



DFS Deutsche Flugsicherung

FLIEGEN

Lerneinheiten für den Fachunterricht
in der Oberstufe

Geographie

- Flugbewegungen
- Flugrouten und Flugzeit
- Zeit und Zeitzonen
- Navigation





Der Traum vom Fliegen

Auf der imaginären Rangliste der Menschheitsträume steht er ganz weit oben: der Traum vom Fliegen. Seit der Antike ranken sich Sagen und Märchen darum, den scheinbar endlosen Luftraum über uns zu beherrschen und selbst heute, wo Flugreisen längst zum Alltag gehören, hat das Fliegen nichts von seiner Faszination eingebüßt.

Mit dieser Handreichung möchten wir Schulen und speziell Sie als Lehrerinnen und Lehrer mit geeigneten Materialien für den Unterricht unterstützen.

In Zusammenarbeit mit Pädagogen haben wir daher rund um das Thema Fliegen Unterrichtsmaterialien für Sie zusammengestellt, alters- und lehrplangerecht und im besten Sinn fächerübergreifend.

Wir, das sind die DFS Deutsche Flugsicherung GmbH als großer deutscher Arbeitgeber im Bereich der Luftfahrt und Klett MINT als Teil des größten deutschen Bildungsunternehmens, das sich vor allem der Förderung der Disziplinen Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik in Schule, Studium und Beruf verschrieben hat.

Erläuterungen zum Einsatz im Unterricht

Die vorliegende Einheit ist eine Auskoppelung zum Thema Geographie aus der Reihe „Fliegen – Lerneinheiten für den Fachunterricht in der Oberstufe“. Sie vermittelt Lehrkräften als Stoffsammlung die wesentlichen Grundlagen im Umfeld des Fliegens, um ein Projekt oder Projekttag zu organisieren. Aber nicht nur für das Fach Geographie werden Sie viele Anregungen für den Unterricht finden – das Besondere an diesen Materialien ist der fächerübergreifende Aspekt. Hier finden Sie motivierende Ideen und Hintergrundwissen zu ganz unterschiedlichen Themen.

Bei der Konzeption wurde Wert auf wissens- und handlungsorientierte Ansätze gelegt. Dabei ist selbstständiges, aktives und vor allem fächerübergreifendes Lernen ganz wesentlich. Der Inhalt wurde so konzipiert, dass Alltagserfahrungen und Interessen der Schülerinnen und Schüler einbezogen und sie zur aktiven Auseinandersetzung mit dem Schulstoff, den Naturgesetzen und mit ihrer Umwelt herausgefordert werden.

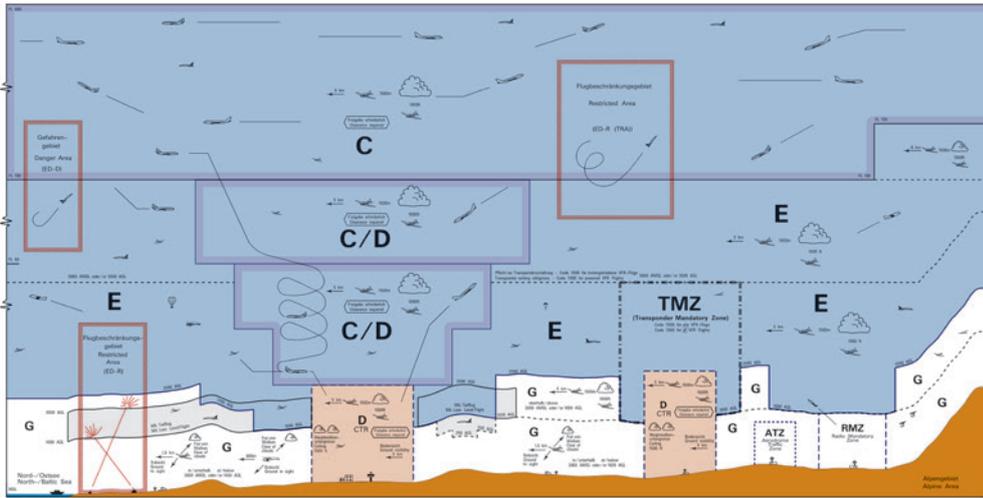
Die einzelnen Teile der Handreichung können als Kopiervorlagen für den Unterricht verwendet werden. Am Ende steht eine ganze Seite mit Aufgaben – und selbstverständlich eine separate ausführliche Lösungsseite.



Flugbewegungen

Flugbewegungen im Luftraum sind gesetzlich geregelt: So sind unsichtbare horizontale und vertikale Grenzen definiert, die ein Pilot genau einhalten muss. Während kleine Sport- und Geschäftsreiseflugzeuge im unkontrollierten Luftraum G bis max. 2.500 ft über Grund selbstständig ohne Kontrolle durch die deutsche Flugsicherung fliegen dürfen, werden Verkehrsflugzeuge von der DFS und Eurocontrol (Maastricht) geführt.

ft = Fuß; 1 ft = 30,48 cm



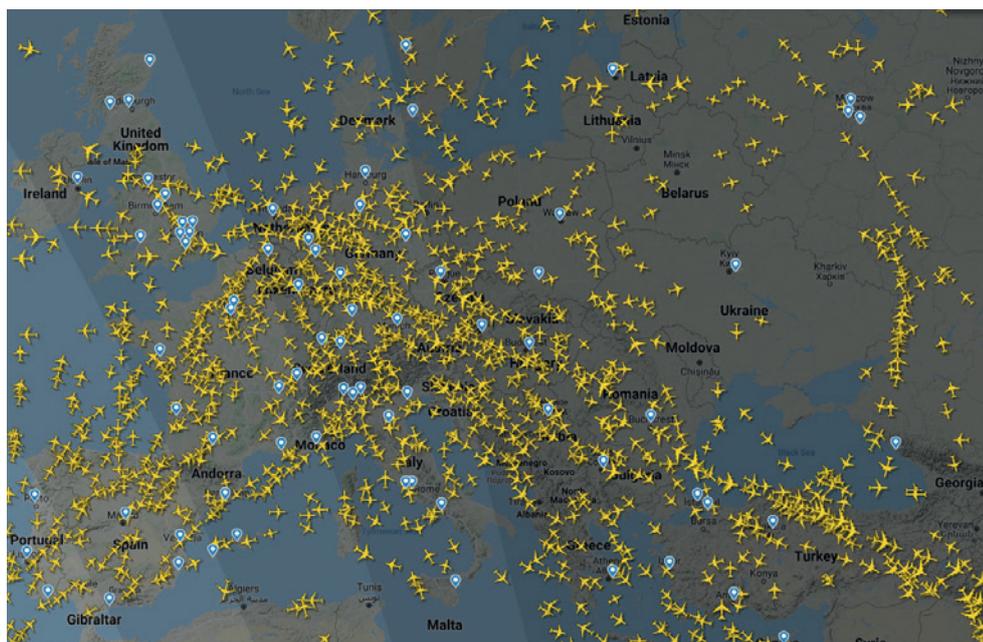
Luftraumstruktur

Nach der Freigabe zum Anlassen der Triebwerke teilen die Fluglotsinnen und -lotsen im Tower eines Flughafens dem Piloten die zu benutzende Startbahn in Abhängigkeit von der Windrichtung mit. Nach dem Start wird das Flugzeug von den Fluglotsen der An- und Abflugkontrolle zur gewünschten Luftstraße geleitet, wo die Lotsen der dann zuständigen Bezirkskontrolle übernehmen.

// Aktuelle Flugbewegungen „live und online“ findet man unter www.flightradar24.com



// Ausführliche Informationen hierzu enthält das Kapitel „Flugverkehr“ aus der gleichen Reihe. https://mint-zirkel.de/wp-content/uploads/2021/04/fliegen_kap4_flugverkehr.pdf



Flugverkehr über Europa (Momentaufnahme von flightradar24)

// Der Ablauf des Sprechfunks vom Start eines Flugzeuges bis zur Landung lässt sich in diesem DFS-Video nachvollziehen: www.youtube.com/watch?v=bYu8azwIoI&t=2s

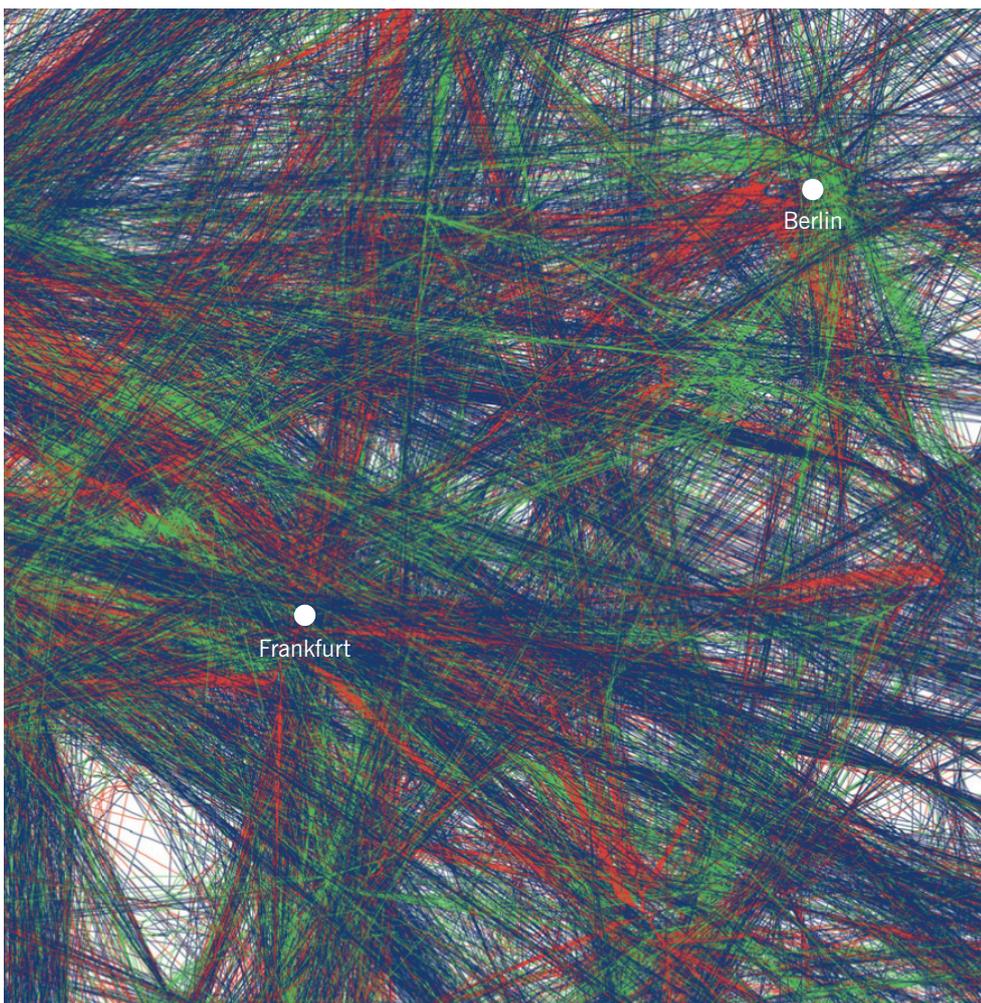




Um die Bevölkerung im Bereich von Flughäfen vor Lärm zu schützen, sind spezielle Routen vorgeschrieben, die häufig einen längeren geraden Anflug oder Abflug nicht ermöglichen. Die heftigen politischen Diskussionen bei der Definition der An- und Abflugrouten im Bereich der Flughäfen Berlin-Brandenburg, Frankfurt oder Stuttgart zeigen, wie groß die Auswirkungen der Festlegung von Flugrouten in Flughafennähe sind.

// Ausführliche Informationen hierzu findet man im Internet mithilfe der Stichworte „neue Flugroute“ + Name der Stadt oder z. B. unter:

- www.swr.de/swraktuell/baden-wuerttemberg/stuttgart/aufschub-im-flugroutenstreit-100.html
- www.swr.de/swraktuell/rheinland-pfalz/mainz/bringt-neues-anflugverfahren-fluglaerm-entlastung-fuer-mainz-100.html



Flugbewegungen eines Tages über Deutschland

// Das DFS zeigt unter https://stanlytrack3.dfs.de/st3/STANLY_Track3.html zeitnahe Flugrouten der An- und Abflüge.



// Die beeindruckende Visualisierung der Flugspuren eines Tages zeigt das DFS-Video: www.youtube.com/watch?v=mS-CTkaPCZU





Flugrouten

Die „Luftstraßen“ sind in Wirklichkeit definierte Linien über GPS-Koordinaten, auf denen die Verkehrsflugzeuge, von den Fluglotsen kontrolliert, im Minimalabstand von 9 km aneinander vorbei fliegen.

Der etwas eigenartige Begriff „Funkfeuer“ stammt aus den Anfängen der Fliegerei. Man übernahm von der Seefahrt die Navigationshilfe der anfangs mit Reisig erzeugten Lichtsignale auf den Leuchttürmen an den Küsten und baute im Binnenland an erhöhten geographischen Punkten elektrische Lichtsignale als Hilfe für die Navigation auf. So wurden die ersten Nachtflüge ermöglicht. Elektrische Scheinwerfer und Funkanlagen lösten die Lichtsignale ab.



Leuchfeuer, Leipzig 1939



Moderne Funkanlage

Flugpassagiere, die von Frankfurt nach New York fliegen, sind erstaunt, dass das Flugzeug nach dem Start Richtung Großbritannien, also nach Nordwesten fliegt, obwohl New York auf dem Breitengrad von Neapel, also viel weiter südlich als Frankfurt, zu finden ist.



Flugroute Frankfurt a. M. International Airport – New York John F. Kennedy International Airport

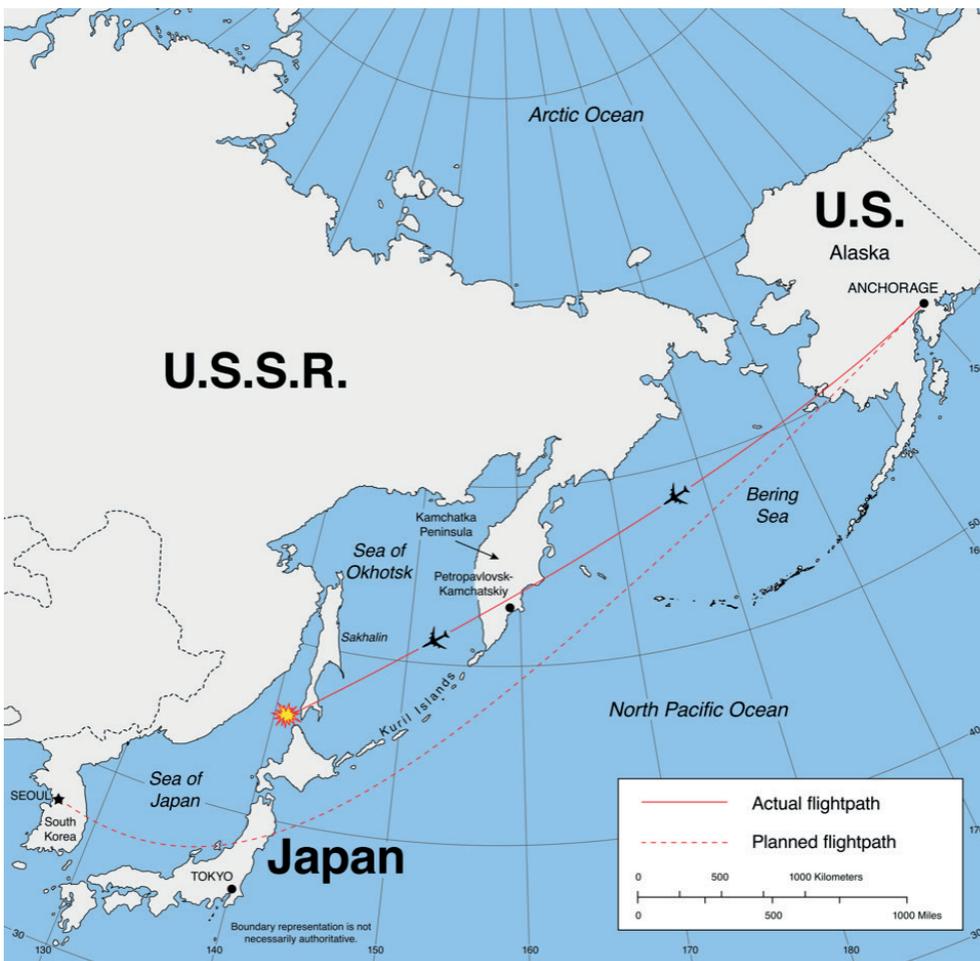


Da Landkarten die zweidimensionale Abbildung der dreidimensionalen Erde sind, ist die kürzeste Entfernung der sogenannte Großkreis mit seinem Hauptbogen, in der Fachsprache Orthodrome genannt. Ein Flug auf der Orthodrome ist jedoch nicht immer sinnvoll, z. B. wenn starke Gegenwinde herrschen. Wegen des Treibstoffverbrauchs und aus Zeitgründen ist es dann besser auszuweichen oder gezielt in Zonen mit Rückenwind zu fliegen. Über dem Atlantik herrscht in der von Verkehrsflugzeugen bevorzugten Flugfläche, der oberen Troposphäre und der Stratosphäre, häufig der Jetstream. Dieser weht als Westwindband mit bis zu 500 km/h. Dass man diesem Gegenwind nach Möglichkeit ausweicht, ist nachvollziehbar. Aus diesem Grund verlaufen Transatlantikflüge von Ost nach West meist Richtung Irland und dann über dem nördlichen Atlantik.

Die **Orthodrome** (griech. orthos für „gerade“, dromos für „Lauf“) ist die kürzeste Verbindung zweier Punkte auf einer Kugeloberfläche.

Auch technische und politische Aspekte wirken sich auf die Flugrouten aus. So mussten bis zum Ende des Kalten Krieges militärische Gebiete umflogen werden. Wiederholt wurden bei Navigationsfehlern Verkehrsmaschinen zur Landung gezwungen oder sogar abgeschossen. Das bekannteste Beispiel ist der Flug Korean-007, der von den Sowjets bei der Insel Sachalin nördlich von Japan mit 269 Menschen an Bord wegen Spionageverdachts beschossen wurde, weil die Piloten nicht reagierten. Die Maschine stürzte ab und alle Insassen kamen ums Leben.

// Ausführliche Informationen hierzu findet man unter https://de.wikipedia.org/wiki/Korean-Air-Lines-Flug_007



Flugroute von Korean-007



Bis zur deutschen Wiedervereinigung konnten wegen des Viermächteabkommens nur Verkehrsmaschinen der Westalliierten in bestimmten Sektoren Berlin anfliegen. Sie wurden während der Berlin-Blockade (Juni 1948 bis Mai 1949) genutzt, um die Westberliner Bevölkerung zu versorgen, als die Schifffahrts- und Straßenverbindungen mit Westdeutschland blockiert waren.

Auch die mangelnde Harmonisierung der Flugsicherungssysteme in Westeuropa führt dazu, dass Umwege geflogen werden müssen. Die Fluggesellschaften beklagen diesen Zustand regelmäßig, da dies Geld kostet und die Umwelt belastet. Die Europäische Kommission und eurocontrol haben zur Abhilfe die Initiative SESAR ins Leben gerufen.

// Ausführliche Informationen hierzu findet man unter

- www.dfs.de/dfs_homepage/de/Europa/SESAR;
- www.sesarju.eu;
- https://de.wikipedia.org/wiki/Single_European_Sky_ATM_Research_Programme





Zeit und Zeitzonen

Aufgrund der zunehmenden Globalisierung der privaten und geschäftlichen Kontakte werden Zeitzonen in unserem Alltag immer wichtiger. Wann kann ich meine Bekannten in Los Angeles anrufen, so dass ich sie nicht mitten im Tiefschlaf störe? Oder: Eine wichtige Lieferung aus China bleibt aus. Wann kann ich die zuständigen Mitarbeiter in Hongkong morgens um 08:30 Uhr im Büro erreichen? Im Folgenden werden die Grundlagen bezüglich der hier aufgeworfenen Fragen geklärt.

In Deutschland ist die Zeit durch das Einheiten- und Zeitgesetz geregelt. Rein technisch wird heutzutage die Zeit durch die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) mit ihren Atomuhren vorgegeben. Durch einen Sender erhalten private und öffentliche Uhren die entsprechenden Impulse. Sie sind rechtsverbindlich, können also bei juristischen Auseinandersetzungen als Grundlage verwendet werden. Die Umstellung auf Sommer- und Winterzeit erfolgt durch eine Rechtsverordnung des Bundeswirtschaftsministeriums im Rahmen des Zeitbestimmungsgesetzes.

§ 4 Gesetzliche Zeit

(1) Die gesetzliche Zeit ist die mitteleuropäische Zeit. Diese ist bestimmt durch die koordinierte Weltzeit unter Hinzufügung einer Stunde.

(2) Für den Zeitraum ihrer Einführung ist die mitteleuropäische Sommerzeit die gesetzliche Zeit. Die mitteleuropäische Sommerzeit ist bestimmt durch die koordinierte Weltzeit unter Hinzufügung zweier Stunden.

Quelle: Einheiten- und Zeitgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. Februar 1985 / Stand: 3. Juli 2008

// Zur Diskussion über die Zeitumstellung siehe beispielsweise:

- www.tagesschau.de/thema/zeitumstellung/
- <https://dserver.bundestag.de/btd/15/054/1505459.pdf>
- www.uhrzeit.org/zeitumstellung/procontra.php



Geschichte der Zeitmessung

Seit etwa 100 v. Chr. sind mehr oder weniger genaue Versuche der systematischen geographischen Einteilung der damals erkundeten Erdteile bekannt. Durchgesetzt hat sich das im 18. Jahrhundert in Großbritannien entwickelte System, das die Sternwarte in Greenwich/London als Ausgangspunkt für die Zählung der Längengrade verwendet. Bis 1893 galt in Deutschland an jedem Ort die jeweilige lokale Zeit, die durch den Sonnenstand definiert wurde. Die rasche Entwicklung der Eisenbahn als Verkehrsmittel machte jedoch eine eindeutige Definition für den sicheren Betrieb notwendig, so dass man anfangs die in Berlin geltende Zeit zur Orientierung verwendete. Die Sonderstellung der Eisenbahnzeit wurde 1893 beendet.

Mit dem „Gesetz betreffend die Einführung einer einheitlichen Zeitbestimmung vom 12. März 1893“ wurde für das Deutsche Reich ab dem 1. April 1893 die mittlere Sonnenzeit des fünfzehnten Längengrades östlich von Greenwich (London) als Basis für die gesetzliche Uhrzeit festgelegt.

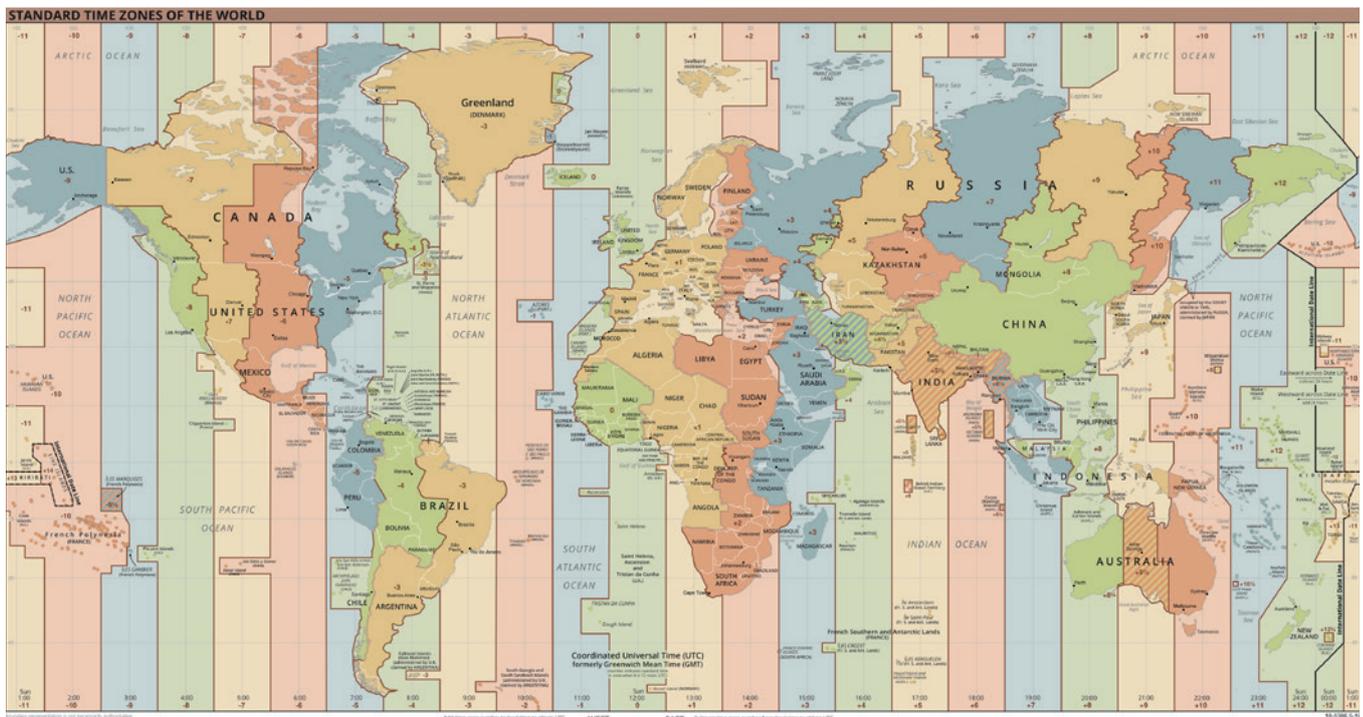


Zeitzonen

Die Erdkugel wird in 360 Längengrade (Meridiane) eingeteilt (360°), die sich in Nord- und Südpol treffen. Da der Tag in 24 Stunden unterteilt ist, verbleiben pro Stunde 15° . Die Zeitzone, die durch den Nullmeridian in Greenwich definiert wird, beginnt also $7,5^\circ$ östlich und reicht bis $7,5^\circ$ westlich. Staaten halten sich jedoch in der Realität aus wirtschaftlichen oder politischen Gründen nicht an die geometrischen Daten.

Als **Standard Time** bezeichnet man die von den Staaten festgelegte Zeit für das eigene Staatsgebiet.

In Mitteleuropa reicht die Mitteleuropäische Zeitzone (**MEZ** oder **CET** = Central European Time) von Polen bis nach Spanien, also rund 30 Längengrade, in China kennt man nur eine Zeitzone. Aus diesem Grund kann man nur begrenzt Aussagen über die an einem beliebigen Punkt der Erde geltenden Zeiten im Geschäftsverkehr machen, ohne genaue Kenntnis der im jeweiligen Land geltenden Gesetze.



Weltzeitkarte

In der Luftfahrt galt bis 1972 weltweit die Greenwich Mean Time (**GMT**, dt. mittlere Greenwich-Zeit), bis genauere Messungen zeigten, dass sich die Erde nicht gleichmäßig um ihre Achse dreht. Diese Auswirkung auf die Zeitdefinition ist insbesondere für die präzise Steuerung von Satelliten problematisch. So einigten sich die Wissenschaftler auf die genauere Universal Time Coordinated (**UTC**, dt. koordinierte Weltzeit). Sie hat die präzisen Schwingungen des Cesiumatoms als Basis.



Gelegentlich hört man auch den Begriff Zulu-Time. Er bezieht sich auf den nullten (engl.: zero) Längengrad und wird vor allem in der NATO verwendet. Der Buchstabe Z wird im ICAO-Alphabet mit Zulu beschrieben. **ICAO**: International Civil Aviation Organization (Montreal)



ISS am 7. März 2011, aufgenommen aus dem Space Shuttle Discovery

Übrigens sind auf der Internationalen Raumstation (ISS) mehrere Zeiten relevant: **UTC** (Universal Time Coordinated); **MET** (Mission Elapsed Time, Zeit seit dem Start); **Houston-Zeit** (zur Abstimmung mit der Kommandostelle)

Flugzeit

Bei der Berechnung der Flugzeit anhand der von den Fluggesellschaften vorgegebenen Daten ist zu beachten, ob man in eine andere Zeitzone fliegt und ob dort die Umstellung von Sommer- auf Winterzeit erfolgt. Weiterhin ist bei Langstreckenflügen Richtung Osten zu beachten, dass man häufig die Datumsgrenze überfliegt. Ein einfaches Addieren oder Subtrahieren der Start- und Landezeit ist dann nicht möglich.

// Berechnen lässt sich die Flugzeit beispielsweise mit dem Flugzeitrechner unter <https://flugzeit-rechner.de>





Navigation

Das Wort Navigation kommt aus dem Lateinischen und bedeutete ursprünglich Schifffahrt. Heute versteht man darunter die Ortsbestimmung eines beweglichen Körpers und seine zielgerichtete Bewegung. Allgemein verbreitet sind heutzutage Navis, mobile Navigationsgeräte, mit deren Hilfe wir uns problemlos orientieren. Grundlage dafür ist das GPS-System (Global Positioning System), das in den 1970er Jahren entwickelt wurde.



Mobiles Navigationssystem



Sextant zur astronomischen Ortsbestimmung in der Seefahrt

Geht man in der Geschichte der Navigation zurück, so stößt man auf die beeindruckende Fähigkeit der Polynesier, über weite Strecken im Pazifischen Ozean mit astronomischer und terrestrischer Navigation zielsicher bestimmte Inseln zu erreichen. Im Mittelmeerraum waren die Phönizier und Araber führend. Das Wissen um die Navigationstechnik war im Mittelalter Staatsgeheimnis.

// Interessante, weiterführende Informationen zu vielen Aspekten der Navigation und Seefahrt findet man beispielsweise mit den Suchbegriffen „planet-wissen + navigation“ im Internet.



Globen

Mit dem Zeitalter der Entdeckungen wurde Nürnberg zum Zentrum der Globenherstellung. In England wurde im Jahre 1773 dem schottischen Uhrmacher Harrison die von der Regierung ausgelobte Prämie für die Lösung des Längengradproblems zugesprochen. Damit konnte jeder Punkt auf der Erde in Kombination mit dem schon länger bekannten Breitengrad genau definiert werden. Der Nullmeridian geht seither, auch wenn es anderen Nationen nicht gefiel, durch die Sternwarte von Greenwich, einem damaligen Vorort von London.

Neben dem Gradnetz war der Einsatz eines Kompasses in unbekanntem Terrain notwendig, da er bei Nebel oder bedecktem Himmel ohne Sternensicht benutzt werden kann.

Kompass

Der Kompass wurde in China um 475 v. Chr. als Südzeiger in Löffelform verwendet und zählt zu den vier großen Erfindungen neben dem Schwarzpulver, der Papierherstellung und dem Buchdruck. Erst etwa im 11. Jahrhundert kam die Erfindung auch nach Arabien und Europa. In der Luftfahrt ist die Anwendung eines Kompasses im Cockpit problematisch. Da im Flugzeug viele Metallteile und elektrische Geräte vorhanden sind, kommt es je nach Kurs zu Einflüssen auf die Kompassnadel. Spezielle Tabellen geben diese Abweichungen für jedes Flugzeug an. Weiterhin gibt es Abweichungen durch magnetisierte Mineralien, die nahe an der Erdoberfläche lagern. Schließlich weist die Magnetnadel nicht zum geographischen, sondern zum magnetischen Nordpol, der zusätzlich noch seine Lage verändert.



Kompass 475 v. Chr., China

Landkarten

Die Entwicklung der Landkarten und der Globen waren ebenfalls wichtige Phasen in der Navigationsgeschichte. Die ersten Versuche, Entfernungen oder Wege zu bestimmten Orten schriftlich zu notieren, sind schon aus der Frühzeit bekannt. Anfangs beschränkten sich die orientalischen Abbildungen auf den Mittelmeerraum, Mesopotamien und den Nil. Mit der Entdeckung Amerikas und der erheblichen Verbesserung der Navigation wurden die Karten wesentlich genauer. Heute enthalten Landkarten aufgrund der Digitalisierung und spezieller geographischer Informationssysteme (GIS) weit mehr Informationen als früher.



Weltkarte von 1507

In der Luftfahrt stehen dem Piloten, der früher viel gedrucktes Kartenmaterial ins Cockpit nahm, sogenannte Glascockpits zur Verfügung. Sie bieten geographische Informationen jeglicher Art und stellen auch die Anzeigeinstrumente für die Triebwerksleistung usw. digital auf dem Monitor dar.



Beispiel für eine moderne Landkarte im Glascockpit/Monitor



// Es gibt verschiedene Peilverfahren. Peilungen in der Seefahrt mithilfe von Seekarten werden z. B erklärt unter www.youtube.com/watch?v=CgaPaHpWdzg

// Auch fürs Geocaching muss man peilen können:

www.geocaching.com/geocache/GC4PB6W_kasching-grundlagen-peilung-wegpunktprojektion



Funknavigation

Mit der Entwicklung der Funktechnik wurden Empfänger in Flugzeuge eingebaut, die durch Peilung spezielle Sender, die an bekannten Orten aufgebaut wurden, empfangen können. Empfängt man zwei Sender, so kann man mittels Kreuzpeilung die Position des Flugzeugs feststellen. Wird in einem bestimmten Rhythmus gesendet, kann man weitere Informationen codiert übermitteln.



Radarantennen der Flugsicherung

Moderne Verfahren wie das Transpondersystem oder die Satellitennavigation erlauben es, dass Verkehrsflugzeuge autonom ihre Ortsveränderung gegenüber dem Startplatz messen können. Somit ist es möglich ihre genaue Position im dreidimensionalen Raum festzustellen und mit Fluglotsen abzusprechen.

// Interessante, weiterführende Informationen zur Satellitennavigation findet man beispielsweise mit den Suchbegriffen „ESA + Galileo“ im Internet oder unter www.dlr.de/content/de/missionen/galileo.html



// Ausführliche Informationen hierzu enthält das Kapitel „Fluggeräte und Technik“ aus der gleichen Reihe.

https://mint-zirkel.de/wp-content/uploads/2021/04/fliegen_kap5_fluggeraete-und-technik.pdf





Aufgaben

Aufgabe 1

- a Erstellen Sie einen Ausdruck der aktuellen Anflugverhältnisse des Flughafens in Ihrer Nähe gemäß der DFS-Daten.
- b Bestimmen Sie die momentane Hauptwindrichtung auf diesem Flughafen aufgrund der Anflugrichtung.
- c Mit www.flightradar24.com können mittels der eingetragenen Verkehrsflugzeuge Anhäufungen und belebte Flugstraßen gefunden werden. Interpretieren Sie diese bezüglich geographischer Verhältnisse.
- d In Osteuropa wird auf der „Flightradar“-Abbildung der Flugverkehr immer geringer. Recherchieren Sie mögliche Ursachen dafür.

Aufgabe 2

Diskutieren Sie mögliche Gründe, weshalb Flugzeuge nicht ganz einfach dem auf der Karte mit dem Lineal gezogenen Bleistiftstrich zwischen Frankfurt und New York über den Atlantik folgen.

Aufgabe 3

- a Vergleichen Sie im Atlas die Städte New York, Neapel und Frankfurt bezüglich ihrer Längen- und Breitengrade.
- b Die Flüge von den USA nach Europa erfolgen auf einer südlicheren Route als umgekehrt. Begründen Sie dies.

Aufgabe 4

- a Die Flugzeit von Oslo (Norwegen) nach Ottawa (Kanada) beträgt rund sechs Stunden. Die Zeitverschiebung beträgt ebenfalls sechs Stunden. Wann landet das um 18:00 Uhr in Oslo gestartete Flugzeug in Ottawa (Ortszeit)?
- b Abflug Frankfurt 20:55 Uhr, Ankunft Sydney 07:40 Uhr. Zwischenstopp in Bangkok. Die Zeitverschiebung beträgt zehn Stunden. Berechnen Sie die Reisezeit.
- c Abflug Sydney 10:00 Uhr, Ankunft Frankfurt 05:30 Uhr, Zwischenstopp in Bangkok. Berechnen Sie die Reisezeit.

Aufgabe 5

- a Nennen Sie vier deutsche Städte, die 10° ö. L. liegen.
- b Diskutieren Sie die Vor- und Nachteile der Sommer- und Winterzeit.
- c Berechnen Sie die Flugzeit von Frankfurt nach Abu Dhabi für die Lufthansa-Maschine A330 anhand des LH-Flugplans.
- d Warum gibt es eine einheitliche Zeit für die Luft- und Raumfahrt?
- e Wann muss man in Deutschland während der Sommerzeit anrufen, damit man in Los Angeles oder Moskau den Gesprächspartner genau um 08:00 Uhr Ortszeit erreicht?
- f Berechnen Sie die Geschwindigkeit, die ein Flugzeug mindestens haben muss, damit man an Silvester wiederholt Neujahr feiern kann.

Aufgabe 6

Recherchieren Sie (z. B. mithilfe einer Atlaskarte), welche Abweichung der magnetische vom geographischen Nordpol in den letzten 100 Jahren aufwies.

Aufgabe 7

Zu Beginn der Verkehrsfliegerei stellte der Bordfunker während des Flugs folgende Empfangsdaten fest: Funkfeuer Berlin (Tegel) 28°, Hamburg 328°. Stellen Sie mit einer Atlaskarte fest, wo sich das Flugzeug gerade befindet.



Lösungen

Aufgabe 1

- a** https://stanlytrack3.dfs.de/st3/STANLY_Track3.html
Hinweis: Sie benötigen die Administratorenrechte vom EDV-Systembetreuer der Schule.
- b** *Beispiel Nürnberg:* Für den 30. Januar 2012 ergab sich aufgrund der Ostwindwetterlage eine Anflugrichtung aus Westen: Ein kontinentales Hoch breitete sich Richtung Westen aus.
- c** Es sind eindeutige Konzentrationen in London und Paris sowie Frankfurt feststellbar (17:00 Uhr). Weiterhin gibt es zwei belebte Flugstraßen über GB Richtung USA. Zusätzlich ist viel Flugverkehr Richtung Südosten (Balkan) zu beobachten.
Tipp: Verändern Sie den Maßstab und versuchen Sie weitere Konzentrationen zu erkennen (s. Berlin, München, Amsterdam ...).
Tipp: Beobachten Sie den Flugverkehr in Westeuropa aus den USA am Vormittag.
- d** In Osteuropa ist der Wohlstand der Bevölkerung wegen des geringen Bruttoinlandsprodukts pro Einwohner recht gering. Es verfügen daher nur wenige Menschen über Geldmittel, um sich Flugreisen leisten zu können.

Aufgabe 2

Zu den möglichen Gründen gehören die Kugelform der Erde, die Vermeidung von Gegenwind, die Nutzung von starkem Rückenwind und die Reduzierung des Kerosinverbrauchs.

Aufgabe 3

- a**
- | | | | |
|------------------------|-----------|-----------|-----|
| Frankfurt, Deutschland | 50° 07' N | 8° 41' O | MEZ |
| Neapel, Italien | 40° 50' N | 14° 15' O | MEZ |
| New York, N.Y. (USA) | 40° 45' N | 74° 00' W | EST |
- Theoretisch müsste das Flugzeug nach dem Start in Frankfurt (50° Nord) eine südwestliche Richtung einschlagen, um New York mit nur 40° Nord direkt anzufliegen (Orthodrome).
- b** Man will den starken Rückenwind der Westwindzone und den Jetstream nutzen, um Treibstoff zu sparen.

Aufgabe 4

- a** Es landet wieder um 18:00 Uhr am gleichen Tag.
- b** Beim Abflug in Frankfurt um 20:55 Uhr ist es in Sydney 06:55 Uhr morgens, also am nächsten Tag. Die Maschine landet laut Angabe um 07:40 Uhr. Da sie die lange Strecke nicht in 45 Minuten fliegen kann, muss es sich um den für Sydney darauffolgenden Tag um 07:40 Uhr handeln. Antwort: Reisedauer: 24 h 45 min (+2 Tage gegenüber dem Datum des Starttages in Frankfurt)
- c** Beim Abflug in Sydney um 10:00 Uhr ist es in Frankfurt 00:00 Uhr. Die Maschine soll um 05:30 Uhr in Frankfurt landen. Mit heutiger Technik lassen sich die 16.500 km nicht in 5,5 Stunden fliegen. Damit ist die Landung am nächsten Tag um 05:30 Uhr gemeint. Reisedauer: 29 h 30 min

Aufgabe 5

- a** Hamburg, Göttingen, Würzburg, Ulm
- b** Angebliche Ersparnis an Energie für die Beleuchtung (engl.: Daylight saving time). Als Nachteil werden die Umstellungsprobleme für den menschlichen Körper genannt.
- c** Abu Dhabi liegt vier Zeitzonen (+4 h) vor unserer Zeit. Dort ist also vier Stunden eher Mitternacht als in Frankfurt. Wenn die Landung um 23:40 Uhr ist, dann ist es in Frankfurt erst 19:40 Uhr. Die Flugzeit betrug 5 h 10 min.
- d** Es gibt eine einheitliche Zeit, um Missverständnisse zu vermeiden. Die Ankunftszeit muss bei Flugzeugen wegen der Logistik usw. genau bekannt sein. Bei Raumstationen müssen die Sprechzeiten mit der Bodenstation oder die exakte Zeit für die Zündung von Raketentriebwerken definiert sein.
- e** Moskau: Zwei Stunden Zeitverschiebung, man sollte um 06:00 Uhr anrufen.
 Los Angeles: Neun Stunden Zeitverschiebung, man sollte um 17:00 Uhr anrufen.
- f** Das Flugzeug muss seine Geschwindigkeit ändern und schneller und langsamer fliegen, als sich die Datumsgrenze (Mitternacht) am Äquator um die Erde fortbewegt. Die Geschwindigkeit eines Punktes auf dem Äquator beträgt rund 1.669 km/h. (Umfang: 40.074 km, 24 h). Startet das Flugzeug kurz nach Mitternacht (Silvester) und fliegt schneller als sich die Erde dreht, dann wird die Datumslinie überflogen und man befindet sich wieder im alten Jahr. Fliegt die Maschine wieder langsamer als 1.669 km/h, dann wird man vom neuen Jahr eingeholt und kann erneut Silvester feiern.
 Je weiter ich mich vom Äquator entfernt befinde, umso geringer kann die Geschwindigkeit sein. Im Extremfall läuft jemand im Kreis unmittelbar um den Nordpol und kann dann öfters Silvester feiern, wenn es nicht zu kalt ist. Als das Überschallverkehrsflugzeug Concorde noch im Dienst war, wurden entsprechende Silvesterflüge angeboten.

Aufgabe 6

Angaben und informative Abbildungen findet man mit den Stichworten „Lage des magnetischen Nordpols“ im Internet.

Aufgabe 7

Das Flugzeug befindet sich über dem Flugplatz Leipzig (Schkeuditz).

// Tipp für einen spielerischen Zugang zum Thema: www.dfs.de/dfs_karriereportal_2016/de/Fluglotse%20werden/WebGames/



Bildquellen

Deutsche Flugsicherung GmbH, Langen; ww.flightradar24.com; Undine Aust – fotolia.com; Appaloosa – wikimedia commons; Mgarin73 - wikimedia commons; asray – fotolia.com; CoastChild – fotolia.com; hjschneider – fotolia.com; Martin Waldseemüller; Christian Kube; www.peschges-variometer.de; TimeZonesBoy – wikimedia commons; NASA – wikimedia commons; moderner Trommelsextant, SCH – wikimedia commons



1. Auflage Dezember 2021

Das Werk und seine Teile sind urheberrechtlich geschützt. Jede Nutzung in anderen als den gesetzlich zugelassenen Fällen bedarf der vorherigen schriftlichen Einwilligung des Verlages. Hinweis § 52a UrhG: Weder das Werk noch seine Teile dürfen ohne eine solche Einwilligung eingescannt und in ein Netzwerk eingestellt werden. Dies gilt auch für Intranets von Schulen und sonstigen Bildungseinrichtungen. Fotomechanische oder andere Wiedergabeverfahren nur mit Genehmigung des Verlages.

Auf verschiedenen Seiten dieses Arbeitsbuches befinden sich Verweise (Links) auf Internetadressen.

Haftungshinweis: Trotz sorgfältiger inhaltlicher Kontrolle wird die Haftung für die Inhalte der externen Seiten ausgeschlossen. Für den Inhalt dieser externen Seiten sind ausschließlich die Betreiber verantwortlich. Sollten Sie daher auf kostenpflichtige, illegale oder anstößige Inhalte treffen, so bedauern wir dies ausdrücklich und bitten Sie, uns umgehend per E-Mail (p.woehner@klett-mint.de) davon in Kenntnis zu setzen, damit beim Nachdruck der Nachweis gelöscht wird.

Eine Zusammenarbeit der DFS Deutsche Flugsicherung GmbH und der Klett MINT GmbH
© DFS Deutsche Flugsicherung GmbH, Langen und Klett MINT GmbH, Stuttgart

Autoren: Klaus Strienz, Höchststadt; Sebastian Nossing, Langen

Redaktion: Dr. Jürgen A. Schmidt, Fellbach; Hanne Lier, Medienwerk Lier, Stuttgart

Projektleitung und Herstellung: Klett MINT GmbH

Satz: Bettina Herrmann, Stuttgart