

Eingeteilte Welt

Der Himmel über Kloten ist kompliziert – und fragil. Die Launen des Wetters, widerspenstige Menschen und unberechenbare Maschinen erschweren die Herstellung des Zürcher Luftraums seit Jahrzehnten.

Im Frühjahr 1961 bot sich den Gästen des Flughafens Zürich-Kloten eine ganz spezielle Attraktion: in einer Halle gegenüber dem Flughafen war ein ausladendes, über hundert Quadratmeter grosses Modell aufgestellt worden, das den Flughafen im Massstab 1:200 zeigte. Das Ganze ähnelte einer überdimensionierten Modelleisenbahn, wobei sich die Verkehrsbewegungen naturgemäss vor allem in der Luft abspielten. Um der »Wirklichkeit« von Start und Landung dabei möglichst nah zu kommen, hatten die Konstrukteure transparente Plastikschienen anfertigen lassen, an denen entlang sich die Flugzeuge in der Luft aufrehten. Die Halle wurde zudem vom Tonband beschallt: Neben Motorengeräuschen und »Mitteilungen der Hostessen« war auch der »Funkverkehr« zwischen Kontrollturm und Pilot zu hören. Doch die eigentlichen Stars waren die Lotsen im Kontrollturm: Mithilfe komplizierter Technologien – Radar, Funk und anderer »radioelektrischer Hilfsmittel« – stellten sie sicher, dass die Maschinen bei ihrem Anflug auf Kloten nicht die Orientierung verloren, sondern, so suggerierte es jedenfalls das Modell, sicher auf dem ihn vorgezeichneten Kurs blieben.¹

In den kleinen Plexiglasschienen des Modells materialisierte sich ein Konzept, das aus dem technischen System Luftverkehr seit den fünfziger Jahren nicht mehr wegzudenken war: die »Luftstrassen«. Unsichtbar wie Plexiglas waren dies fest definierte Routen, auf denen sich die Flugzeuge durch den Luftraum bewegten. Den meisten Schweizer*innen war entsprechend gar nicht bewusst, dass solche Strassen überhaupt existierten. Der »einsame Trasadinger Weinbauer, der an einem trüben Tag die nasse Erde um seine Rebstöcke häufelt, mag wohl erstaunt sein über den Motorenlärm über seinem Kopf«, so wollte es eine erste Bestandsaufnahme zur »Flugsicherung auf dem Flughafen Zürich-Kloten« von 1949.² Vor allem aber war er, was das technische Geschehen anging, das sich damals bereits über seinem Kopf erstreckte, einigermaßen nichtsahnend. Denn so gross und weit, wie der Blick nach oben dies nahegelegt haben mochte, war der Himmel über Zürich auch schon damals nicht (mehr). Im Gegenteil: Rasant entwickelte sich dieser Himmel nun zu einer streng »eingeteilte[n] Welt«, wie es knapp zwanzig Jahre später in der Flughafenzeitschrift hiess.³

Doch die »eingeteilte Welt« des Zürcher Luftraums – ein komplexes, dreidimensionales Geflecht aus »Strassen«, »Korridoren«, »Stockwerken«, »Bezirken«, »Einflug-« und »Ausflugtoren«⁴ – war keineswegs so wohl geordnet und stabil, wie das Modell 1:200 dies suggerierte. Vielmehr musste dieser Himmel tagtäglich neu fabriziert werden – im permanenten Wettstreit mit Faktoren, die das Ideal vom reibungslosen, regelmässigen Flugverkehr geradezu kontinuierlich störten: Vom Nebel, der Lande- und Abflugbewegungen bis heute erschwert, bis hin zu den Wucherungen des Systems selbst.



Abb. 1: »Luftstrassen« zum Anfassen – hier im Modell aus Plexiglas, das seit 1961 am Flughafen zu sehen war.

Denn immer mehr Flugbewegungen mussten im Laufe der Jahre im Blick behalten werden; immer mehr »Hilfsmittel« – Funkfeuer, Telefone, Fernschreiber, Radargeräte – mussten verschaltet, gewartet und kalibriert werden. Auch diejenigen Anwohner*innen, die sich mit der hohen Lärmbelastung nicht mehr abfinden wollten, machten der Flugsicherung zu schaffen, bedeutete dies (routentechnisch) doch sehr komplizierte und kostspielige »Umwege«. Kurzum: Das hübsch anzusehende Plexiglasmodell, das 1961 am Flughafen errichtet worden war, präsentierte bestenfalls eine Art Wunschbild des Klotener Luftraums; die Realität sah häufig sehr anders und vor allem undurchsichtiger aus. Oder besser gesagt: Um Realität zu werden, um die Lüfte mit »Asphalt« zu überziehen, war ziemlich viel Betrieb am Boden nötig.

Asphaltierte Luft

»Und bald erblickt er [der Pilot] die Lichter der Piste, auf die er durch Radar und Funk wie an unsichtbaren Fäden geleitet wurde.«⁵ Die Schweizer Filmwochenschau begleitete im Dezember 1957 den Landeanflug einer Swissair-Maschine auf den Flughafen Zürich-Kloten – bei dichtem Nebel. Das telegene Manöver, der letzte und diffizilste Puzzlestein im System »Air

Traffic Control«, hiess »Blindlandeanflug«. Anstelle einer Landung auf Sicht vertraute der Pilot dabei auf die technischen Signale der vielen Instrumente im Cockpit – sowie den Anweisungen aus dem Kontrollturm, wo der Vorgang mittels »Präzisionsradar« koordiniert wurde. Kein Kinderspiel, trotz modernster Technik. Ein solcher Landeanflug verlangte »militärische Disziplin« beim Piloten und die »gespannteste Aufmerksamkeit« beim Verkehrsleiter.⁶

Vermittelt wurden derartige »Allwetterlandungen« durch eine Errungenschaft des kriegsbedingten Fortschritts: *ground-controlled approach* (GCA). Erfunden und erprobt in den USA, diffundierte das Prinzip radargestützter Flugleitung noch während des Kriegs nach Europa. Gegen Mitte der fünfziger Jahre kam die neue Wundertechnologie schliesslich in Kloten an: »Der Radarkontrollleur sieht auf diesen beiden Schirmbildern durch Nacht und Nebel hindurch das Flugzeug«, hiess es 1953 euphorisch im »Sonderheft Flughafen Zürich« der *Schweizerischen Bauzeitung*.⁷



Abb. 2: Die »Befuerung« der Klotener Landepiste aus Sicht des Piloten. Still aus: »Flugsicherheit«, 1957.

Die neuen Radaranlagen komplementierten so das bestehende System aus Peilsendern und Funkfeuern, das sich rund um Kloten nun schon seit geraumer Zeit ausgebreitet hatte: Eine »Sende- und Empfangsstation« der Marconi's Wireless Telegraph Company war bereits 1919 in Dübendorf angeliefert worden. Weitere Peilstationen, Funkfeuer und »Landebaken« folgten, unter anderem in Genf (1922), Basel-Birsfelden (1925) und Kloten (1926). Ab 1931 übernahm die Radio-Schweiz AG (heute Skyguide) den Betrieb sämtlicher Anlagen.⁸ In ihren Aufgabenbereich fiel seither die Koordination des zivilen Luftverkehrs über schweizerischem Hoheitsgebiet. Bei Kriegsbeginn waren bereits knapp sechzig Personen in der

Flugsicherung tätig. Das System funktionierte dabei noch ohne das Konzept fester »Strassen«: Die Piloten bewegten sich weitgehend frei auf ihrer Route. Die Flugsicherung bestand also hauptsächlich darin, die Flugzeuge beim Verlassen und Eintreten in einen neuen »Bezirk« (die Schweiz bestand aus zwei solchen Bezirken) sowie deren An- und Abflüge an grösseren Flugplätzen zu überwachen.⁹

Doch die Zeiten, in denen die Flugzeuge »sich selbst überlassen, [und] ihre Standorte ... unbekannt« blieben, waren gezählt.¹⁰ Bis 1949 sollte sich die Zahl des Klotener Flugsicherungspersonals verdreifachen. 180 Mitarbeiter*innen kümmerten sich nunmehr rund um die Uhr um Bezirkskontrolle, Fluginformationsdienst, Wetterdienst, Nahverkehrs- und Flugplatzkontrolle. In diese Zeit fällt auch die Umstrukturierung des Schweizer Luftraums, denn langsam kam das alte System an seine Grenzen. In der Schweiz wurde das »Luftstrassensystem« gemäss einer Richtlinie der ICAO (*International Civil Aviation Organization*) im Frühjahr 1954 eingeführt – mehr oder weniger parallel mit der »Präzisionsradaranlage« und knapp ein Jahr nach Einweihung des neuen Flughofs in Kloten, der die Kapazitäten des »Weltflughafens« noch einmal deutlich erweitern sollte. Gegen Ende der fünfziger Jahre hatten sich dort drei »radioelektrische Hilfsmittel« der neueren Flugnavigation etabliert: das *Ultrakurzwellen-Landefunkfeuer*, eine sogenannte *ILS-Blindlandeanlage (Instrument Landing System)*, beruhend auf fünf Sendern im Umkreis, und das Radar. Kommuniziert wurde per Funk – und mittels der Sprache, die nach Kriegsende auch die »zivilen Flugdienste« dominierte: eine prosaische Mixtur aus arkanen Kürzeln und Englisch. »Es blieb uns«, so konstatierte der *Pionier* 1949, »[auch] in der Schweiz nichts anderes übrig, als sich entsprechend einzurichten«.¹¹

Die Umsetzung der Vision Luftstrasse – jener »Fesseln im Luftraum«¹² – fand also weniger in der Luft als vielmehr am Boden statt. Dem Wuchern des technischen Systems entsprach so ein zunehmend engmaschiges »Netz der Vorschriften«¹³ – Veränderungen, die als durchaus einschneidend wahrgenommen wurden. Denn statt die Route zwischen Start- und Landeplatz selbst wählen zu können, mussten die Piloten fortan auf festgeschriebenen Wegen von Funkfeuer zu Funkfeuer fliegen; und statt ihre Maschinen eigenmächtig durch die Lüfte zu steuern, waren sie nun gezwungen, sich ihren Instrumenten und den Funksprüchen der Lots*innen unterzuordnen. Der »Pilot einer Kursmaschine«, hiess es noch Jahre später (und fast bedauernd) zum Thema *Straßen, die keiner sieht*, sei »bereits vom Start weg in seiner fliegerischen Freiheit stark eingeschränkt [...]«. Das gilt auch für den ganzen folgenden Reiseflug. Der freie Luftraum ist nur scheinbar frei.«¹⁴



Abb. 3: Drehfunkfeuer am Flughafen Zürich-Kloten, 1970.

Nebel

Nur scheinbar frei war der Luftraum auch von Phänomenen, die die traute Zweisamkeit von Menschen und Maschinen störten: »In Kreisen der Fliegerei wird das Wort ›Nebek‹ nicht gerne gehört«, gestand etwa die Flughafenzeitschrift *Zürich* im Winter 1970 ein. Das Wetterphänomen treffe »den Stolz – man könnte auch sagen, den Glauben an die Macht der Technik – an seiner empfindlichsten Stelle. Denn dem Nebel stehen Flieger und Ingenieure eigentlich noch immer machtlos gegenüber«. ¹⁵ Dass der Nebel den Verantwortlichen in Zürich (und andernorts) damals noch immer Kopfschmerzen bereitete, passte so gar nicht in das Bild vom rasanten technischen Fortschritt, das die Luftfahrt seit jeher von sich selbst zeichnete. Zwar hiess es nun schon seit Jahren, dass die vollständige »Automation« der Flugsicherung nur noch eine Frage der Zeit sei, und die komplett instrumentengestützte Landung praktisch eine Tatsache. Doch trotz solch guter Aussichten und trotz der enormen Ressourcen, die in neue Navigationstechnologien investiert wurden, konnte in Kloten eine Zahl nicht unterboten werden: fünfhundert Meter. Dies war die (horizontale) Sichtweite, über die ein Pilot verfügen musste, wenn er die Piste ansteuerte.

Gerade im Klotener Ried, wo in der kalten Jahreshälfte oft Nebelschwaden über dem ehemaligen Moor hingen, war diese Zahl oft deutlich niedriger. Der Flugverkehr kam an nebligen Tagen zuweilen ganz zum Erliegen und die in der Luft befindlichen Maschinen mussten auf andere Flughäfen ausweichen: »Für den Fluggast mag das eine unangenehme Verzögerung der Reise bedeuten, aber höchstmögliche Sicherheit geht vor.«¹⁶ In den Worten des Technikhistorikers Thomas Hughes gesprochen: Das Wetter war für die Luftfahrt lange Zeit der wohl hartnäckigste »reverse salient«¹⁷ – also derjenige Faktor, der das System der Luftstrassen immer wieder infrage stellte. Wetterbedingte Ausfälle entwickelten sich so zu einem massiven Kostenfaktor. Insofern verwundert es kaum, dass Luftstrassenbau und Meteorologie historisch eng miteinander verbunden waren – gerade im sumpfgesäumten Kloten, wo »gewisse [...] Flugplatznebelwitze« bald schon kursierten.¹⁸

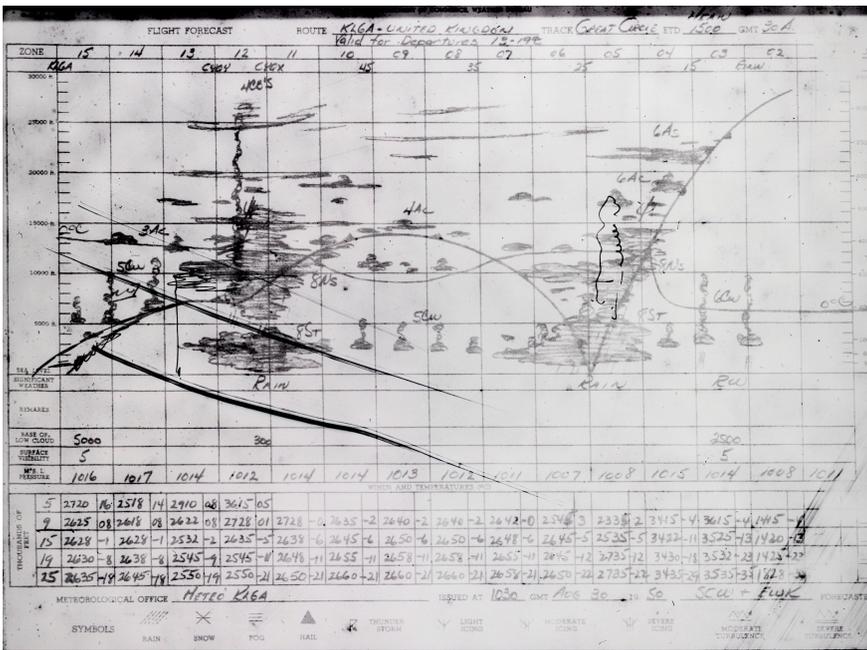


Abb. 4: Flugwettervorhersage aus dem Swissair-Archiv: Route La Guardia - Grossbritannien, 1950.

Noch vor Inbetriebnahme der ersten »Sendestation«, im Jahr 1914, richtete die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt am alten Zürcher Flughafen in Dübendorf eine Beratungsstelle für Militärpiloten ein. Nach Kriegsende stieg die Nachfrage nach Wetterberatungen im zivilen Bereich dann rasant an. Vor allem jene unvorhergesehenen »Wetteränderungen wie Sturm, Gewitter, Nebelbruch oder -auflösung, plötzliches Absinken der Wolken, Hagelschauer usw.« interessierten die entstehenden Luftfahrtgesellschaften – also auch die 1931 aus Ad Astra Aero und Balair hervorgegangene Swissair.¹⁹ Der Verkehr sollte ja »so fliessend als möglich« ablaufen.²⁰ Alle drei Stunden mussten nun in Dübendorf präzise Messungen unternommen werden – anfangs noch von Beamten des Zürcher Telegraphenamtes, 1929 wurde dann der erste (professionelle)

Flugmeteorologe eingestellt, der nun auch die mehrmals täglich stattfindenden Ballonaufstiege koordinierte. Binnen kürzester Zeit avancierte der Wetterdienst – 1954 umfasste die Zentralanstalt, nunmehr in Kloten stationiert, bereits über fünfzig Mitarbeiter*innen²¹ – zum unverzichtbaren Glied im allmählich Form annehmenden System ›Luftsicherung‹. Denn wie es genau auf den Routen am jeweiligen Tag aussah, das wussten unter den Sachwaltern des Luftraums nur die Meteorolog*innen.

Das meteorologische Wissen, das bald bis in die Stratosphäre reichte, war für das rasante Wachstum des technischen Systems Luftverkehr also ein ganz wesentlicher Baustein. Gegen den Nebel jedoch, senkte er sich erstmal über die Pisten, war auch der Flugwetterdienst machtlos. Abenteuerlichere Massnahmen, wie die »Silberjodid-Behandlung« anrückender Wolken oder der Einsatz spezieller »Heissluftgebläse«, scheint man in Kloten zwar nie ernsthaft in Betracht gezogen zu haben (immerhin leistete man sich eine »hochintensive« Befeuern der Anflugpisten).²² Um die Ausfälle zeitlich so gering wie möglich zu halten, richtete der Flugwetterdienst jedoch bald eine Aussenstation am Pistenende ein. Sobald die erforderliche Mindestsichtweite wieder per Messung bestätigt werden konnte, flogen die Maschinen wieder. Überhaupt kam es rund um Kloten zu einer ungeheuren Verdichtung an meteorologischem Expertenwissen, denn nicht zuletzt am Flughafen konnten viele Meteorolog*innen erstmals mit den neuesten Instrumenten arbeiten, etwa mit dem neuen Pyranometer für Nebelprognosen, das in den späten fünfziger Jahren angekauft wurde. Und bereits damals konnten Klotener Wetterbeobachter*innen auf die Faksimile-Telegraphie (»Fax«) zur Übersendung von handgezeichneten Wetterkarten zurückgreifen. Bald standen auch erste Computer zur Verfügung. Aufgrund der schweizweit einzigartigen Informationsinfrastruktur verlegte Mitte der siebziger Jahre die Meteorologische Zentralanstalt (heute MeteoSwiss) schliesslich komplett alle Bereiche, die mit Prognostik zu tun hatten, nach Kloten.²³

Indem sie derartige Verschiebungs- und Verdichtungsprozesse innerhalb der bestehenden, wetterkundlichen Beobachtungsnetzwerke forcierten, veränderten die Luftstrassen auch die Wissensordnung innerhalb der Meteorologie: Wurden diese Netzwerke zunächst von Vereinen und seit dem späten 19. Jahrhundert von nationalen Dienststellen getragen,²⁴ wuchsen mit den Flughäfen neue zentrale Knotenpunkte.²⁵ Die Vision vom Allwetterflug war insofern ein elementarer Wachstumsfaktor für die wissenschaftliche Unternehmung namens Meteorologie. Das (aus Sicht der Aviatik) ›ungelöste Problem‹ Nebel mobilisierte eine ganze Disziplin über Jahrzehnte – und tut es bis heute. Umgekehrt hielt das praktische Wissen vom Wetter das Strassensystem am Himmel überhaupt erst am Laufen – auch wenn selbst die genauesten Prognosen gegen die Undurchsichtigkeit des Nebels am Boden letztendlich doch nichts ausrichten konnten. Die Flughafenzeitschrift bemerkte schon im Jahr 1970: »Es liegt nun einmal im Wesen des Flugbetriebs, daß er uns – kommt er einmal zum Erliegen – die irdischen Proportionen besonders deutlich zum Bewusstsein bringt.«²⁶



Abb. 5: Meteorologin des Flugwetterdienstes auf dem Dach des Aufnahmegebäudes des Flugplatzes in Dübendorf, um 1940.

Am Boden

»Die irdischen Proportionen« – gemeint war die »ausgeklügelte und gut ausgebaute Organisation«, welche die Luftstrassen vom Boden aus koordinierte:²⁷ ein zunehmend kompliziertes Konstrukt aus Fernschreibern, Telefon- und Gegensprechanlagen, Funksendern, Fluglots*innen und deren »Weisungen«, den Bildschirmen und Anzeigetafeln, sowie den Meteorolog*innen und ihren Messeinrichtungen, die Sichtweiten, Windstärke, Wolkenhöhe, Luftdruck und andere relevante Parameter möglichst zeitnah bereitzustellen hatten. Schon der alte Dübendorfer Flughafen hatte sich in den zwanziger Jahren zu einer Art meteorologischem »Daten-Hub« entwickelt, einem »center of calculation« (Bruno Latour), wenn man so will.²⁸ Hier gingen täglich rund 2000 chiffrierte Wettermeldungen per Funk ein, die dann vor Ort zu Wetterkarten verarbeitet und innerhalb der Schweiz verteilt wurden.

»Wahrzeichen« dieser Organisation, so hiess es in den nicht wenigen Elogen auf die Flugsicherung, die man in der Flughafenzeitschrift *Zürich* bald

regelmässig lesen konnte, war der Klotener Kontrollturm, der weithin sichtbar über dem Flughafengebäude ragte – mit freiem Blick über das Rollfeld.²⁹ Dort konzentrierte sich über mehrere Stockwerke verteilt Nahverkehrs- und Flugplatzkontrolle, Bezirkskontrolle und Fluginformationsdienst. Hier siedelte sich also das »Nervenzentrum« des Zürcher Luftraums an:³⁰ Vom Tower aus sandten die Klotener Lots*innen ihre Weisungen und nahmen Funksprüche entgegen; von hier aus telefonierten sie (etwa mit anderen Flughäfen); und von hier aus versuchten sie, ins immergleiche »Dämmerlicht« der Radarräume gehüllt, sich ein Bild von den Flugbewegungen zu machen – werktags wie sonntags.³¹

Notwendig war dieses spezielle Ambiente, jedenfalls in den Anfangsjahren, um überhaupt Bedeutsames auf den Displays zu entdecken: Das Dämmerlicht sorgte für den notwendigen (hohen) Kontrast. Denn mochte man mit den unsichtbaren Mikrometerwellen des Radars auch durch Dunst und Nebel sehen, wie gerade die Hersteller solcher Anlagen und des notwendigen Zubehörs – Telefunken, Marconi, Decca, Philips und viele mehr – gerne herausstrichen,³² den Überblick über die Flugbewegungen zu behalten war in der Praxis gar nicht so einfach. Zwar würde das Radar für eine »bildliche Darstellung der Vorgänge« im Luftraum sorgen, wie man in Kloten schon 1949 wusste (oder hoffte), und zwar gewissermassen in Echtzeit.³³ Nur war, das sagten die Hersteller in der Regel nicht, auf den flackernden Bildschirmen so ohne Weiteres gar nicht viel zu erkennen. In den fünfziger Jahren verlangte allein »das Präzisionsradar mit seinen nahezu 1500 Radioröhre[n] tägliche Prüf- und Einstellarbeiten von etwa zwei Stunden«.³⁴ Mit aufwändigen Wartungsmassnahmen war es aber nicht getan: »Damit im Radarbild Berge und andere stationäre Hindernisse die Abbildung der zu beobachteten Flugzeuge nicht überdecken«, so pries etwa die Zürcher Niederlassung der Standard Telephon und Radio AG ihre »MTI-Geräte« an, brauchte es spezielle, oft mannshohe Zusatzgeräte (unter anderem zur Unterdrückung eben jener »Standzeichen«). Eine »schwierige Aufgabe«:³⁵ Auf den flackernden Röhren galt es, bewegte von stationären Objekten zu unterscheiden, und irrelevante (oder gar Artefakte) von relevanten Objekten, nämlich von Flugzeugen und Hindernissen. Dies setzte nicht nur kostspielige Gerätschaften voraus, sondern auch die entsprechende Übung bei den Operatoren. Erschwerend kam hinzu, dass die Fluglots*innen mit Telefonen, Funkgeräten und Radargeräten mehr oder weniger simultan hantieren mussten. Und auch die Zuordnung der Bildschirmsignale zu dieser oder jener Flugnummer gestaltete sich anspruchsvoll: Dies geschah mittels des sogenannten »Progreßboards« oder »Kontrollstreifenboards«, einer Art Setzkasten zur fortlaufenden und »systematische[n] Anordnung von Notizen«.³⁶ Noch in den frühen siebziger Jahren träumte man deshalb von Bildschirmen, die zur »synthetische[n] Luftlagedarstellung« kleine »Schildchen« (mit Kursnummer) integrieren würden.³⁷

Die Arbeit der Lots*innen dürfte sich so kaum weniger kompliziert ausgenommen haben als die (notorisch komplizierte) Arbeit der Pilot*innen in ihren Cockpits. Jedenfalls handelt(e) es sich bei den Tätigkeiten, die es im

Tower zu verrichten galt – beim Herstellen der »Schienen« des Himmels,³⁸ wenn man so will – um eine sehr moderne Form der Arbeit. Sitzend, gebeugt über Displays, Karten und »Hilfsmittel« aller Art – kaum gab es die Idee der Flugsicherung, da entdeckten amerikanische Luftfahrtpsychologen schon den Tower samt Besatzung. Von den Lots*innen der Zukunft, so hiess es bereits den späten vierziger Jahren, würden »unusual human capacities« gefordert sein; nur so wäre der Überfrachtung (»overload«) an Information standzuhalten.³⁹ Fast schon paradigmatisch verkörperte der Lotse den Typus »Informations-Arbeiter« der Nachkriegszeit und dessen Metier, die »Kontroll-, Steuer- und Überwachungsaufgaben«. »Es verlangt viel Konzentration und geistige Beweglichkeit«, hiess es auch über die Arbeit der Zürcher Fluglotsen.⁴⁰

Stressbelastung und Schichtdienst, die Tatsache, dass Fehlleistungen sich potentiell fatal auswirkten und die Frustration darüber, dass die zur Verfügung stehende Technik nicht selten bereits hinter den Möglichkeiten hinterherhinkte – all das führte allerdings dazu, dass Fluglots*innen in der Öffentlichkeit bald vor allem durch Streikhandlungen in Erscheinung traten. In der Bundesrepublik Deutschland etwa traten die Tower-Besatzungen in den sechziger und siebziger Jahren immer wieder in den »Bummelstreik«; und indessen drang ans Tageslicht, »dass unverhältnismässig viele [amerikanische Fluglotsen] an Herz- und Magenbeschwerden litten und dass auch ihre Scheidungsrate extrem hoch ist.«⁴¹ Sehr »hohe Frequenzen bei der Benutzung [technischer] Hilfsmittel« waren auch bei den Klotener Lots*innen zu beobachten (die nur einmal, am 20. Dezember 1972, streikten), stellte ETH-Professor Étienne Grandjean damals mittels »Multimomentaufnahmen« und »Ermüdungsmessungen« fest. Er konstatierte dabei »eine hohe Beanspruchung der Flugverkehrsleiter durch Informationsaufnahme und -verarbeitung.«⁴² Auch am Boden waren die »Strassen« der Lüfte also nicht unbedingt stabil. Jedenfalls war die Arbeit daran nicht einfach. Aus dem geplanten Neubau des Towergebäudes Anfang der siebziger Jahre – »arbeitspsychologisch« auf dem letzten Stand und vollklimatisiert, um der »Lärmeinwirkung des Flughafens« vorzubeugen – wurde vorerst dennoch nichts.⁴³ Erst Mitte der achtziger Jahre zog die Besatzung in ein neues Towergebäude um.⁴⁴



Abb. 6: Die Dübendorfer Luftsicherung im Einsatz: Peilkarte zur Positionsbestimmung, um 1940.



Abb. 7: Ein Lotse am »Kontrollstreifenboard« im Tower in Kloten, 1967.

Ende der Wundersemantik

Das System lief, trotz des Mangels an Personal, trotz der mentalen Belastung, und trotz einiger spektakulärer Zwischenfälle – darunter der katastrophale Zusammenstoss zweier Boeings 747 im März 1977 in Teneriffa –, dennoch weitgehend reibungslos. 850 000 Flugbewegungen pro Jahr wurden im Jahr 1975 über der Schweiz abgewickelt.⁴⁵ Und das System mutierte fröhlich vor sich hin: War in den fünfziger Jahren noch vornehmlich mit Wind und Wetter zu kämpfen, kamen in der Folgezeit die Anwohner*innen hinzu, mit denen die Lots*innen zu rechnen hatten. Grund dafür waren nicht Naturgewalten, sondern ein hausgemachter: Lärm. Die hohe Lärmbelastung, mit denen sich die Anwohner*innen immer weniger abfinden wollten, schnürte die »Fesseln« des Luftraums unweigerlich enger, denn sie zog kompliziertere An- und Abflugsmanöver nach sich und erschwerte so die Kontrolle des Luftraums zusätzlich. »Kostspielige Umweg[e]« – bis zu 28 Kilometer – waren zu Beginn der siebziger Jahre in Zürich notwendig geworden, um (zumindest manche) Anwohnergemeinden vom Schlimmsten zu verschonen.⁴⁶ Mitte der siebziger Jahre wurde zu dem Zweck eigens eine »laufende akustische Überwachung« installiert – eine Handvoll stationärer Mikrofone, zwei Radargeräte und mobile Messstellen – und ins System der »Flugpfadüberwachung« integriert. Die neugegründete »Abteilung Fluglärmbekämpfung« hatte die Aufgabe, peinlich genau die Flugzeuge auf »Antilärmkurs« zu halten.⁴⁷



Abb. 8: Flugsicherung durch die Radio Schweiz AG (RSAG) am Flughafen Zürich-Kloten, 1967.

Tatsächlich blieb das System (inklusive der Strassen) so über Jahrzehnte hinweg erstaunlich konservativ – man konnte sich aus Sicherheitsgründen auch nicht leisten zu experimentieren. Was sich dennoch änderte, abgesehen von den vielen, kleinen technischen Details und der schieren Quantität der zu überwachenden »Bewegungen«, war das Problem, das

eigentlich gelöst werden sollte: Galt es zunächst, die Flugzeuge überhaupt sicher zu Boden bringen, ging es bald mehr und mehr darum, systemfremde Parameter miteinzukalkulieren, Routen also nicht nur zu bauen, sondern diese entsprechend zu optimieren. Entnervte Anwohner*innen, Kerosinverbrauch, die immer höhere Flugdichte und (nach wie vor) die Unabwägbarkeiten des Wetters: all das floss in diese Kalkulation ein, die mittlerweile von einem Stück Plexiglas nur noch schlecht zur Anschauung gebracht werden konnte.

Die anfängliche Wundersemantik – unsichtbare Strassen, Blicke durch den Nebel hindurch, Bezwingung des Wetters, usw. – wich in den Folgejahren so zunehmend der Rede von der »eingeteilte[n] Welt«. ⁴⁸ Und in jedem Fall wurde der freie Himmel zur knappen Ressource: Die meisten Flughäfen, so beschwerte sich ein Fluglotse 1981, wären ja nie dafür vorgesehen gewesen, mit den »ever increasing hordes of European sunseekers« umzugehen. ⁴⁹ Inzwischen wird in Kreisen der internationalen Flugsicherung sogar die komplette Abschaffung der Luftstrassen diskutiert. Dank neuer satellitengestützter Technologie (wie GPS) können die Flugzeuge immer genauer geortet werden, und es wäre theoretisch möglich, jede Flugroute individuell festzulegen, die Luftstrasse also enorm zu flexibilisieren. ⁵⁰ Allerdings sind die Luftstrassen aufgrund der komplexen rechtlichen Normen, der Vielzahl an involvierten Akteuren und ihrer politischen Brisanz mittlerweile so fest »asphaltiert«, dass ihre Flexibilisierung de facto einem Systemwechsel gleichkommen würde. Dieser Systemwechsel würde heute zweifellos weniger Euphorie auslösen als noch in den fünfziger Jahren, als jedes Wochenende Dutzende Menschen an den Flughafen pilgerten, um das Modell der neuen Luftstrassen zu bestaunen.

Nils Güttler ist Postdoc an der Professur für Wissenschaftsforschung an der ETH Zürich. Kilian Lock studiert im Bachelor »Maschineningenieurwissenschaften« an der ETH Zürich. Niki Rhyner studiert im Master »Geschichte und Philosophie des Wissens« an der ETH Zürich. Max Stadler ist Postdoc am Collegium Helveticum (ETH Zürich).

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: »Sightseeing« im Flughafen«, Zürich. *Offizielle Zeitschrift des Interkontinentalen Flughafens Zürich-Kloten und des Verkehrsvereins Zürich* (Juli 1963), S. 10.

Abb. 2: Still aus: Schweizer Filmwochenschau, »Flugsicherheit«, 13.12.1957, aus: Filmbestand Schweizer Filmwochenschau (1940–1975), Schweizerisches Bundesarchiv, J2.143#1996/386#798-1#4, http://memobase.ch/#document/SFW_CJS_CGS-SFW_0798-4.

Abb. 3: »Strassen, die keiner sieht«, Zürich. *Offizielle Zeitschrift des Interkontinentalen Flughafens Zürich-Kloten und des Verkehrsvereins Zürich* (Herbst 1970), S. 31.

Abb. 4: Unbekannt, *Instruktion: Weather Terminal and Alternate Forecasts*, 1950, ETH-Bibliothek Zürich, Bildarchiv/Stiftung Luftbild Schweiz, LBS_SR03-05762-A.

Abb. 5: Unbekannt, *Meteorologin des Flugwetterdienstes auf dem Dach des Aufnahmegebäudes des Flugplatzes in Dübendorf*, ca. 1932–1948, ETH-Bibliothek Zürich, Bildarchiv/Stiftung Luftbild Schweiz, LBS_SR02-10587.

Abb. 6: Unbekannt, *Peilstation in Dübendorf*, 1936-1948, ETH-Bibliothek Zürich, Bildarchiv/Stiftung Luftbild Schweiz, LBS_SR01-00275.

Abb. 7: Jules Vogt, *Radio Schweiz, Flugsicherung*, 1967, ETH-Bibliothek Zürich, Bildarchiv/Comet Photo AG, Com_M16-0216-0003-0001.

Abb. 8: Unbekannt, *Flugsicherung durch die Radio Schweiz AG (RSAG) am Flughafen Zürich-Kloten*, 1967, ETH-Bibliothek Zürich, Bildarchiv/Comet Photo AG, Com_C10-112-002-001.

Literatur

- 1 »Sightseeing im Flughafen« (o.V.), in: *Zürich. Offizielle Zeitschrift des Interkontinentalen Flughafens Zürich-Kloten und des Verkehrsvereins Zürich* (Juli 1963), S. 10-11, alle Zitate in diesem Absatz: ebd.
- 2 A. Fischer: »Die Flugsicherung auf dem Flughafen Zürich-Kloten«, in: *Pionier: Zeitschrift für die Übermittlungstruppen* 22 (1949), S. 33-38, hier S. 36.
- 3 Jürg H. Meyer: »Straßen, die keiner sieht«, in: *Zürich. Offizielle Zeitschrift des Interkontinentalen Flughafens Zürich-Kloten und des Verkehrsvereins Zürich* (Herbst 1970), S. 27-37, hier S. 34.
- 4 Siehe etwa »Sterne, Funk und Radar« (o.V.), in: *Pionier: Zeitschrift für die Übermittlungstruppen* 31 (1958), S. 78-79.
- 5 Schweizer Filmwochenschau, »Flugsicherheit«, 13.12.1957, aus: Filmbestand Schweizer Filmwochenschau (1940-1975), Schweizerisches Bundesarchiv, J2.143#1996/386#798-1#4, http://memobase.ch/#document/SFW_CJS_CGS-SFW_0798-4.
- 6 H. Rutishauser: »Hüter der Luftstraßen«, in: *Zürich. Offizielle Zeitschrift des Interkontinentalen Flughafens Zürich-Kloten und des Verkehrsvereins Zürich* (Frühjahr 1965), S. 16 -17, hier S. 16.
- 7 E. Weber: »Die Flugsicherung des Flughafens Zürich«, in: *Schweizerische Bauzeitung* 71 (1953), S. 515-520, hier S. 519. Vgl. Erik M. Conway: *Blind Landings: Low-Visibility Operations in American Aviation, 1918-1958*, Baltimore: Johns Hopkins University Press (2006).
- 8 Vgl. Hr. Keller: »Die Radio-Schweiz im Dienste der Flugsicherung«, in: *Pionier: Zeitschrift für die Übermittlungstruppen* 22 (1949), S. 26-31.
- 9 Vgl. Sandro Fehr: *Die Erschliessung der dritten Dimension: Entstehung und Entwicklung der zivilen Luftfahrtinfrastruktur in der Schweiz, 1919-1990*, Zürich: Chronos (2014), S. 73-89.
- 10 Herbert Sitterding: »Die unsichtbare Strasse«, in: *Prisma: Illustrierte Monatsschrift für Natur, Forschung und Technik* 3 (1948), S.28-30, hier S. 30.
- 11 Hr. Keller: »Die Radio-Schweiz im Dienste der Flugsicherung«, in: *Pionier: Zeitschrift für die Übermittlungstruppen* 22 (1949), S. 28.
- 12 Jürg H. Meyer: »Straßen, die keiner sieht«, in: *Zürich. Offizielle Zeitschrift des Interkontinentalen Flughafens Zürich-Kloten und des Verkehrsvereins Zürich* (Herbst 1970), S. 27-37, hier S. 30.
- 13 »Sterne, Funk und Radar« (o.V.), in: *Pionier: Zeitschrift für die Übermittlungstruppen* 31 (1958), S. 78-79, hier S. 78.
- 14 Jürg H. Meyer: »Straßen, die keiner sieht«, in: *Zürich. Offizielle Zeitschrift des Interkontinentalen Flughafens Zürich-Kloten und des Verkehrsvereins Zürich* (Herbst 1970), S. 27-37, hier S. 30.
- 15 Jürg H. Meyer: »Pisten im Nebel. Wann kommt die Allwetter-Landung?«, in: *Zürich. Offizielle Zeitschrift des Interkontinentalen Flughafens Zürich-Kloten und des Verkehrsvereins Zürich* (Winter 1970), S. 31-35, hier S. 33.
- 16 »Sterne, Funk und Radar« (o.V.), in: *Pionier: Zeitschrift für die Übermittlungstruppen* 31 (1958), S. 78-79, hier S. 78.
- 17 Thomas P. Hughes: *Networks of Power: Electrification in Western Society, 1880-1930*, Baltimore: John Hopkins University Press (1983), S. 79-105.
- 18 »Sterne, Funk und Radar« (o.V.), in: *Pionier: Zeitschrift für die Übermittlungstruppen* 31 (1958), S. 78-79, hier S. 78. Zur Geschichte der Schweizerischen Flugmeteorologie vgl. Saskia Willemse, Marcel Haefliger, Tobias Grimbacher: »History of Forecasting Services in Switzerland«, in: Saskia Willemse, Markus Furger (Hg.): *From Weather Observations to Atmospheric and Climate Sciences in Switzerland*, Zürich: vdf (2016), S. 63-101.
- 19 P. Berger: »Der Flugwetterdienst in Dübendorf«, in: *Schweizerische Bauzeitung* 102 (1933), S. 141-143, hier S. 141.
- 20 E. Weber: »Die Flugsicherung des Flughafens Zürich«, in: *Schweizerische Bauzeitung* 71 (1953), S. 515-520, hier S. 515.
- 21 Vgl. Saskia Willemse, Marcel Haefliger, Tobias Grimbacher: »History of Forecasting Services in Switzerland«, in: Saskia Willemse, Markus Furger (Hg.): *From Weather Observations to Atmospheric and Climate Sciences in Switzerland*, Zürich: vdf (2016), S. 63-101, hier S. 90.
- 22 Jürg H. Meyer: »Pisten im Nebel. Wann kommt die Allwetter-Landung?«, in: *Zürich. Offizielle Zeitschrift des Interkontinentalen Flughafens Zürich-Kloten und des Verkehrsvereins Zürich* (Winter 1970), S. 31-35, hier S. 33.
- 23 Vgl. Saskia Willemse, Marcel Haefliger, Tobias Grimbacher: »History of Forecasting Services in Switzerland«, in: Saskia Willemse, Markus Furger (Hg.): *From Weather Observations to Atmospheric and Climate Sciences in Switzerland*, Zürich: vdf (2016), S. 63-101, hier S. 89-92.
- 24 Franziska Hupfer: »Ein Archiv für Wissenschaft, Staat und Nation: Klimatologische Datenpraktiken in der

- Schweiz, 1860–1914«, in: *NTM. Zeitschrift für Geschichte der Wissenschaften, Technik und Medizin* 25 (2017), S. 435–457.
- 25 Vgl. Paul N. Edwards: *A Vast Machine: Computer Models, Climate Data, and the Politics of Global Warming*, Cambridge MA: MIT Press (2010), S. 54.
- 26 Jürg H. Meyer: »Pisten im Nebel. Wann kommt die Allwetter-Landung?«, in: *Zürich. Offizielle Zeitschrift des Interkontinentalen Flughafens Zürich-Kloten und des Verkehrsvereins Zürich* (Winter 1970), S. 31–35, hier S. 31.
- 27 E. Weber: »Die Flugsicherung des Flughafens Zürich«, in: *Schweizerische Bauzeitung* 71 (1953), S. 515–520, hier S. 515.
- 28 Vgl. Bruno Latour: *Science in Action: How to Follow Scientists and Engineers through Society*, Cambridge, MA: Harvard University Press (1987).
- 29 H. Rutishauser: »Hüter der Luftstraßen«, in: *Zürich. Offizielle Zeitschrift des Interkontinentalen Flughafens Zürich-Kloten und des Verkehrsvereins Zürich* (Frühjahr 1965), S. 16–17, hier S. 16. Zur Klotener Flugsicherung vgl. Sandro Fehr: *Die Erschliessung der dritten Dimension: Entstehung und Entwicklung der zivilen Luftfahrtinfrastruktur in der Schweiz, 1919–1990*, Zürich: Chronos (2014), S. 234ff.
- 30 »Sightseeing« im Flughafen« (o.V.), in: *Zürich. Offizielle Zeitschrift des Interkontinentalen Flughafens Zürich-Kloten und des Verkehrsvereins Zürich* (Juli 1963), S. 11.
- 31 H. Rutishauser: »Hüter der Luftstraßen«, in: *Zürich. Offizielle Zeitschrift des Interkontinentalen Flughafens Zürich-Kloten und des Verkehrsvereins Zürich* (Frühjahr 1965), S. 16–17, hier S. 16.
- 32 Einen Eindruck vermittelt etwa der Anzeigenteil in *The Controller. Journal of Air Traffic Control*. Die Jahrgänge 1961–1981 sind online einsehbar auf: <http://the-controller.ifatca.org/>.
- 33 A. Fischer: »Die Flugsicherung auf dem Flughafen Zürich-Kloten«, in: *Pionier: Zeitschrift für die Übermittlungstruppen* 22 (1949), S. 33–38, hier S. 36.
- 34 E. Weber: »Die Flugsicherung des Flughafens Zürich«, in: *Schweizerische Bauzeitung* 71 (1953), S. 515–520, hier S. 520.
- 35 MTI = *Moving Target Indicator*. Siehe »Radar«, *Werbeanzeige der Standard Telephon und Radio AG Zürich*, in: *Pionier: Zeitschrift für die Übermittlungstruppen* 28 (1958), S. 93.
- 36 E. Wotzka und E. Grandjean: »Physiologische und psychologische Ermüdmungsmessungen bei Flugverkehrsleitern«, in: *Zeitschrift für Präventivmedizin* 13 (1968), S. 204–206, hier S. 204; Hans J. Zetzmann: »Der Flugleiter – Mensch oder Automat?«, in: *Der Flugleiter* 7 (1960), S. 2–7.
- 37 Oskar Heer: »Der Arbeitsplatz des Lotsen; die Belastung des Lotsen«, in: *ders.: Flugsicherung. Einführung in die Grundlagen*, Berlin: Springer (1975), S. 115.
- 38 H. Rutishauser: »Hüter der Luftstraßen«, in: *Zürich. Offizielle Zeitschrift des Interkontinentalen Flughafens Zürich-Kloten und des Verkehrsvereins Zürich* (Frühjahr 1965), S. 16–17, hier S. 16.
- 39 Paul M. Fitts (Hg.): *Human Engineering for an Effective Air-Navigation and Traffic-Control System*, Washington, D. C.: National Research Council (1951), S. 11.
- 40 Jürg H. Meyer: »Straßen, die keiner sieht«, in: *Zürich. Offizielle Zeitschrift des Interkontinentalen Flughafens Zürich-Kloten und des Verkehrsvereins Zürich* (Herbst 1970), S. 27–37, hier S. 37.
- 41 »Zahlen Sie mal eine Boeing ab«. Spiegel-Interview mit dem Vorsitzenden des Verbandes Deutscher Flugleiter Wolfgang Kassebohm«, in: *Der Spiegel* 47 (18.11.1968), S.74–76, hier S. 76.
- 42 E. Wotzka und E. Grandjean: »Physiologische und psychologische Ermüdmungsmessungen bei Flugverkehrsleitern«, in: *Zeitschrift für Präventivmedizin* 13 (1968), S. 204–206, hier S. 204.
- 43 »I. Raumprogramm«, S. 7. gta Archiv ETH Zürich, 181-0231 // Flughafen Zürich-Kloten: Flugsicherungsgebäude.
- 44 »Der Flughafen erhält ein neues Wahrzeichen« (o.V.), in: *Flughafen Information* 24 (1984), S. 10–11.
- 45 »Flugsicherung: 850 000 Flugzeuge in einem Jahr sicher geleitet« (o.V.), in: *Flughafen Information* (1975), S. 10–11.
- 46 Jürg H. Meyer: »Straßen, die keiner sieht«, in: *Zürich. Offizielle Zeitschrift des Interkontinentalen Flughafens Zürich-Kloten und des Verkehrsvereins Zürich* (Herbst 1970), S. 27–37, hier S. 29.
- 47 »Flugwegüberwachung auf dem Radarschirm« (o.V.), in: *Flughafen Information* (1979), S. 6.
- 48 Jürg H. Meyer: »Straßen, die keiner sieht«, in: *Zürich. Offizielle Zeitschrift des Interkontinentalen Flughafens Zürich-Kloten und des Verkehrsvereins Zürich* (Herbst 1970), S. 27–37, hier S. 34.
- 49 P. O'Doherty, »Delay to Air Traffic – The Controller's Point of View«, in: *The Controller* 20 (1981), S. 41–43, hier S. 41.
- 50 Vgl. Walter Jäggi: »Reformstau im Luftraum«, in: *Tages-Anzeiger*, <https://www.tagesanzeiger.ch/wissen/technik/reformstau-im-luftraum/story/10681682> (21.12.2017).