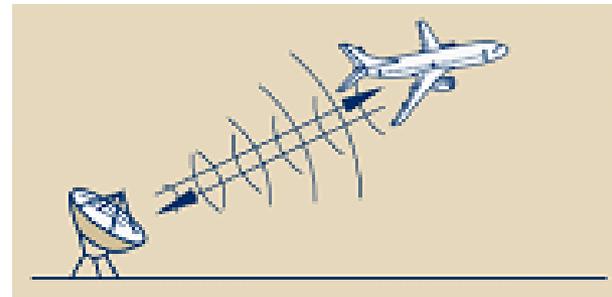


direkte Laufzeitmessung



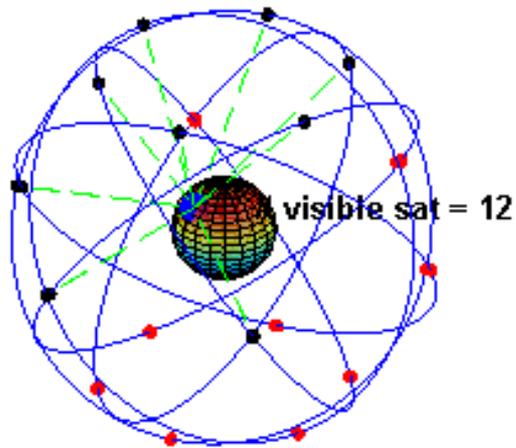
$$s = c \cdot t$$

Laufzeitmessung des reflektierten Signals



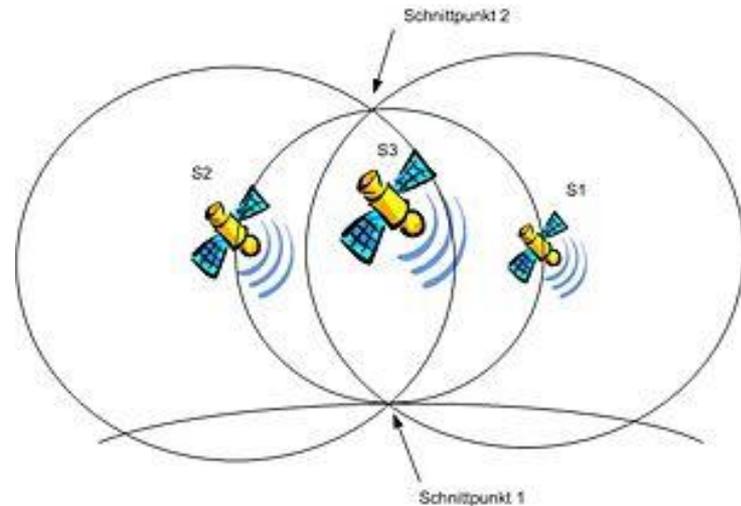
$$s = \frac{1}{2} \cdot c \cdot t$$

# Satellitennavigation



(24 Satelliten in ca. 20000km Höhe)

- GPS**
- Global Positioning System
  - 1970 vom US-Verteidigungsministerium entwickelt
  - ab 1990 auch für zivile Nutzung
  - Positionsgenauigkeit von ca. 10m

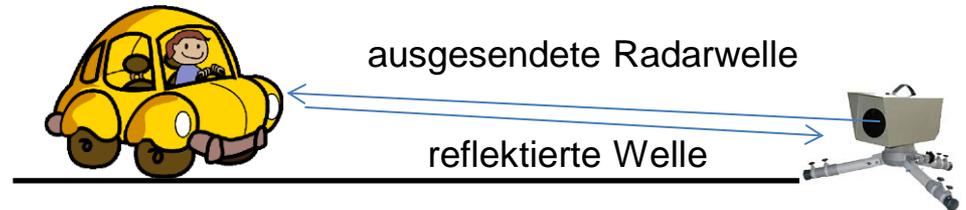


- zur Positionsbestimmung müssen mindestens 3 Satelliten empfangen werden.
- aus den Laufzeiten der synchronisierten Signalen wird die Position berechnet.

## Radar-Geschwindigkeitsmessung:

Zur Geschwindigkeitsmessung im Straßenverkehr werden verschiedene Verfahren genutzt.

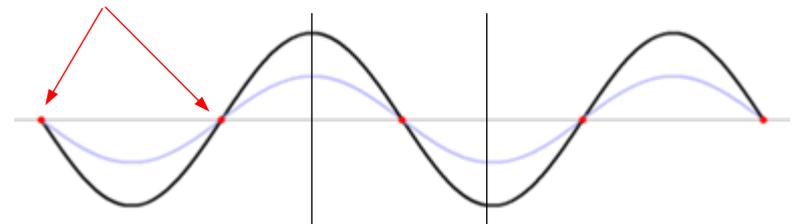
- Laufzeitmessung
- Doppler – Effekt
- **Interferenzmethode**



Die ausgesendete und reflektierte Welle überlagern sich.

Es kommt zur **Interferenz**.

Knoten (Auslöschungen)



Schwingungsbäuche (Verstärkungen)



Knoten und Bäuche besitzen einen räumlichen Abstand von  $\lambda/2$ .

# Antennenformen



Mittelwellensender



verschiedene  
Empfangsantennen