

DER TRAUM VOM FLIEGEN

Geführter Rundgang durch das 3. OG der Luftfahrt Dauerausstellung: Informationen für Gruppenbesuche

Zielsetzung:

Das Mitmachheft für Kinder ab 6 Jahre soll dazu anregen, sich mit den folgenden Fragestellungen auseinanderzusetzen:

Warum kann ein Flugzeug fliegen?

Wie ist ein Flugzeug aufgebaut?

Welche Anforderungen werden an Piloten gestellt und wie haben sich diese im Lauf der Zeit verändert?

Benötigtes Material pro Kind:

Mitmachheft (zum Download unter <https://technikmuseum.berlin/angebote/freie-angebote/>)

Papierstreifen (ca. 6 x 21 cm)

Bleistift

Das Mitmach-Heft als Bestandteil eines Gruppenbesuchs:

Das Mitmachheft ist ursprünglich für Individualbesuche mit Kindern konzipiert. Das Heft führt gezielt zu einzelnen Exponaten in der Ausstellung und fordert die Kinder auf, sich mit diesen Objekten zu befassen. Die Fragen und Aufgaben in dem Heft sollen dazu anregen, in einem gemeinsamen Dialog zwischen Kindern und Begleitpersonen die oben genannten Fragestellungen zu thematisieren. Dauer: 45 bis 60 Minuten

Das Mitmachheft kann auch im Rahmen eines Gruppenbesuchs eingesetzt werden. Die Gruppe kann gemeinsam geführt werden oder (bei älteren Kindern) sich den Rundgang in kleinen Teams selbst erarbeiten. Dafür bieten wir auf den folgenden Seiten einige Hintergrundinformationen zur Vorbereitung an.

Hinweis: In der Gruppe dauert der Rundgang ggf. länger. Je nachdem wie Sie die Gruppe einschätzen, bieten sich die Seiten „Für Forscher und Entdeckerinnen“ zur Nachbereitung im Anschluss an den Museumsbesuch an.

Station 1: Lilienthalgleiter

Aufgabe:

Die Kinder werden aufgefordert, sich die ausgestellten Flugapparate von Lilienthal anzuschauen und zu beschreiben. ⇒ Bearbeitung der Aufgabe auf Seite 2

Mögliche Fragen an die Kinder könnten sein:

Was fällt Euch an diesen Flugapparaten auf?

An was erinnern Euch diese Flugapparate?

Würdet Ihr diese Fluggeräte als Flugzeug bezeichnen?

Könnt Ihr erkennen aus welchem Material diese Geräte hergestellt sind?

Überleitung zu den Aufgaben Seite 3 und 4:

Wisst Ihr wer diese Flugapparate entwickelt hat?

Hilfe zur Bearbeitung der Aufgabe auf Seite 4:

Hier sollen die Kinder selbst entscheiden, welche Eigenschaften sie für wichtig halten. Dabei können die Kinder unterschiedliche Auffassungen haben. Vielleicht entstehen im gemeinsamen Dialog auch Ideen, welche weiteren Eigenschaften für Erfinderinnen und Erfinder hilfreich sind.

Mögliche Fragen:

Habt Ihr auch schon einmal etwas erfunden?

Was tut Ihr, wenn Ihr etwas Neues entwickeln wollt?

VERTIEFENDE INFORMATIONEN:

Otto Lilienthal

Geboren: 23.05.1848 in Anklam

Gestorben: 10.08.1896 in Berlin (infolge eines Absturzes am Tag zuvor)

Lilienthal beobachtete viele Jahre lang den Flug der Vögel und leitete davon seine Ideen für die Konstruktion von Flugapparaten ab (1889 Veröffentlichung des Buches „Der Vogelflug als Grundlage der Fliegekunst“). Bei seinen Arbeiten unterstützte ihn sein Bruder Gustav Lilienthal.

Zwischen 1891 und 1896 unternahm Otto Lilienthal hunderte Gleitflüge mit selbstkonstruierten Ein- und Doppeldeckern. Lilienthal hing in seinen Gleitern und stützte sich auf die Arme, sodass Hüften und Beine nach dem Startlauf frei unter dem Gleiter hingen und es ihm möglich war, den Körper in jede gewünschte Richtung zu schwingen. So bestimmte er Fluglage und Flugrichtung. Für seine Konstruktionen verwendete Otto Lilienthal Weidenruten und mit Wachs getränkte Leinwand.

Lilienthal gelang es, bis zu 250 Meter weit mit seinen Flugapparaten zu gleiten. Er sammelte bei diesen Flugexperimenten wichtige Erkenntnisse über das Verhalten in der Luft und über die Steuerung von Apparaten im Flug. Diese waren wichtige Voraussetzung für die weitere Entwicklung der Luftfahrt.

Viele seiner Flugversuche unternahm Otto Lilienthal von den Rhinower Bergen aus, die in der Nähe von Stölln (nord-westlich von Berlin) liegen sowie von einem künstlich aufgeschütteten Hügel in Lichterfelde (heute im Berliner Bezirk Steglitz-Zehlendorf).

Objekte, die im Kontext betrachtet werden können:

Ausgestopfter Storch, Kleiner Schlagflügelapparat: An den beiden genannten Exponaten können die Kinder die gewölbte Flügelform sehen, die für die Erzeugung von Auftrieb erforderlich ist.

EXKURS: Für Forscher und Entdeckerinnen (Seite 5)

Aufgabe:

Durchführung des Versuchs auf Seite 5 („Für Forscher und Entdeckerinnen“)

VERTIEFENDE INFORMATIONEN:

Die Theorie von Bernoulli

Tragflächen sind nach oben gewölbt. Sie sind vorne dicker als hinten und schließen mit einer scharfen Hinterkante ab. Strömt nun die Luft von vorn gegen die Tragflächen, so teilt sich der Luftstrom. Die Unterseite der Tragfläche ist kaum gewölbt, deshalb kann die Luft hier relativ ungehindert vorbeiströmen. Die gewölbte Oberseite der Tragfläche verdrängt die Luft stärker. Die Luft muss einen weiteren Weg zurücklegen. (Genauso ist der Weg über einen Berg weiter als über eine Ebene.)

Der Schweizer Physiker Daniel Bernoulli (1700-1782) fand folgendes heraus: Strömende Flüssigkeiten und Gase üben einen geringeren Druck auf ihre Umgebung aus als ruhende. Je höher die Geschwindigkeit, desto kleiner der Druck. Deshalb ist der Luftdruck unter der Tragfläche höher als oberhalb. Dieser Druckunterschied löst eine Sogwirkung aus. Die Tragflächen drücken das Flugzeug nach oben. Zwei Drittel des Auftriebs hängen – wie wir heute wissen – von dieser Sogwirkung ab.

Station 2: Jeannin Stahltaube

Aufgabe:

Die Kinder werden aufgefordert sich das Flugzeug Jeannin Stahltaube anzuschauen und Unterschiede zu den Lilienthal Gleitern zu beschreiben.

Mögliche Antworten:

Jeannin rollt auf Rädern (Lilienthal: Anlauf mit Beinen)

Jeannin hat einen Motor (Lilienthal: Nimmt Anlauf und gleitet dann eine kurze Strecke durch die Luft)

Der Pilot der Jeannin sitzt in einem Cockpit (Lilienthal: Hängt frei im Gleiter)

Der Pilot der Jeannin steuert mit Hilfe des Leitwerks (Lilienthal: Lenken durch Bewegungen des eigenen Körpers)

Die Bauteile eines Flugzeugs werden anhand der Zeichnung (Seite 6) erarbeitet: Rumpf, Tragflächen, Leitwerk, Motor/Antrieb, Fahrwerk

Weiterführende Fragen:

Was verändert sich für den Piloten?

Welche Vorteile bringen Motor und Fahrwerk?

Schaut Euch an, woraus das Flugzeug gebaut ist?

Habt Ihr eine Idee, wie das Flugzeug von innen aussieht?

Warum wird mehr/anderes Material verwendet?

VERTIEFENDE INFORMATIONEN:

Jeannin Stahltaube – eine Taube als Aufklärer im Krieg

Im Februar 1912 gründete der bekannte Flieger Emil Jeannin eine Firma zur Konstruktion von Flugzeugen. Da ohne das Militär als Abnehmer im Flugzeugbau kaum geschäftlicher Erfolg möglich war, fertigte er Flugzeuge vom Baumuster Taube, die für den militärischen Einsatz bevorzugt wurden.

Gemeinsam mit René Freindt entwickelte er 1912 den Grundtyp der Stahltaube. Der Rumpf dieses zweiseitigen Eindeckers bestand aus einem Stahlrohrgerüst, das wie die hölzerne Tragflächenkonstruktion mit einem gummierten Leinengewebe bespannt war. Angetrieben wurde die Stahltaube von einem verkleideten Daimler Sechszylinder-Reihenmotor. Der Hauptbenzintank diente gleichzeitig als Passagier-/Beobachtersitz.

Die ausgestellte Stahltaube aus dem Jahr 1914 mit der Werknummer 76 ist das letzte erhaltene Exemplar eines Jeannin-Flugzeugs. Nach ihrer Fertigstellung kam die Maschine mit der Kennung A.180/14 im Ersten Weltkrieg als Aufklärer zum Einsatz. Ab 1936 war sie in der Deutschen Luftfahrtsammlung Berlin zu besichtigen. Während des Zweiten Weltkriegs wurde sie zunächst nach Pommern ausgelagert. Ab 1963 stand sie im Depot des Museums

für Polnische Luftfahrt in Krakau. Im Rahmen eines Kooperationsvertrages wurde die Maschine 1986 in den Werkstätten des Deutschen Technikmuseums Berlin aufwendig restauriert.

Technische Daten

Ausgestellter Flugzeugtyp:	Jeannin Stahltaube 1914, Typ 11
Hersteller:	Emil Jeannin Flugzeugbau GmbH Johannisthal bei Berlin
Verwendungszweck:	Aufklärer/Schulflugzeug
Besatzung/Passagiere:	1 Pilot + 1 Passagier
Baujahr:	1914
Motor:	Daimler D I (100 PS)
Spannweite:	13,87 m
Länge:	9,69 m
Leergewicht:	705 kg
Insgesamt gefertigte Stahltauben:	37 (erhalten 1)

EXKURS: Für Forscher und Entdeckerinnen (Seite 7)

VERTIEFENDE INFORMATIONEN:

Vortrieb

Vier Kräfte wirken auf ein fliegendes Flugzeug ein: Schwerkraft, Auftrieb, Vortrieb und Luftwiderstand.

Ein Flugzeug, das sich in der Luft befindet, wird durch die Schwerkraft in Richtung Boden gezogen. Damit ein fliegendes Flugzeug nicht abstürzt, ist eine Kraft erforderlich, die der Schwerkraft entgegenwirkt: der Auftrieb. Gleichen sich diese beiden Kräfte aus, schwebt das Flugzeug.

Die Auftriebskraft wird nur dann erzeugt, wenn die Tragflächen des Flugzeugs von Luft umströmt werden. Das heißt, das Flugzeug hebt erst vom Boden ab, wenn es eine bestimmte Geschwindigkeit erreicht hat. Je schwerer ein Flugzeug ist, desto schneller muss es sein und desto länger muss es beschleunigt werden. Dazu ist eine dritte Kraft erforderlich, die das Flugzeug vorantreibt. Diese Kraft wird von Motoren oder Düsentriebwerken geliefert und heißt Schub. Dem Schub (Vortrieb) steht die vierte Kraft, der Luftwiderstand, entgegen. Die Größe des Widerstandes hängt von der Geschwindigkeit und der Form des Körpers (hier: Flugzeug) ab.

Auftrieb und Vortrieb sind Voraussetzungen, damit ein Flugzeug fliegen kann.

Station 3: Der unheimliche Pilot

Aufgabe:

Bei dieser Station geht es um den Piloten und seine Arbeitsausrüstung. Die Gruppe schaut sich zunächst die Figur in der Vitrine an. Es soll herausgefunden werden, warum dieser Pilot so dick angezogen ist und wofür die Ausrüstungsgegenstände Fernglas und Fliegerbrille sowie die ausgestellten Instrumente benötigt wurden.

⇒ Bearbeitung der Aufgabe Seite 9

Hinweis:

Der Platz vor der Vitrine ist sehr begrenzt.

Die gesamte Station 3 steht in engem Bezug zur Station 2. Die Jeannin Stahltaube ist ein Flugzeug mit offenem Cockpit, so wie es bis in die 1920er Jahre üblich war. Die Ausrüstung der Piloten war den Arbeitsbedingungen in einem offenen Cockpit angepasst. So schützte beispielsweise die **Fliegerbrille** die Augen des Piloten vor dem Fahrtwind. Dicke Kleidung war erforderlich, um sich vor Kälte und Wind zu schützen.

Die Entwicklung von Motorflugzeugen eröffnete der Luftfahrt neue Möglichkeiten. Während Lilienthal ausschließlich von Erhöhungen zu seinen Gleitflügen aufbrechen konnte, war es nun möglich, vom Boden aus zu starten, höher und auch weiter zu fliegen. Gleichzeitig änderten sich die fliegerischen Anforderungen an Piloten. So mussten die Piloten Instrumente wie **Höhenmesser**, **Benzinuhr** oder **Drehzahlmesser** im Auge behalten, um erforderliche Informationen zu erhalten und die Situation einschätzen zu können. Außerdem mussten sie das korrekte Bedienen des Flugzeugs erlernen. Bei ihren Flügen orientierten sie sich an markanten Punkten auf der Erde wie etwa Bahngleisen, Flüssen oder Städten. Das **Fernglas** war hierbei ein wichtiges Hilfsmittel. Bei schlechter Sicht wie zum Beispiel bei starkem Nebel oder Schneetreiben war es schwierig oder gar unmöglich den Weg zu finden. Auch versagte das Gleichgewichtsgefühl der Piloten, wenn sie keine Sicht mehr hatten. Dieses war jedoch wichtige Voraussetzung, um die Lage des Flugzeuges in der Luft einschätzen zu können.

EXKURS: Pilotinnen

Bis 1914 hat der Deutsche Luftscharführer-Verband (ab 1910 Deutscher Luftfahrer-Verband) in Deutschland insgesamt 817 Flugzeugführererlaubnisse erteilt. Sechs davon erwarben Frauen. Die erste Frau die in Deutschland die Flugzeugführererlaubnis erhielt, war Melli Beese. Sie legte ihre Prüfung am 13. September 1911 ab.

Frauen, die das Fliegen erlernen wollten, stießen auf viele Vorurteile. Fliegen, das war Abenteuer und Risiko, und es war eine Domäne der Männer. Melli Beese hatte große Schwierigkeiten, eine Flugschule zu finden, die bereit war sie auszubilden. Mehrfach wurde sie abgewiesen. Eine der Begründungen: Frauen seien für das Fliegen ungeeignet. Melli Beese blieb hartnäckig und fand schließlich mit Hellmuth Hirth doch noch einen Fluglehrer. Bei der Herbstflugwoche 1911 belegte Melli Beese, die gerade ihren Flugzeugführerausweis erworben hatte, den fünften Platz von 24 Teilnehmern.

Eine weitere Hürde, die auch für Männer galt, aber für Frauen häufig viel schwieriger zu überwinden war, waren die hohen Kosten, die für Ausbildung und Flugbetrieb anfielen. Nur wenige Familien waren bereit und begütert genug, ihre Töchter in ihrem Wunsch, das in dieser Zeit noch abenteuerliche und für Frauen als ungeeignet angesehene Fliegen zu erlernen, finanziell und moralisch zu unterstützen.

Station 4: Arado Ar 96 und *Ganz gemütlich fliegen*

Aufgabe zu Arado Ar 96:

Bei dieser Station werden die weitere Entwicklung des Flugzeugs sowie die Veränderungen, die diese für die Piloten brachten, thematisiert. Im Dialog mit den Kindern sollen noch einmal wesentliche Bauteile eines Flugzeugs wiederholt werden. Die Kinder überlegen, was das für die Piloten bedeutet hat.

⇒ Aufgabe Seite 10:

Mögliche Fragen:

Welche Unterschiede und Gemeinsamkeiten gibt es gegenüber der Jeannin Stahltaube?

Welche Vorteile bringen diese Änderungen?

Welche Teile des Flugzeugs haben auch heutige Flugzeuge?

Mögliche Antworten:

geschlossenes Cockpit (Kälte und Nässe dringen nicht mehr ein, andererseits wird die Sicht durch die Cockpithaube eingeschränkt)

einziehbares und verkleidetes Fahrwerk (bessere Aerodynamik, wodurch größere Geschwindigkeiten erzielt werden können)

verstellbare Luftschaube (bessere Anpassung an die Fluggegebenheiten: Start/Landung und Flug)

Aufgabe zu *Ganz gemütlich fliegen* (Seite 11):

Hier wird noch einmal verdeutlicht, dass sich mit der Einführung des geschlossenen Cockpits auch die Ausrüstung der Piloten änderte. Wärmende und schützende Kleidung war nun nicht mehr erforderlich.

Überleitung zu Station 5:

Ein Fernglas hat die Pilotin in dem geschlossenen Cockpit auch nicht. Instrumente helfen jetzt bei der Steuerung.

VERTIEFENDE INFORMATIONEN:

Arado Ar 96 B – das gläserne Flugzeug

An dem Schulflugzeug Arado Ar 96 lässt sich deutlich der Technologiesprung im Flugzeugbau der 1930er Jahre ablesen. Der Ganzmetall-Tiefdecker mit geschlossener Kabine, Einziehfahrwerk und Argus-Verstellluftschaube, der ab 1936 produziert wurde, unterscheidet sich deutlich von den bis dahin üblichen offenen Doppeldeckern in Gemischtbauweise mit starrem Fahrwerk und Holzluftschaube. Mit rund 3.400 gefertigten Exemplaren gehört die Ar 96 zu den meist gebauten deutschen Flugzeugen.

Obwohl das Muster nach dem Krieg bis 1948 in der Tschechoslowakei weiter produziert wurde, haben sich nur zwei Flugzeuge dieses Typs vollständig erhalten.

Die ausgestellte Ar 96 B besteht aus mehreren Flugzeugwracks: Einbauteile wie Tanks, Motor, Ruder, Hauben, Sitze, Steuerung stammen aus einer Arado Ar 96, die im Sommer 1944 in Schweden landete und 1954 verschrottet wurde. Teile der Tragflächen stammen von einer tschechischen Maschine. Die Zelle der Ar 96 B-1 mit der Werknummer 4210 diente als Vorlage für die Nachfertigung entsprechender Teile. Um das 'gläserne Flugzeug' vollständig dem Original entsprechend nachzufertigen, mussten zudem Teile einer AR 96 B-1 aus Sola/Norwegen ausgeliehen werden.

Technische Daten

Ausgestellter Flugzeugtyp:	Arado Ar 96 B
Hersteller:	Avia AG, Prag
Verwendungszweck:	Schulflugzeug
Besatzung / Passagiere:	1 Pilot + 1 Schüler
Baujahr:	1943
Motor:	Argus AS 410a (340 PS)
Spannweite:	11,00 m
Länge:	9,13 m
Leergewicht:	1.295 kg
Insgesamt gefertigte Ar 96:	ca. 3.400 (erhalten 2)

EXKURS: Steuerung

Bei Interesse der Kinder bietet sich die Möglichkeit, anhand des geöffneten Flugzeugs auf die Steuerung des Flugzeugs einzugehen.

Flugzeuge fliegen nicht immer in einer Richtung. Sie müssen steigen und sinken, Rechts- und Linkskurven fliegen. Will ein Pilot seine Flugrichtung ändern, nutzt er dafür bewegliche Ruderflächen. Diese Ruderflächen befinden sich an den Hinterkanten der Tragflächen und am Leitwerk, am Rumpfe des Flugzeugs. Sie wirken ähnlich wie das Steuer eines Schiffes.

Soll das Flugzeug sinken, drückt der Pilot den Steuerknüppel waagrecht nach vorn, die Ruderflächen am Leitwerk werden dadurch nach unten geklappt. Dies geschieht mithilfe von Stangen und Seilen, die durch das Flugzeug verlaufen. Die Folge ist, dass der Luftstrom abbremsst und den Flugzeugschwanz nach oben drückt. Gleichzeitig wird die Auftriebskraft verringert. Die Flugzeugnase senkt sich nach unten. Das Flugzeug sinkt. Beim Steigflug ist es umgekehrt.

Bei Rechts- und Linkskurven betätigt der Pilot mit Fußpedalen das senkrecht stehende Seitenruder am Flugzeugheck. Zeigt es nach rechts, fliegt das Flugzeug eine Rechtskurve.

Station 5: Modernes Cockpit

Aufgabe:

Am Ende des Rundgangs schauen sich die Kinder das Instrumentenbrett eines Flugzeugs aus den 1940er Jahren an. Gegenüber den Flugzeugen aus der Anfangszeit der Fliegerei hat sich die Anzahl der Instrumente im Cockpit vervielfacht.

⇒ Aufgabe Seite 12

Mögliche Fragen:

Wie ist das für die Piloten, wenn sie so viele Instrumente kennen und beobachten müssen?

Wozu wurden diese Instrumente benötigt?

Was bedeutet es für die Ausbildung der Piloten?

Welche Voraussetzungen mussten Piloten erfüllen?

Anhand des Instrumentenbretts können die für den Instrumentenflug wichtigen Geräte, der Kompass und der künstliche Horizont, vorgestellt und erläutert werden. Auch hier kann gemeinsam mit den Kindern überlegt werden, welche Auswirkungen die Einführung dieser Instrumente für die Arbeit des Piloten hatte.

Die Einführung des Instrumentenflugs bedeutete für die Piloten, dass sie gewissermaßen noch einmal fliegen lernen mussten. Während die Piloten sich beim Fliegen bisher auf ihr eigenes Gefühl und ihren Gleichgewichtssinn verlassen hatten, mussten sie nun lernen den Instrumenten zu vertrauen. Dies fiel vielen Fliegern zunächst schwer. Andererseits ermöglichte der Blindflug fortan Flüge bei schlechtem Wetter und in der Nacht, da die Instrumente alle erforderlichen Informationen zur Fluglage und Flugrichtung lieferten. Die Möglichkeiten der Luftfahrt erweiterten sich damit erheblich.

Objekte, die im Kontext betrachtet werden können:

Zum Vergleich kann auch das in unmittelbarer Nähe stehende Cockpit einer Halberstadt (Frühzeit der Fliegerei) in die Betrachtung einbezogen werden. Auf diese Weise wird noch einmal der große Unterschied in der Anzahl der Instrumente deutlich.

Das Cockpit des Flugsimulators (links neben dem Instrumentenbrett der Fw 190) gibt die Ausstattung eines Verkehrsflugzeuges am Beginn der 1960er Jahre wieder. Es zeigt, wie sich das Cockpit weiterentwickelt hat.

EXKURS: Für Forscher und Entdeckerinnen (Seite 13)

VERTIEFENDE INFORMATIONEN:

Blindflug

Bei Wolken oder dichtem Nebel kann der Pilot draußen nichts mehr sehen, das heißt, er ist gewissermaßen blind. Um ein Flugzeug auch bei diesen Wetterlagen sicher zum Ziel

bringen zu können, ist der Instrumentenflug entwickelt worden. Dieser wird wegen der fehlenden Sicht des Piloten häufig auch als Blindflug bezeichnet.

Beim Instrumentenflug führt der Pilot das Flugzeug ausschließlich über Instrumente im Cockpit. Sie liefern dem Piloten alle Informationen, die erforderlich sind, um sich in der Luft zu orientieren. Die wichtigsten Instrumente bei einem Flug ohne Sicht sind der Künstliche Horizont, der die Neigung des Flugzeugs anzeigt, der Kursanzeiger sowie Höhen- und Geschwindigkeitsmessgeräte und der Kompass. Anhand der Anzeige auf diesen Geräten kann der Pilot die Fluglage und Flugrichtung seiner Maschine einschätzen. Unterstützung – insbesondere beim Landeanflug – erhält die Crew von den Fluglotsen am Boden. Mit der Entwicklung des Instrumentenflugs wurde der Flugverkehr weitgehend wetterunabhängig. Dies ist eine wichtige Voraussetzung für die Einhaltung von Flugplänen.

Abschluss des Rundgangs:

Zum Abschluss gibt es ein Diplom als Zeitreisepilot / Zeitreisepilotin.

Die Kinder tragen ihren Namen und das Datum ihres Besuchs selbst ein und können sich auf dem Heimweg an der Garderobe einen Stempel abholen.

Wenn die Gruppe noch Lust auf mehr hat, empfiehlt es sich, den Besuch der Luftfahrtausstellung auf das 4. OG auszudehnen. Hier gibt es viele weitere Objekte zu entdecken und die erlernten Begriffe können auf andere Flugzeuge angewandt werden.

Viel Spaß!