

# GPS beim Wandern

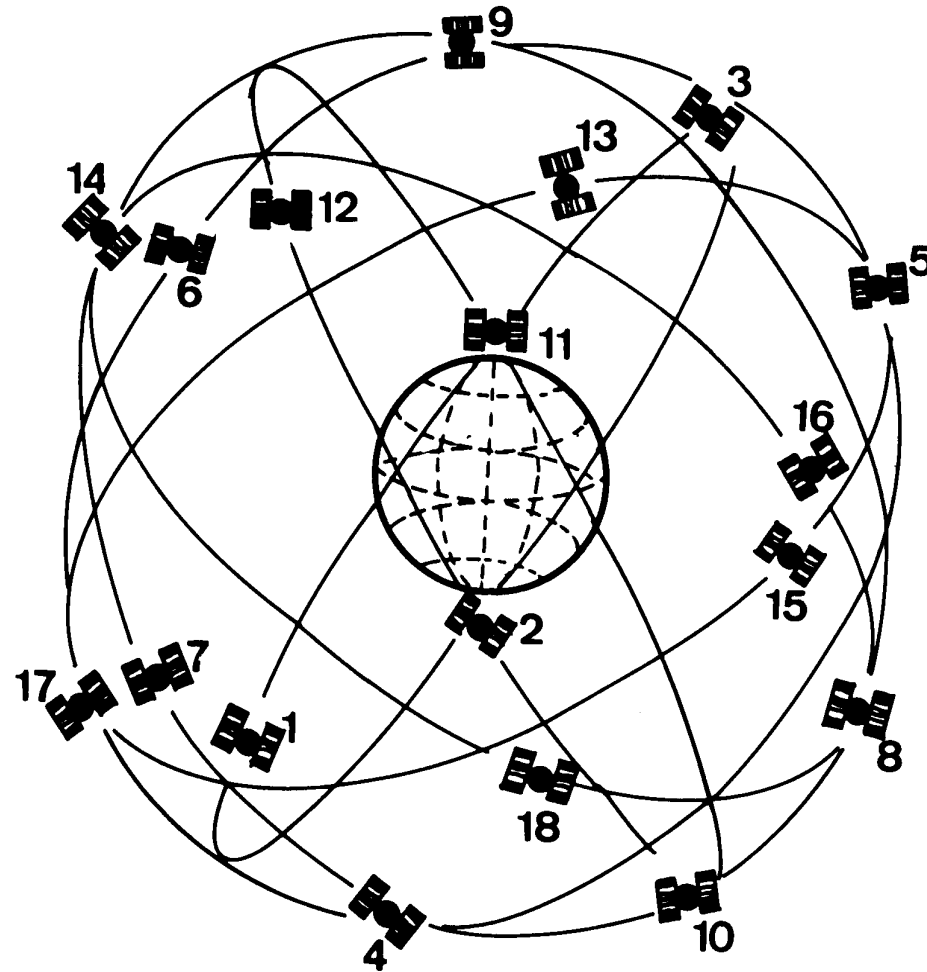
U. Heineke

Nutzung der Satellitennavigation und des  
Geographischen Informationssystems (GIS)  
anstelle von Karte und Kompass

# NAVSTAR/GPS

## Navigation System with Time and Range/ Global Positioning System

- Satellitengestütztes Radionavigationssystem,
- Betreiber: US-Army,
- erster Satellit: 1977
- Systementwicklung: 1979-1985
- Aufbauphase: 1985-1995
- **Aufgabe:** Echtzeitnavigation und Positionsbestimmung mit Hilfe von Einweg-Mikrowellen-Entfernungsmessungen zwischen den Satelliten und dem GPS-Empfänger



Das Global Positioning System im Endausbau

x

Hochwert



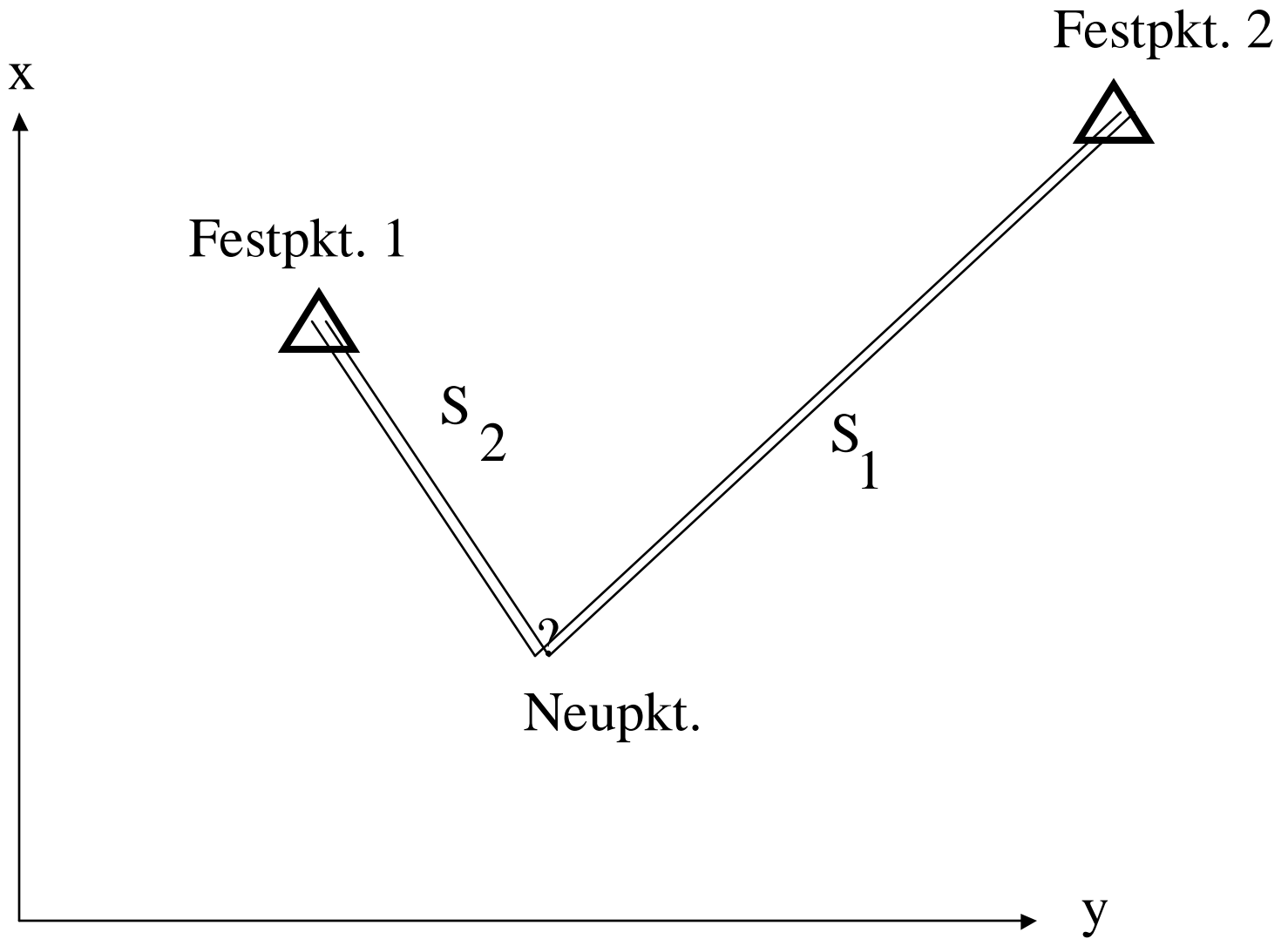
?



y

Rechtswert





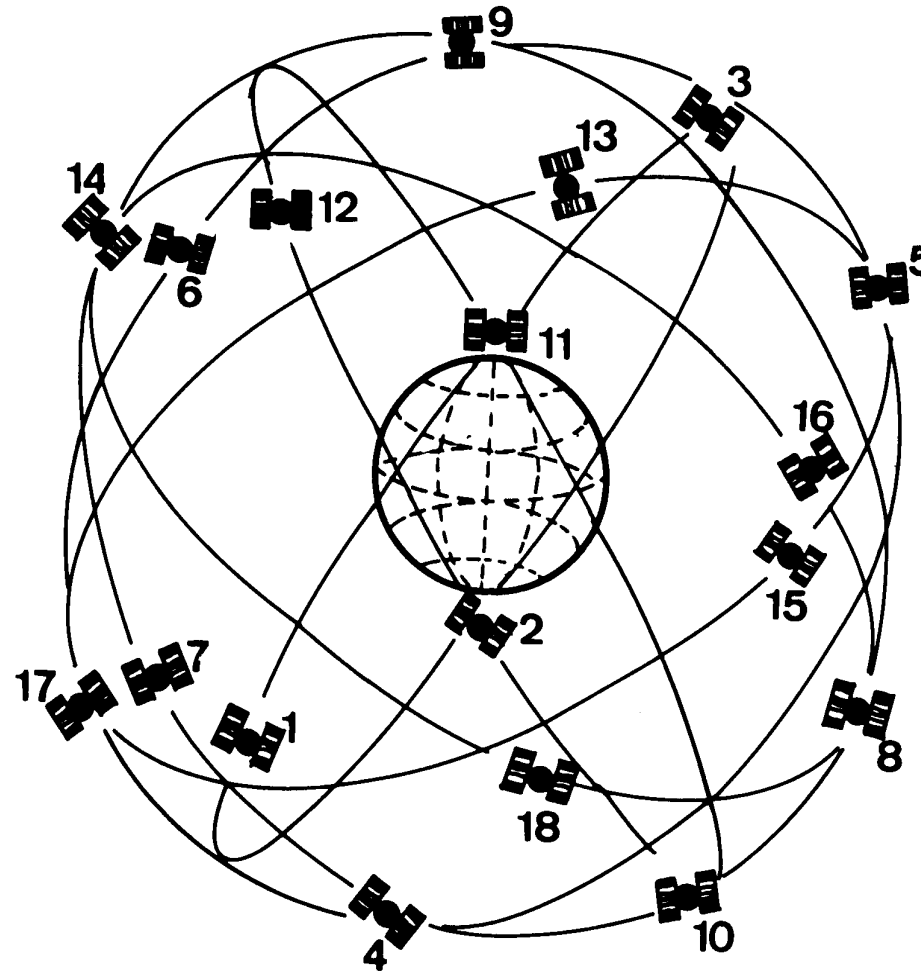
Gegeben: Koord.  $y$  u.  $x$   
der Festpunkte

Gesucht: Koord.  $y$  u.  $x$   
des Neupunktes ?

# NAVSTAR/GPS

## Navigation System with Time and Range/ Global Positioning System

- Satellitengestütztes Radionavigationssystem,
- Betreiber: US-Army,
- erster Satellit: 1977
- Systementwicklung: 1979-1985
- Aufbauphase: 1985-1995
- **Aufgabe:** Echtzeitnavigation und Positionsbestimmung mit Hilfe von Einweg-Mikrowellen-Entfernungsmessungen zwischen den Satelliten und dem GPS-Empfänger



Das Global Positioning System im Endausbau

# NAVSTAR/GPS

## Navigation System with Time and Range/ Global Positioning System

Grundkonzept: An jedem Punkt der Erde sind ständig 4 Satelliten oberhalb des Horizonts verfügbar

Sie dienen als koordinatenmäßig bekannte „Festpunkte“ für die Vermessung des Neupunktes „GPS-Antenne“.

Dieser wird durch Messung der Strecken zu den Satelliten bestimmt: räuml. Bogenschlag liefert Neupunkt.

Dazu wird der Aussendezeitpunkt im Satelliten mit dem Empfangszeitpunkt im Empfänger verglichen (Laufzeitmess.).

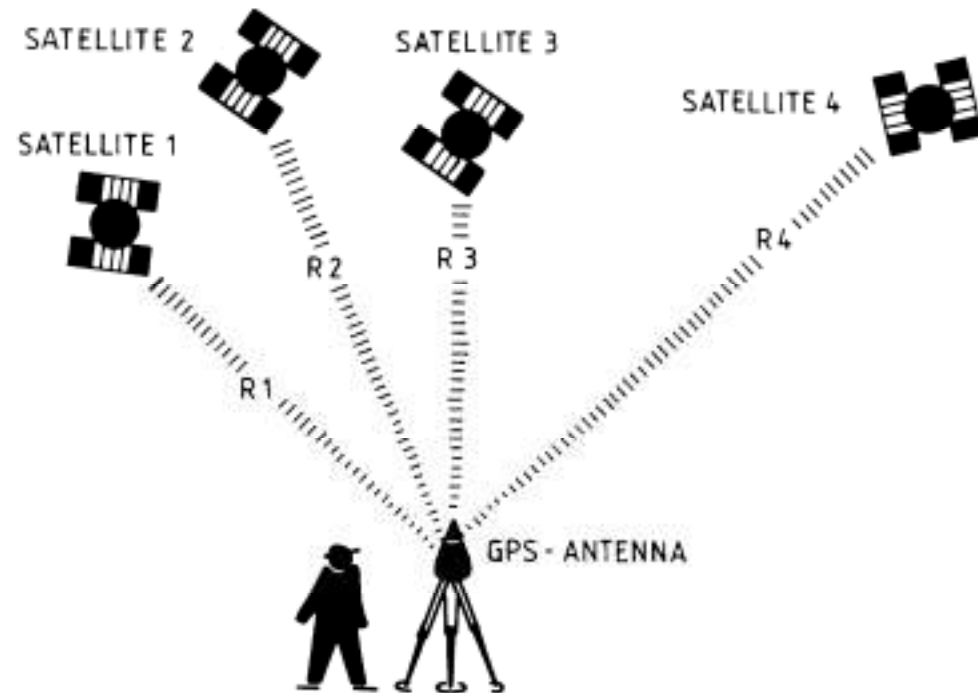


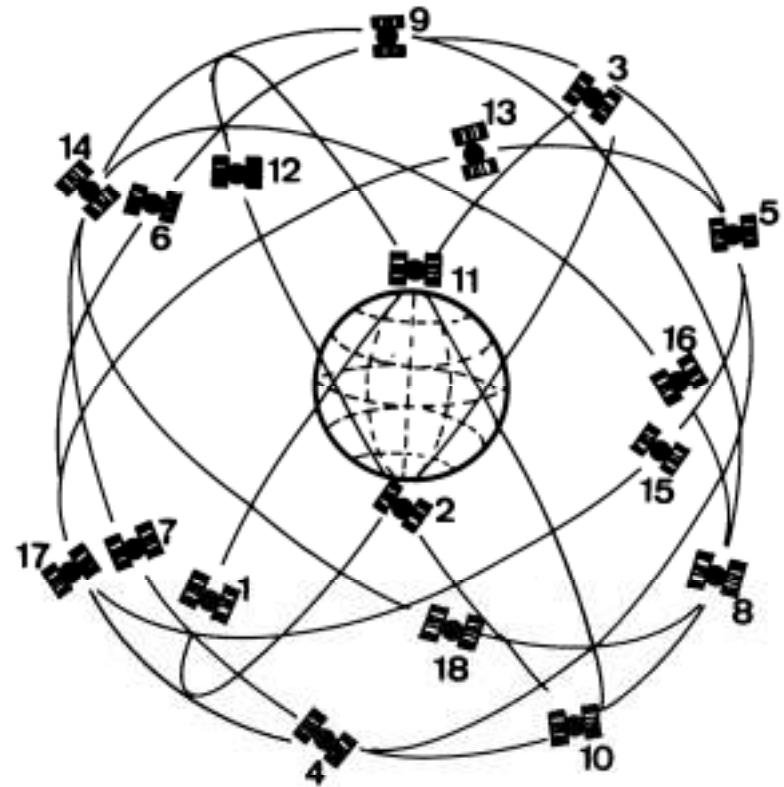
Abb. 7.2. Grundprinzip der Positionsbestimmung mit GPS

$$C = s / t$$

# NAVSTAR/GPS

## Navigation System with Time and Range/ Global Positioning System Raumsegment

- 21 Satelliten (+ 3 zusätzl. Reservesatelliten),
- 6 genähert kreisförmige Bahnen,
- Höhe: etwa 20200 km,
- Umlaufzeit: 12 Stunden,
- Lebensdauer der Sat.: ~10 Jahre,
- deswegen regelmäßiger Ersatz in Blöcken mit techn. Verbess.
- 4 Atomuhren je Satellit,
- 2 Trägerwellen:
  - L1:  $\lambda_1 = 19,0 \text{ cm}$
  - L2:  $\lambda_2 = 24,4 \text{ cm}$



Das Global Positioning System im Endausbau

geozentr. WGS 84

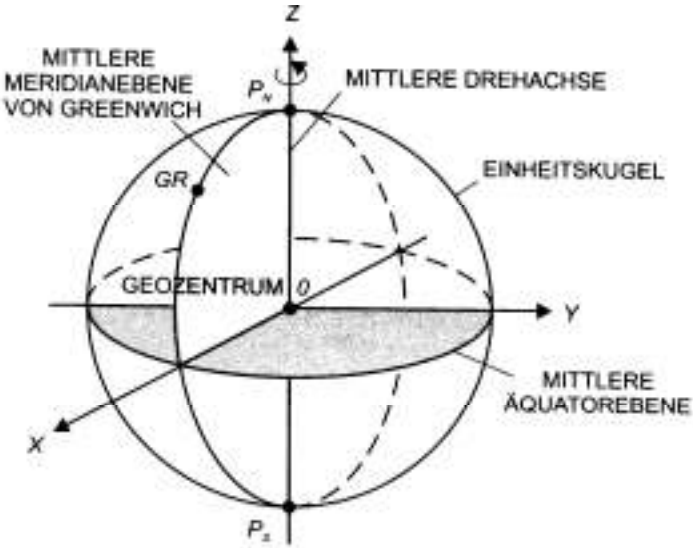
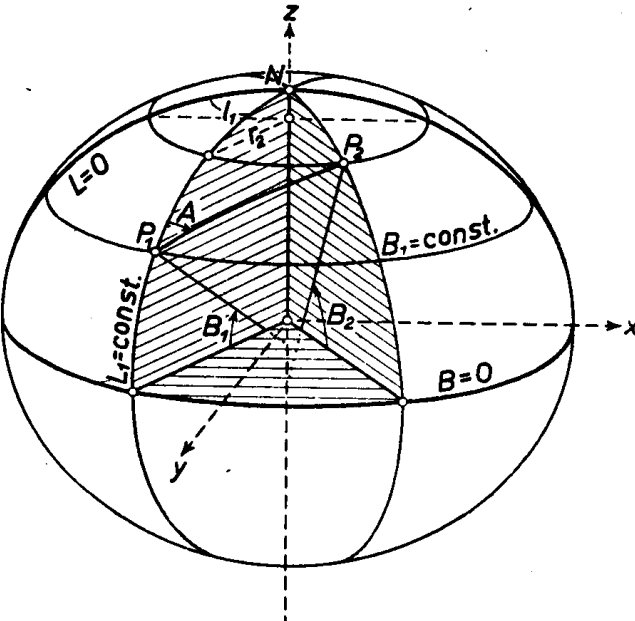
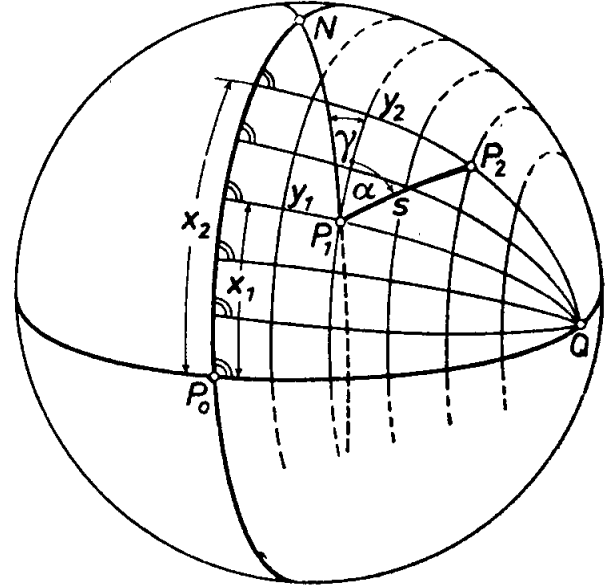


Abb. 2.7. Erdfestes geozentrisches kartesisches Koordinatensystem



Geograph. Oberflächenkoord.

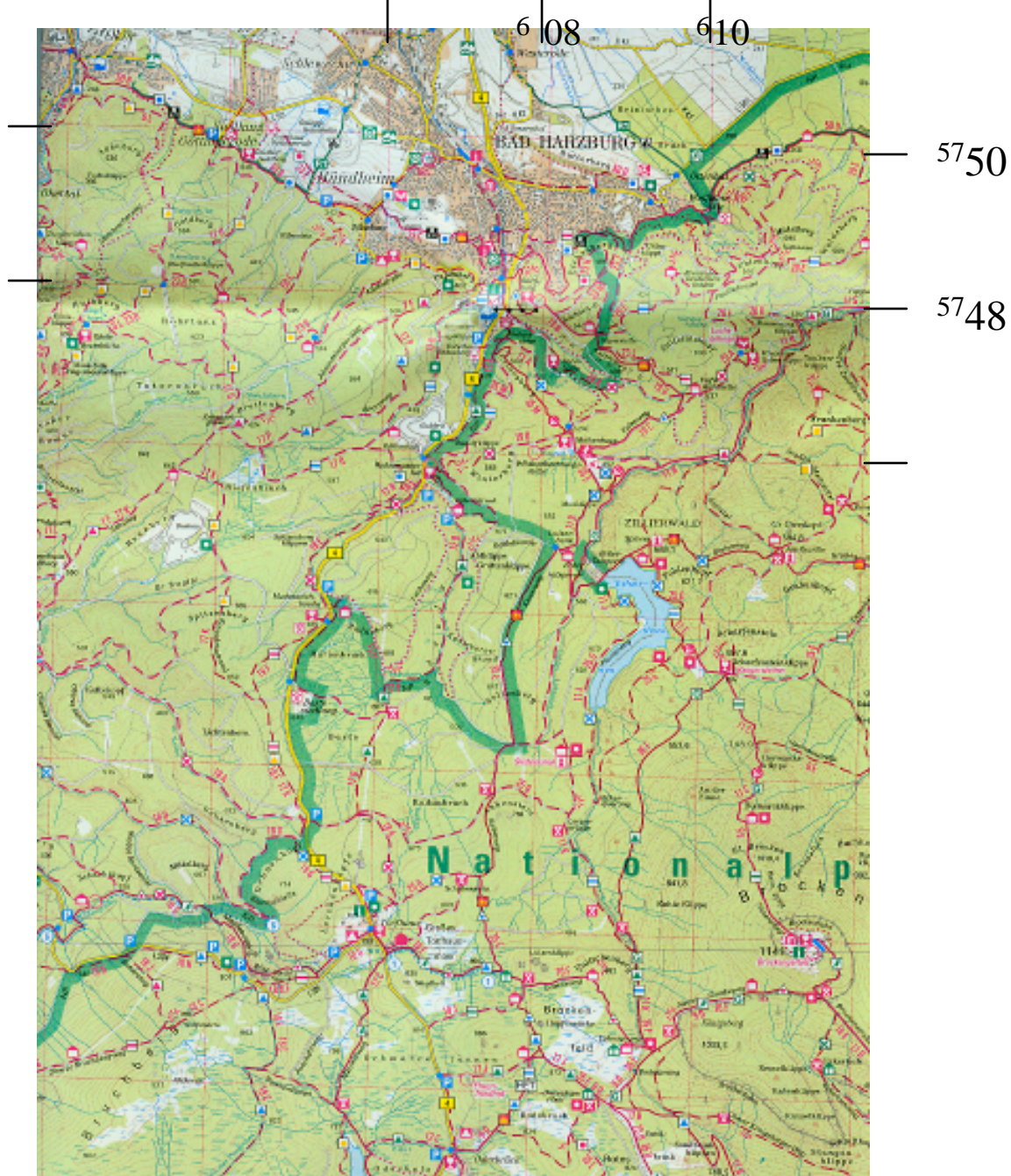


Rechtwinklige Oberflächenkoord.



**Km-Werte:**  
UTM-Koord.,  
GRS80-Ellipsoid  
= zukünftiges  
amtliches System  
(= WGS 84)

jetziges  
amtl. System:  
Gauß-Krüger-  
Koordinaten,  
Bessel-Ellipsoid

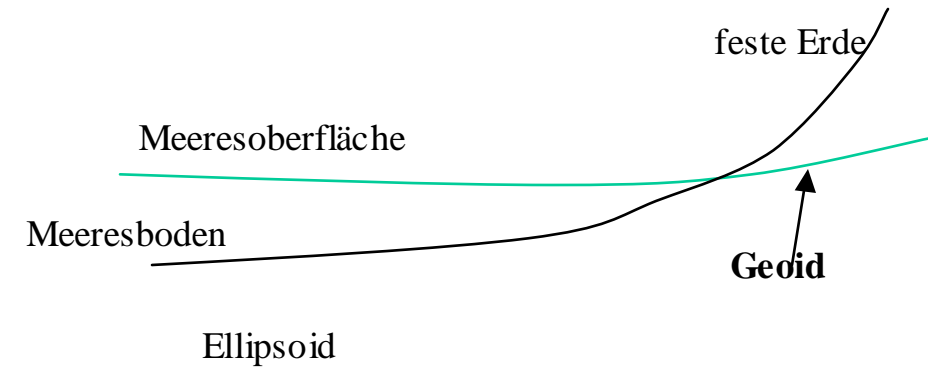


# Höhenkoordinate:

gebräuchlich: Höhe über Normal Null

( = Amsterdamer Pegel)

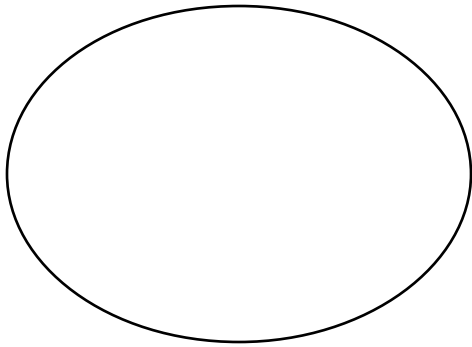
- GPS liefert ursprünglich: die Höhe über dem Ellipsoid,
- im Harz wären diese Werte etwa 44 - 45 m zu groß.
- Unsere Höhen beziehen sich auf die mittlere Meeresoberfläche aller Weltmeere in Ruhe: diese Figur ist kein Ellipsoid , man nennt sie Geoid.



- das Geoid weicht großräumig vom Ellipsoid um max.  $\pm 80\text{m}$  ab.



Ellipsoid:



Geoid:

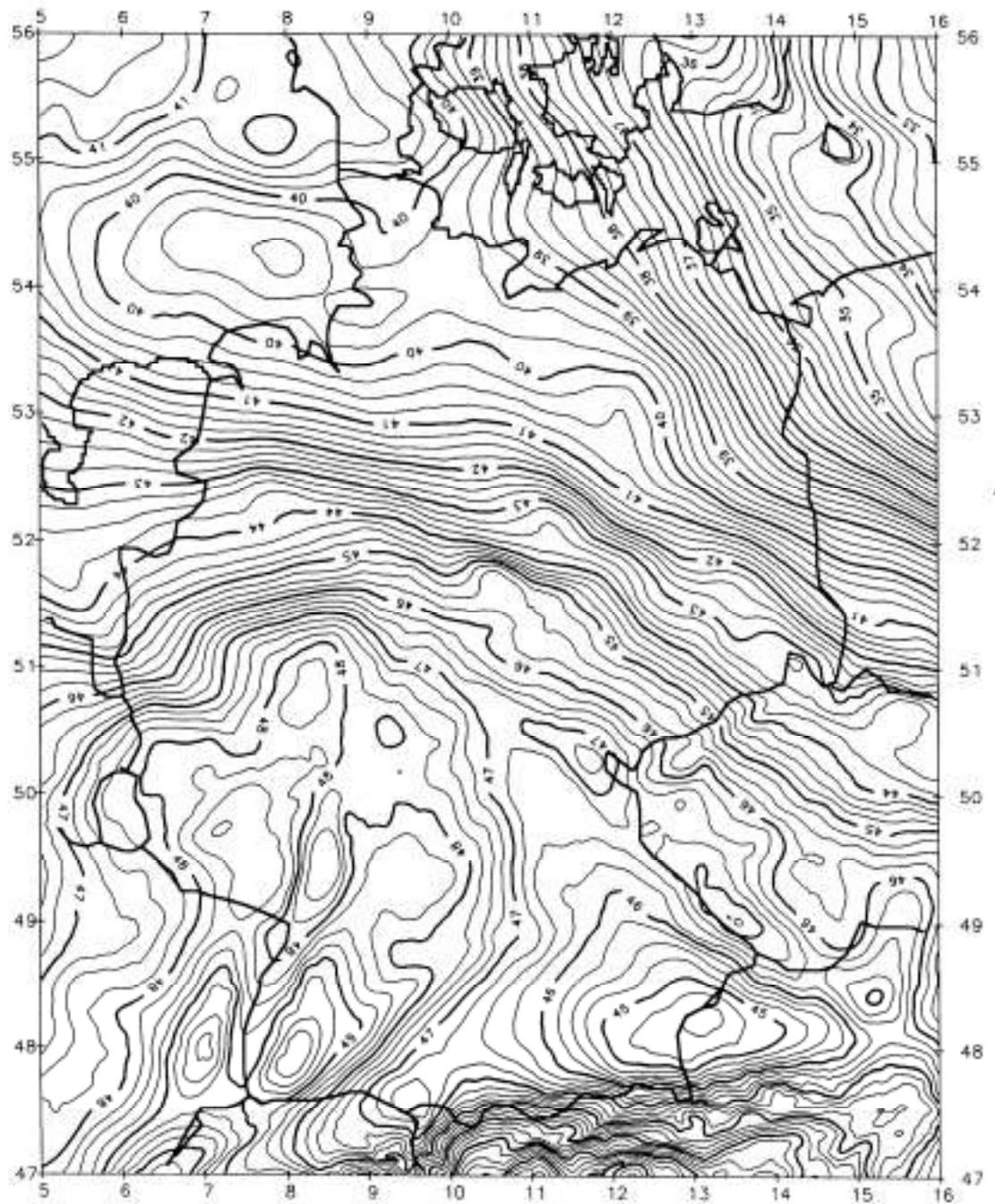
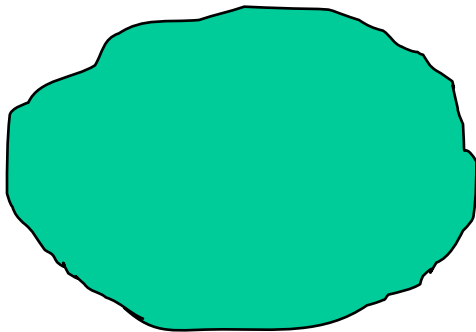


Abb. 2: Ausschnitt des gravimetrischen Quasigeoids EGG97 für Deutschland (GRS80 Referenzellipsoid, 0,25 m Iso-linienabstand)

# Fehlereinflüsse

- Satellitenkonstellation: räumliche Verteilung am Himmel
- Mehrwegeeffekte durch Reflexion an Stahlflächen (Autos)
- Abschattung unter Bäumen
- politische Krisen
  
- im Harz u.a. Gebirgen mit engen Tälern immer Geräte mit hochempfindlichen Empfängern wählen
- Genauigkeit der Positionsbestimmung in Echtzeit:
- $\pm 5 - 50$  m







- ✓ Jederzeit freier Blick auf GPS-Navigationsdaten
- ✓ Leichtes und wasserdichtes Armband-GPS:  
Perfekt für viele Sportarten
- ✓ 500 Wegpunkte und 20 umkehrbare Routen
- ✓ 10.000 Punkte Trackaufzeichnung
- ✓ Konfigurierbarer Tripcomputer zeigt  
Geschwindigkeit, Strecke, Position und vieles  
mehr an
- ✓ Racing-Timer: konfigurierbare Startsequenz,  
Singalton und große Anzeigeziffern
- ✓ PC-Schnittstelle
- ✓ 15 Stunden Batteriestandzeit mit zwei  
Microbatterien
- ✓ Abmessungen: 84 mm x 43 mm x 18 mm

Ø-GSCHW IN	ZEIT IN BEW
3.4 <sup>k</sup>	05:22
POSITION	
N 48°07.435'	
E 011°27.090'	

Tripcomputer.

TIMER	ZURÜCK 4:00
	VOR ZU 3:00
03:25	
STOPP	

Timeranzeige.

SCHATZ	ENTFERNUNG
	480 <sup>m</sup>
	GESCHWINDI
	3.5 <sup>k</sup>

Kompass Seite.



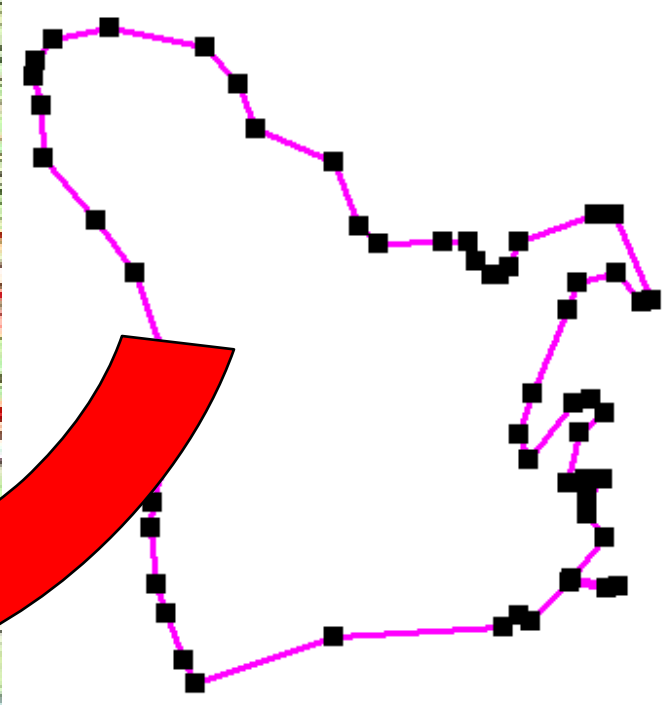
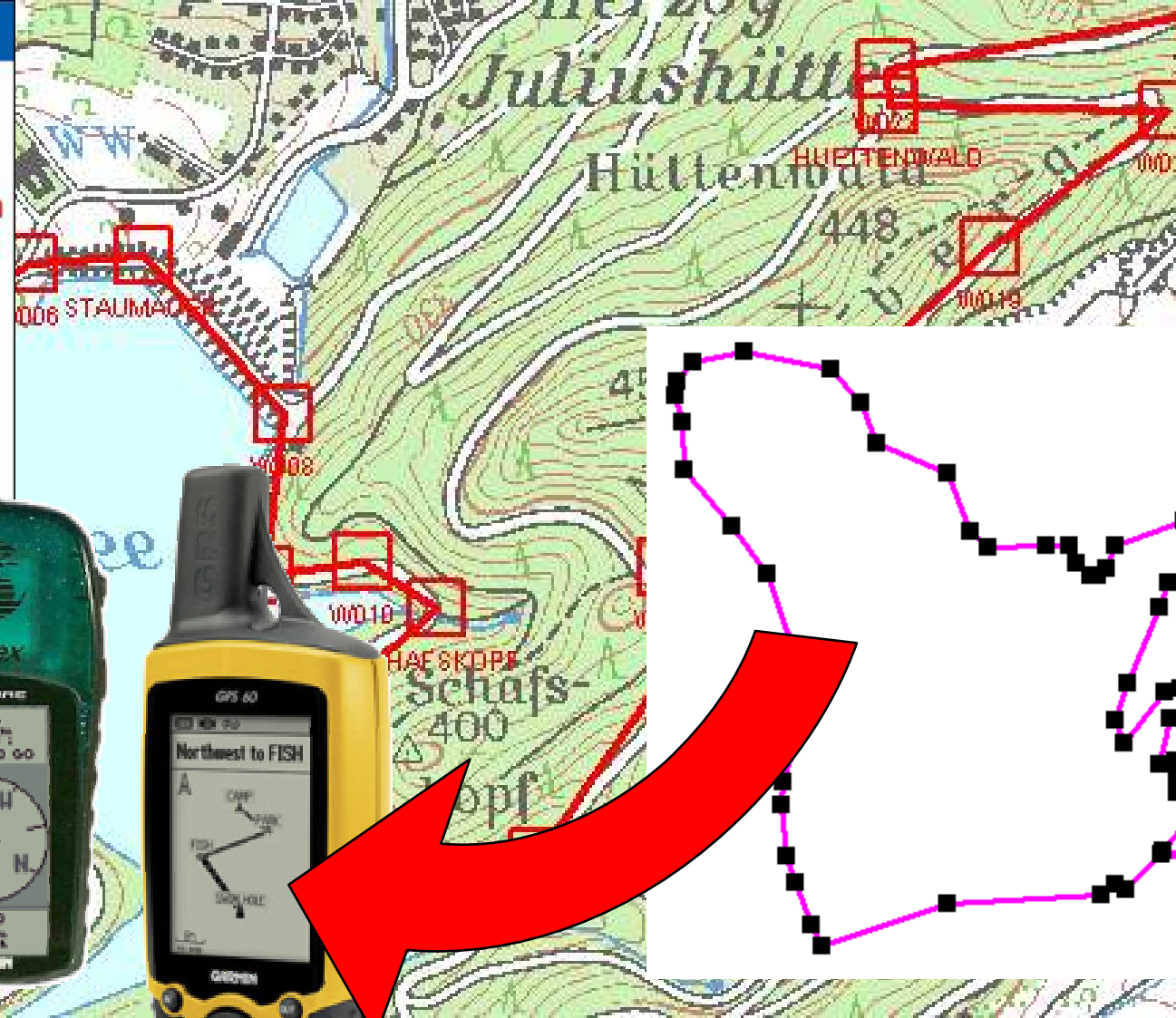
- ✓ 500 Wegpunkte und 20 Routen
- ✓ 10.000 Trackaufzeichnungspunkte
- ✓ Konfigurierbarer Tripcomputer zeigt Geschwindigkeit, Strecke, Position und vieles mehr an
- ✓ PC-Schnittstelle
- ✓ 12 Stunden Batteriestandzeit mit AAA Batterien
- ✓ Kompakt: 48 mm x 99 mm x 24 mm
- ✓ Nur 88 g leicht inklusive Batterien

**LGN**  
Landschaftsplanung  
Niedersachsen/Bremen  
ANTIKLE TOPOGRAPHISCHE KARTEN

top 50  
Version 4

GPS  
Karten neu erleben

... und interaktiv fliegen







- ✓ Empfangstarke Antenne
- ✓ TFT Farbdisplay mit 256 Farben, im Sonnenlicht ablesbar
- ✓ 500 Wegpunkte und 50 Routen
- ✓ 10.000 Trackaufzeichnungspunkte
- ✓ Europäische Basiskarte
- ✓ 24 MB integrierter Speicher
- ✓ Kompatibel zu allen Topo-Karten, BlueChart-Seekartografie und MetroGuide-Straßenkarten
- ✓ USB-Schnittstelle
- ✓ 14 Stunden Batteriestandzeit mit Mignonbatterien
- ✓ Abmessungen: 56 mm x 107 mm x 30 mm

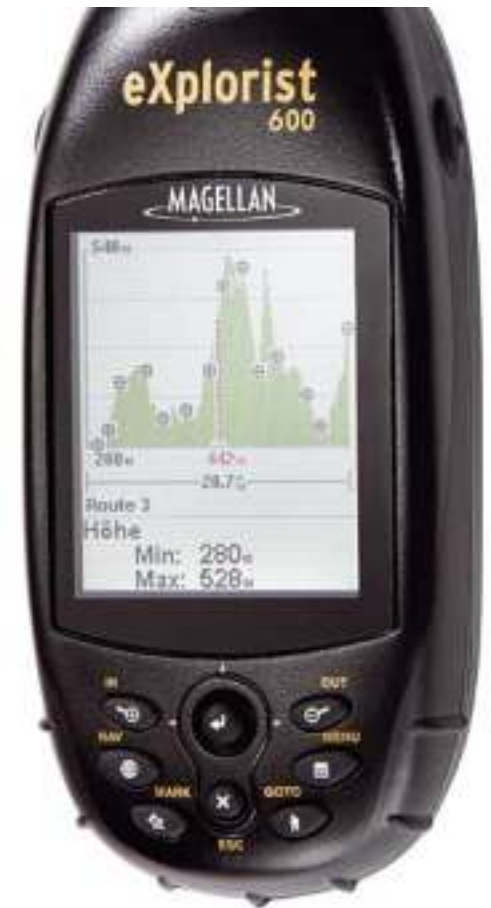
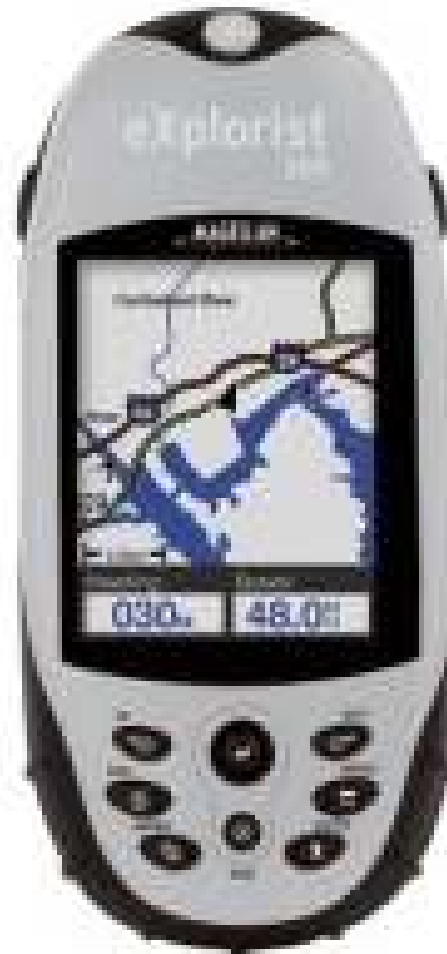


Topografische Karte.



Kompassanzeige.

## Magellan eXplorist GPS







# Autonavignationsgeräte - verwendbar für Fußgänger und Radfahrer:

- - wenn sie herausnehmbar, also transportabel sind,
- - wenn sie wasserdicht, zumindestens unempfindlich gegen Feuchtigkeit sind,
- - wenn sie genügend freien Speicherplatz haben, um zusätzliche digitalen Wanderkarten zu laden bzw. ob sie überhaupt Vorrichtungen haben, entsprechende Speicherkarten aufzunehmen.







Jederzeit selbst in unwegsamem Gelände eine präzise Standortanzeige dank GPS ...

# Globale Satelliten-Navigationssysteme (GNSS)

- Navigation :
  - Ortsbestimmung (Ortung) +
  - Bestimmung des aktuellen bzw. zukünftigen Kurses
- Vermessung :
  - Bestimmung der Koordinaten eines fest mit der Erde verbundenen Punktes
- vorhandene und (geplante) Systeme:
- NAVSTAR/GPS
- GLONASS
- (GALILEO)
- Beidou - China
- (Indien)



Neues Vermessungsverfahren:

# Satellit erleichtert das Handwerk

Gestern Tests am Dreieckigen Pfahl

BAD HARZBURG. Das Vermessungswesen stirbt nicht aus, solange Häuser und Verkehrswege gebaut und topographische Landkarten gezeichnet werden, so wissen die Fachleute. Ein neuartiges Verfahren zur exakten Bestimmung von Entfernungen, von Höhen und Tiefen aber könnten die konventionellen Methoden der Geodäsie — so heißt die Wissenschaft von der Erdvermessung — revolutionieren, wenn es sich bewährt: Standortbestimmung mit Hilfe von Satelliten.

Die niedersächsische Landesvermessung testete gestern morgen die erst seit wenigen Wochen in Deutschland erprobte Weltneuheit an einem exponierten Punkt, dem Dreieckigen Pfahl oberhalb vom Torfhaus.

Bis zum heutigen Tag richten sich die Landvermesser nach einem System, das in den Grundzügen schon im vergangenen Jahrhundert verwendet wurde. Die Sichtverbindung zwischen mehreren Aussichtspunkten wird umgemünzt in Verbindungslinien. Die Geodäten errechnen mit den bekannten trigonometrischen Formeln der Geometrie anhand der entstehenden Dreiecke Höhe und Entfernung der Markierungen aus.

Im Zuge der technischen Entwicklung setzte sich der Einsatz von Licht- und Schallwellen durch. Aus der Laufzeit des Signals für Hin- und Rückweg wurde unter Vorgabe der Geschwindigkeit die Streckenlänge bestimmt.

Nachteile des Verfahrens sind die Kosten und die beschränkte Genauigkeit. Der Bau von Sichtpunkten verschlingt viel Geld, atmosphärische Bedingungen beeinträchtigen die Treffsicherheit der Angaben. Beide Nach-



Erläuterung am Objekt: Dr. Heineke (links) informierte Mitarbeiter des Katasteramtes Goslar, wie Antenne (im Vordergrund) und Satellitenmessung funktionieren.  
Foto: Domgörgen

teile entfallen bei der Erdvermessung per Satellit. Wind und Wetter spielen keine Rolle mehr, transportable Geräte sparen Gelder ein.

Eine Antenne nimmt die von den Satelliten ausgesendeten Signale auf. Laufzeit des Signals, die Entfernung der Bodenstation zu den Satelliten sowie deren Umlaufbahn ergeben die Koordinaten der Bodenpunkte. Die kleinen Stationen kreisen in 20 000 Meter Höhe — ein Umweg über den Weltraum zur Bestimmung des Standortes auf der Erde.

Das Meßverfahren wurde im Zuge militärischer Forschungen in den USA entwickelt, die deutschen Tests sind noch ziviles Beiwerk. Wenn 1988 statt der derzeit sechs kreisenden Satelliten insgesamt 18 den Erdball umrunden, sollen ohnehin beide Seiten an der Neuerung teilhaben.

Drei Stunden lang speicherten gestern morgen Dr. Udo Heineke von der niedersächsischen Landesvermessung und Hans Werner Schenke vom Institut für Erdmessung der Universität Hannover die am Dreieckigen Pfahl empfangenen Signale auf kleinen Kassetten auf. Die Auswertung erfolgt in den nächsten Tagen. Schon während der Arbeiten vor Ort waren jedoch beide Fachleute sicher, daß die Daten ein äußerst genaues Bild ergeben.

Nur wenige Zentimeter Abweichung sind denkbar. Ist das im Testprogramm vorgesehene Stützpunktfeld von Festpunkten erst einmal erstellt, haben es die im Auftrag von Bauplanern tätigen Landvermesser später leichter. Dm

8.10.83



Zugeklappt: Nokias Hauptmenü mit übersichtlicher Struktur.

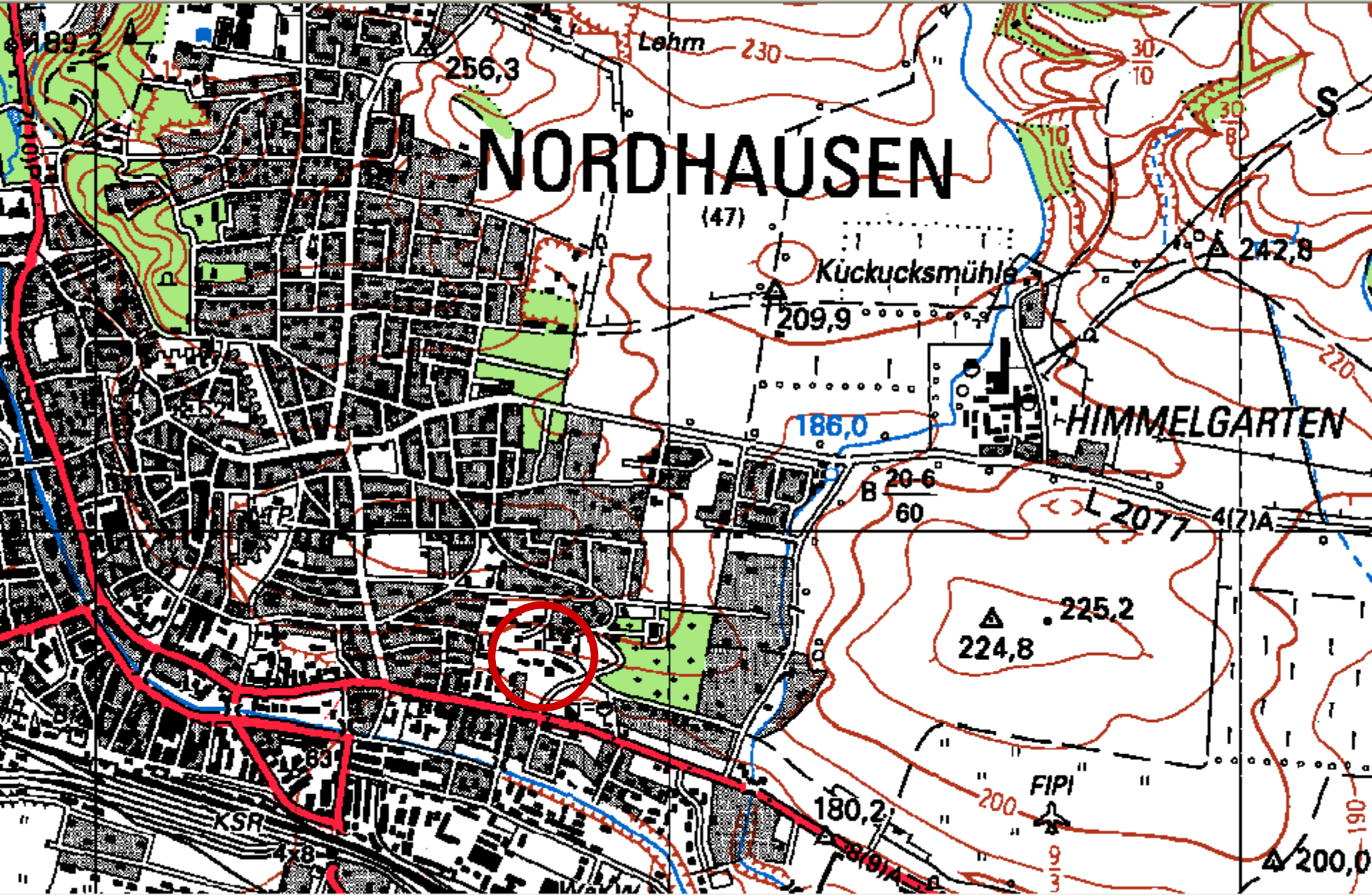
# Die digitale Wanderkarte - Nutzung eines GIS

GIS: **G**eographisches **I**nformationssystem

- Karte im Computer oder: digitale Karte, also
- Sammlung raumbezogener Daten (Geodaten) +  
Informationssystem = Auskunftssystem

d.h. man kann die Karte befragen: z.B.:

- Wie weit ist es von A nach B ?
- Was tritt an Steigung auf ?
- Wie weit ist es bis zur nächsten Bank ?
- Welche Sehenswürdigkeiten innerhalb von 1 km ?
- Zeige mir die FHS! Wie komme ich dorthin ?



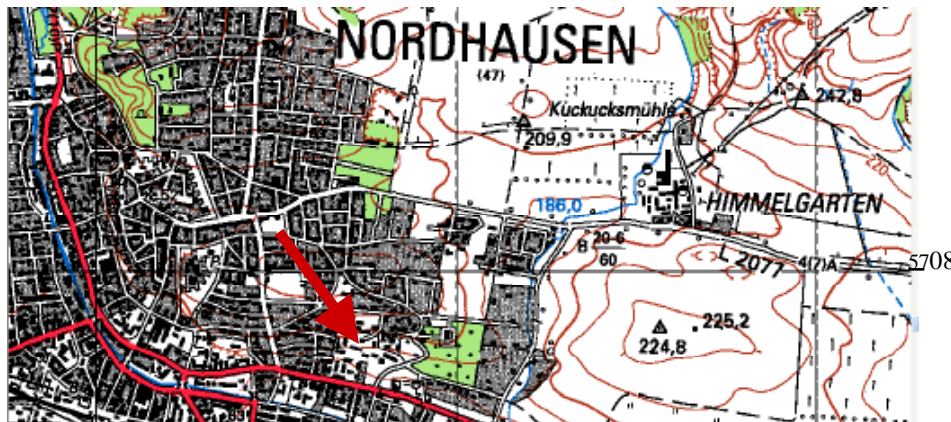
# Informationen, die man beim Wandern nutzt:

- die Wanderkarte selbst mit seinen Geodaten,
- ein beigelegtes Wegeverzeichnis,
- ein Reiseführer,
- Wegbeschreibungen anderer Personen vom Hörensagen,
- selbst angefertigte Aufzeichnungen und Skizzen,
- Bilder aus dem Gedächtnis,
- Fotos vom Gelände,
- Wetterdurchsagen im Radio



# Mögliche Funktionen in einem GIS:

- erfassen
- verändern
- strukturieren
- transformieren
- konstruieren
- archivieren
- verwalten, prüfen, sichern
- präsentieren
- analysieren
- gestalten
- vergleichen
- berechnen
- abfragen



# Die GIS-Technologie ist in vielen Branchen und Bereichen im Einsatz, weil .....

- der Mensch räumlich denkt,
- 80 % aller Informationen einen räumlichen Bezug haben,
- eine Karte, eine graphische Darstellung, besser als 1000 Tabellen ist.

Einsatz von GIS in: Naturschutz, Altlasten und Bodenschutz, Ver- u. Entsorgung, Land- und Forstwirtschaft, Versicherungswirtschaft, Geologie, Hydrologie u. Wasserwirtschaft, Bau- und Planungswesen, Telekommunikation, Routing u. Verkehrslogistik, Katastrophenschutz, Touristik, Stadtmarketing, Geomarketing u. Vertriebssteuerung, 3D-GIS u. Geländemodelle, Liegenschaftsverwaltung, facility management

# Vorteile der digitalen Karte:

## **Nutzer kann wählen:**

- Blattschnitt,
- Maßstab,
- Inhalt,
- Zeichenschlüssel

## **keine Probleme mit:**

- Altern, Vergilben,
- Verzerren, Verschmutzen

**problemloses Fortführen,  
durchgängiger Datenfluss  
= weniger Fehler!**

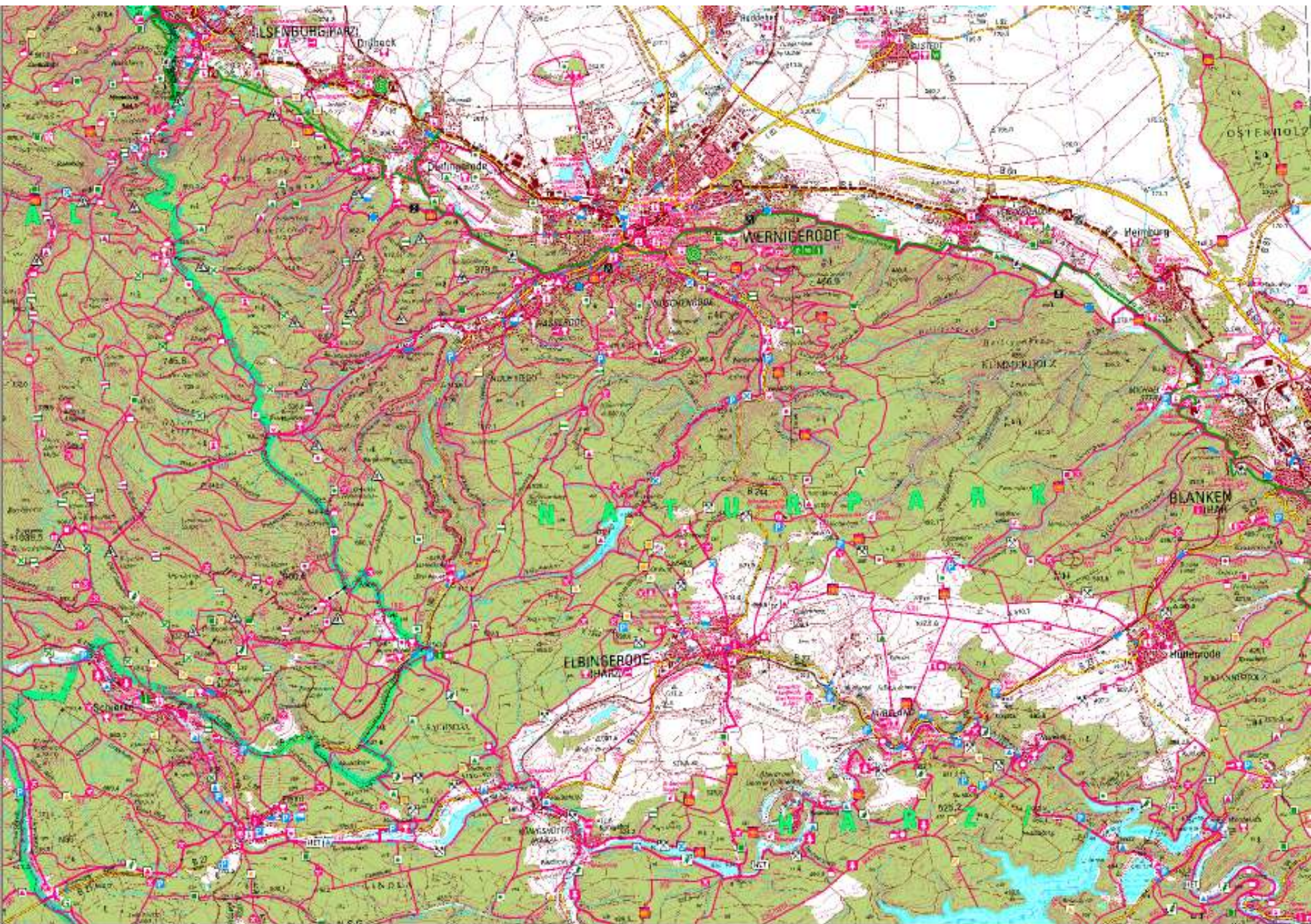




# Weitere Vorteile der GIS-Technologie

- Verknüpfbar mit anderen GIS:
  - z.B. die Wanderweg-Infos mit Straßendaten verknüpfen,
  - z.B. mit den Auskunftsdiensten der Hotels
- Das System ist offen:
  - zum Zeitpunkt der Konzipierung eines GIS sind noch nicht alle Themen und Nutzungen abzusehen:  
Ergänzungen jederzeit möglich (Karte ist nie voll)
  - z.B. weitere Fachschalen, d.h. weitere Funktionen:
    - Navigation
    - Tourismus Geomarketing
    - location based services (LBS) (Wo gibt es die nächste Pizza ?)







# Wie weit sind wir im Harz ?

Als Basisinformationssystem (Rasterdaten) digital vorhanden:

- Topographische Karte
- Harzwanderkarte

**Die Grundlagen für ein HARZ-GIS sind damit vorhanden !**

