

Mit GPS über den Acker



Satelliten weisen den Weg

GPS-Geräte und „Navis“ kennt und nutzt heute fast jeder. Sie werden im Straßen-, Flug- und Schiffsverkehr oder bei Wanderungen eingesetzt. Doch es dürfte viele überraschen, dass Agraringenieure Landmaschinen mit GPS entwickeln und bauen. Was macht ein Landwirt damit? Und was ist GPS überhaupt?

Sachinformation:

Moderne Kartografie

Grundlage aller Karten ist der Globus mit seinem Gradnetz als Koordinatensystem. Dank Längen- und Breitengraden und deren Untereinheiten Minuten und Sekunden ist jeder Punkt auf der Erde exakt benennbar. Im Computerzeitalter hat man angefangen, die Karten zu digitalisieren und zu den einzelnen Bereichen Informationen wie Bodenbeschaffenheit und Niederschläge (= Geoinformationen) zu speichern. Solche digitalen Karten und Datensätze bezeichnet man als Geografische Informationssysteme, kurz GIS.

Moderne Navigation

Seit Jahrtausenden blicken die Menschen zur Orientierung in den Himmel, seit wenigen Jahren helfen ihnen Satelliten und GPS-Geräte (Global Positioning System) dabei, ihre Standorte und Routen zu berechnen. Die satellitengestützten Navigationssysteme, sprich Navis, wie sie Autofahrer verwenden, arbeiten mit elektronisch gespeicherten Karten. Sie übernehmen die Orientierung für ihre Nutzer, indem sie deren Position bestimmen und auf Basis der abgespeicherten Kartendaten wie Straßenverläufen den Weg zu den Zielkoordinaten ableiten.

Kurzanleitung zum Lesen von Koordinaten und GPS-Daten am Beispiel

Kölner Dom: 50.941484° N 6.958198° O bzw. 50°56'29" N 6°57'30" O:

- auf Karten Angabe in Grad (°), Bogenminuten (') und -sekunden (")
→ GG°MM'SS"
- bei digitalen Karten Angabe als Dezimalwert von Grad → GG.gggggg°
- für Längengrade gehen die Zahlen ab dem Meridian gen Osten bis +180°, gen Westen bis -180°
- außerdem oft Höhe über NN, dem Meeresspiegel, angegeben

Lernziele und Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- erkennen die technisch faszinierende Arbeitsweise moderner Landtechnik und deren Vorteile für die Umwelt;
- verstehen die Arbeitsweise des GPS und von Geoinformationssystemen;
- lernen, sich in ihrer Umwelt zu orientieren;
- trainieren das systematische Erheben, Dokumentieren und Auswerten von Daten.

Fach: Erdkunde zu den Themen Navigation und Flächenkartierung, Orientierung im Raum (Wirtschaften in Großräumen unterschiedlicher Prägung)

Funktionsweise von satellitengestützter Positionsbestimmung

Um die Erde kreisen insgesamt 24 Satelliten auf sechs Umlaufbahnen. So sind an jedem Punkt der Erde mehrere Satelliten in Reichweite. Die Umlaufbahnen und -zeiten werden von Bodenstationen auf der Erde beobachtet, sodass die genauen Satellitenpositionen im All bekannt sind. Jeder Satellit besitzt eine sehr genaue Atomuhr und sendet stetig mit elektromagnetischen Wellen ein Zeitsignal in Lichtgeschwindigkeit Richtung Erde. In jedes GPS-Gerät ist ebenfalls eine Atomuhr eingebaut. Das Gerät misst, wie lange es dauert, bis das Zeitsignal eines Satelliten bei ihm auf der Erde ankommt und berechnet daraus die Entfernung. Für eine exakte Positionsbestimmung

misst und berechnet das GPS-Gerät die Entfernung zu mindestens drei Satelliten. Denn aus der Entfernung zu einem Satelliten ergibt sich statt einem Punkt nur eine Kreislinie von möglichen Positionen des Empfängers auf dem Globus. Die Kreise von drei und mehr Satelliten schneiden sich in nur einem Punkt: der Position des Objekts.

Befindet sich das Objekt im Gebirge, minimiert ein vierter Satellit höhenbedingte Fehler. Das Wetter beeinflusst den Empfang von Satellitensignalen nicht. Zu Ungenauigkeiten kommt es nur, wenn z.B. regennasse Baumkronen oder enge Schluchten die Signale ablenken. Überlastungen wie im Mobilfunknetz sind nicht möglich. Bei bewegten Objekten hängt die Genauigkeit davon ab, wie häufig die Position neu erfasst wird, besonders bei höherem Tempo.

GPS lenkt Traktoren

Landwirte müssen ihre Schlepper und Landmaschinen einen ganzen Tag lang optimal lenken und bedienen. Satelliten und raffinierte Steuerungssysteme helfen ihnen dabei. Der Bordcomputer des Fahrzeugs verarbeitet die Navigationsdaten des GPS, berücksichtigt die Maße der angehängten Geräte, reguliert das Getriebe und steuert mit ausgeklügelter Technik das Fahrzeug über das Feld.

Die Schlepper mit GPS-Geräten ziehen fehlerfrei ihre Bahnen, selbst bei Fahrgeschwindigkeiten von bis zu 20 km/h. Wie im Flugzeug greift der Pilot nur ein, wenn etwas Unerwartetes passiert. Somit hat er Zeit, seine vielen Instrumente und Anzeigen zu überwachen.

Viele GPS-Systeme nutzen einen geostationären Satelliten, der in Äquatornähe



Eine eigene Referenzstation steigert die Genauigkeit der Positionsberechnung.

kreist und Korrektursignale an die Landmaschine sendet. Damit arbeiten sie auf zehn Zentimeter genau. Es gibt auch Systeme, die eine Genauigkeit von bis zu zwei Zentimetern erreichen. Sie sind etwas teurer und besitzen eine eigene Referenzstation, die als Bezugspunkt am Feldrand aufgestellt wird.

GPS ermöglicht teilflächenspezifische Bewirtschaftung

Innerhalb eines Feldes variieren die Art und Struktur des Bodens, seine Feuchte und sein Nährstoffgehalt sowie die Art und Menge der Wildkräuter, der Schädlinge und Krankheitserreger. Dadurch schwankt der Ertrag der Teilflächen bei gleichmäßiger Bewirtschaftung erheblich. Für Landwirte sind die genauen Eigenschaften des Bodens und der Pflanzen auf ihrem Acker also sehr entscheidend.

GPS-basierte Technik erweitert die Mittel des Landwirts zur Untersuchung des Ackers enorm. Feine Sensoren an Feldmaschinen erheben viele nützliche Daten zu den Teilflächen. So können sie z.B. die elektrische Leitfähigkeit des Bodens und damit den Mineralgehalt erfassen. Über GPS ordnen die Geräte die gemessenen Daten automatisch einer Position zu. GIS-Software erstellt daraus sogenannte Applikationskarten der Ackerflächen, die den Zustand einzelner Bereiche darstellen.

Für spätere Feldarbeiten werden die Karten auf den Bordcomputer der jeweiligen Landmaschine übertragen. Während der Fahrt über das Feld erkennt die Maschine mit GPS ihre Position und kann diese berücksichtigen. Der Bordcomputer reguliert das angeschlossene Gerät mit einer exakten Steuerungstechnik gemäß den gespeicherten Eigenschaften der Feldbereiche. Ansätze für die Anpassung sind z.B. der Abstand des Saatguts, die Tiefe der Bodenauflockerung oder die Düngermenge.

GPS bringt Nachhaltigkeit durch Präzision

Die genaue Navigation auf dem Feld und die exakte Steuerung der Geräte durch weitere Technik sind ökonomisch wie ökologisch vorteilhaft. Die Landwirte nutzen die Breite der Geräte und die Betriebsmittel wie Saatgut, Kraftstoff, Dünger und Pflanzenschutzmittel optimal aus. Keine Feldstreifen werden ausgelassen oder doppelt bearbeitet, alle

Maßnahmen sind auch bei großen Feldern an die Bodenbedingungen und den Pflanzenbedarf angepasst. Diese Arbeitsweise ist als „Präzisionslandwirtschaft“ bekannt. Durch das Einsparen von Betriebsmitteln und die bedarfsgerechte Bodenbearbeitung und Pflanzenpflege werden die Umwelt und ihre Ressourcen effektiv geschont.

GPS, GIS sowie moderne Mess- und Steuerungstechnik lohnen sich besonders in Regionen mit großen Betrieben und Feldern über 150 Hektar, wie sie vor allem in Ost- und Norddeutschland vorherrschen, aber auch für Maschinenringe und Lohnunternehmen, die im Auftrag von Landwirten ihre Landmaschinen einsetzen. Bei kleinen Feldern ist es weiterhin sinnvoller, mit Durchschnittswerten aus Stichproben und einer angepassten Einstellung des Gerätes zu arbeiten.

Methodisch-didaktische Anregungen:

Ein Globus und ein „Navi“ auf dem Pult kündigen das neue Thema an. Das Koordinatennetz sollte kurz wiederholt werden. Welche Erfahrungen haben die SchülerInnen bereits mit GPS-Geräten gemacht? Welche Einsatzbereiche kennen sie? Der Film des VDMA (siehe Links) zeigt ihnen den Einsatz in der Landwirtschaft.

Der Modellversuch von **Arbeitsblatt 1** verdeutlicht, warum mindestens drei Satelliten für die Bestimmung nötig sind.

Arbeitsblatt 2 leitet die Klasse dabei an, ein GIS über ihre eigene Umgebung aufzubauen. Nach einer Textarbeit zu den Umweltaspekten des Films vollziehen die SchülerInnen spielerisch nach, wie man Informationen zu Teilen eines Feldes mittels Koordinaten hinterlegt und später für die Bearbeitung wiederfindet. Optimalerweise stehen der Klasse dazu GPS-Geräte oder Handys mit GPS zur Verfügung. Normale, zivile GPS-Empfänger arbeiten jedoch meist nur auf wenige Meter genau.

Links:

- ➔ Film „Erntehelfer aus dem All“ (7 Min.) des VDMA Landtechnik e.V. unter www.vdma-webbox.tv/deutsch/filmdatenbank/erntehelfer-aus-dem-all-hightech-in-der-landwirtschaft.html
- ➔ Kurzfilm „Wie funktioniert ein GPS?“ der ARD unter www.planet-schule.de → Suche „GPS“
- ➔ Unterrichtsprojekt „GPS-Navigation im Nahraum zur Herstellung von Google Maps“ unter www.schule-interaktiv.de → aus der Praxis → Suche „GPS“
- ➔ weitere Unterrichtsideen zu GPS unter www.gps.medienecken.de und zu GIS und Geodaten unter www.webgis-schule.de
- ➔ gutes Infoportal über GPS unter www.kowoma.de/gps
- ➔ Programm zum Finden und Umrechnen von Koordinaten unter www.tedesca.net/geocode
- ➔ mehr Infos über das Arbeitsfeld Landtechnik unter www.karriere-im-maschinenbau.org/Landtechnik

Mit GPS über den Acker

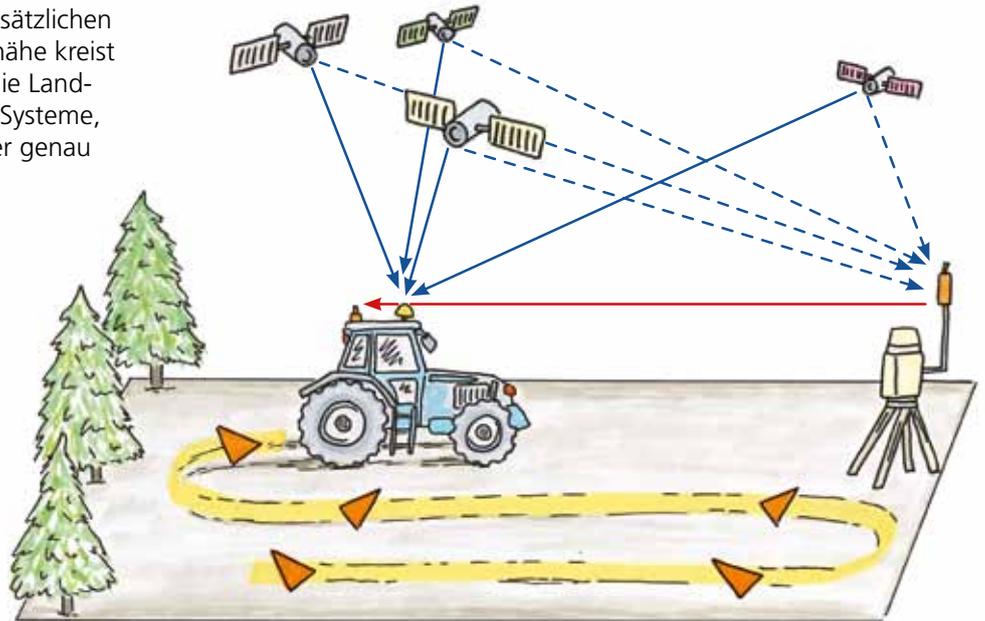
Aufgabe:

Lies den Text und beschrifte die Pfeile und Symbole in der zugehörigen Illustration.

Jeder Satellit besitzt eine sehr genaue Uhr und sendet stetig mit elektromagnetischen Wellen ein Zeitsignal in Lichtgeschwindigkeit (300.000 km/s) Richtung Erde. In das GPS-Gerät am Schlepper ist ebenfalls eine solche Atomuhr eingebaut. Der Empfänger misst, wie lange es dauert, bis das Zeitsignal eines Satelliten bei ihm ankommt, und berechnet daraus die Entfernung. Da die Satellitenpositionen im All bekannt sind, kann das GPS-Gerät mit den Signalen mehrerer Satelliten seine Position berechnen.

Für eine höhere Genauigkeit nutzen manche Systeme einen zusätzlichen Satelliten, der in Äquatornähe kreist und Korrektursignale an die Landmaschine sendet. Teurere Systeme, die bis auf zwei Zentimeter genau sind, besitzen eine eigene Referenzstation, die am Feldrand als Bezugspunkt aufgestellt wird.

Kennt der Bordcomputer die Koordinaten der geplanten Strecke, kann er den Schlepper mit einem Steuerungssystem sicher und fehlerfrei zum Ziel lenken.



Versuch zur Positionsbestimmung

Testet mit dem folgenden Versuch, warum GPS-Empfänger zur Bestimmung ihrer Position mehrere Satelliten benötigen.

Material:

1 großes Blatt Papier, buntes Garn, 1 Spielfigur, Klebestreifen; mindestens 3 Sets aus je 1 Laborstativ mit Stange, 1 Wäscheklammer und 1 farbigen Stift

Durchführung:

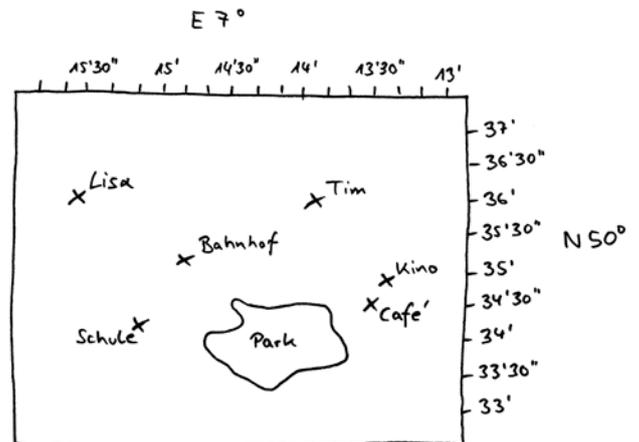
1. Legt das Blatt auf den Tisch und stellt die drei oder mehr Stative nach Belieben um das Blatt.
2. Befestigt an jedem Stativ auf etwa gleicher Höhe eine Wäscheklammer als Satellit.
3. Stellt die Spielzeugfigur an eine beliebige Stelle auf dem Blatt.
4. Bindet an die Figur pro aufgebautem Satelliten einen langen Faden. Haltet die Figur fest und klemmt das andere Ende des Garns jeweils an einen Satelliten, sodass alle drei Schnüre gespannt sind. Die Längen der Fäden symbolisieren die Wege der Signale.
5. Markiert die Fäden am Knoten sowie den Standpunkt auf dem Papier. Bindet die Figur los. Klebt nun an jeden Faden einen Stift fest. Die Knotenmarkierungen sollten jeweils nah an der Stiftspitze sitzen und die Fadenlänge nicht verändern.
6. Zieht mit jedem Stift wie mit einem Zirkel einen Kreis auf dem Papier. Findet ihr die Position der Figur wieder?

Nach wie vielen Kreisen ergibt sich ein einziger Schnittpunkt aller Kreise? 3

Jede Position hat ihren Namen

Aufgabe 1:

- a) Bestimme im Internet mit dem Programm auf www.tedesca.net (→ Geokoordinaten finden) anhand der Adressen die Position deiner Schule, deines Zuhauses, des Sportplatzes und anderer Plätze in deiner Umgebung. Notiere die Angaben in der Schreibweise mit Grad, Minuten und Sekunden sowie in der Dezimalschreibweise mit mindestens sechs Dezimalstellen. Schreibe in deine Liste auch zu jeder Koordinate, ob du dort besonders gerne oder nur ungern bist.
- b) Zeichnet in der Klasse auf einem Poster ein Raster von Bogensekunden und tragt die Orte aus euren Listen ein. Orte, an denen mehr als zehn Schüler gerne sind, bekommen einen grünen Punkt, besonders unbeliebte einen roten, und andere häufig genannte Orte einen blauen Punkt.



So bekommt ihr eure eigene GIS-Karte mit sogenannten Geo-Informationen. Mit dieser könnt ihr euren nächsten Ausflug zu beliebten Plätzen planen.

Aufgabe 2:

Landwirte erstellen GIS-Karten, um ihre Routen auf den Feldern zu planen und den Bearbeitungsbedarf einzelner Bereiche der Ackerflächen darzustellen. Der Film „Erntehelfer aus dem All“ erwähnt mehrfach, dass die genaue Navigation auf dem Feld und die exakte Steuerung der angekoppelten Geräte durch weitere Technik ökonomisch wie ökologisch vorteilhaft sind.

- a) Schau dir den Film erneut an und sammle dabei Stichwörter und Gründe zu dieser Aussage.
- b) Fasse deine Notizen in wenigen Sätzen zusammen.

Spielidee mit GPS-Geräten

Material:

kleine Papierzettel und Stifte gemäß der Anzahl der Schüler, je Gruppe 1 GPS-Handgerät mit Kompass

Durchführung:

- Bestimmt die Himmelsrichtungen mittels Kompass. Zeichnet als Hilfe in die Mitte des Platzes eine große Kompassrose mit Straßenkreide auf den Boden.
- Lauft in Gruppen mit je einem GPS-Gerät über den Platz. Notiert auf jedem Zettel jeweils die Koordinaten einer beliebigen Position auf dem Platz und eine kleine Aufgabe, z.B. „Klatsche drei Mal“.
- Mischt die Koordinaten-Zettel aller Gruppen. Zieht dann für jeden Spieler einen Zettel und be-geht euch mit der Gruppe auf die Suche nach den beschriebenen Positionen.
- Jeder Spieler bleibt auf seiner gefundenen Position stehen, bis alle ihren Platz gefunden haben.
- Nun schreitet der Spielleiter die einzelnen Positionen der Reihe nach ab. Wenn er bei euch vorbeikommt, erfüllt ihr eure Aufgabe.