

Berlin, den 29. April 2013

## Lüftungsanlage des Filmbunkers in Tempelhof

Klaus Fitzner<sup>1</sup>

### Einleitung

Der Archiv-Bunker am Flughafen Tempelhof, der 1945 ausbrannte, wurde von einer Klimaanlage versorgt, die in einem Technikraum etwas besser den Brand überstand als das Archiv selbst. Bei der Aufarbeitung der Geschichte des Flughafens kam nun die Frage auf, wie diese Anlage wohl funktioniert haben könnte.

Die ausgebrannten Archivräume und ein kleiner Technikraum mit einem Lüftungsgerät, einigen Warm- und Kaltwasserleitungen mit Ventilen und drei Aktivkohlefiltern sind erhalten geblieben. Die Kälteanlage, die Heizanlage, ein Ventilatormotor, die Pumpen für die Kalt- und Warmwasserversorgung sind nicht mehr aufzufinden. Ein Fundament in der Heizzentrale lässt auf den Ort der Kältemaschine schließen.

### Das Gebäude und die bauseitigen Luftleitungen

Der Bunker mit 0,5 m dicken Wänden liegt auf dem Niveau des 2. und 3. Untergeschosses, die Oberkante ca. 5 m unter der Erde, der Boden des 3. UG. ca. 12,5 m unter der Erdoberfläche (Querschnitt s. Bild 1). Das Bruttovolumen beträgt 2250 m<sup>3</sup>. Die in Bild 1 gezeigten Außenmauern sind außen nochmals von einer bis zu 3 m starken Betonwand umgeben.

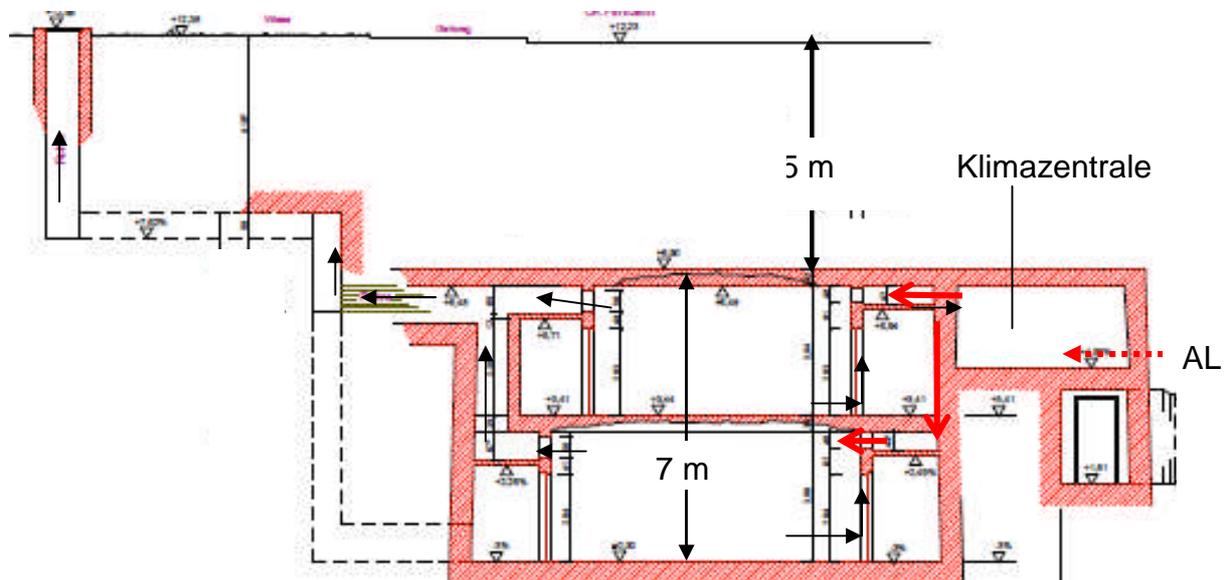


Bild 1: Schnitt durch den Bunker und die Klimazentrale

.....> Außenluft AL, → Zuluft, → Abluft, Umluft, Fortluft

<sup>1</sup> Dr.-Ing. Klaus Fitzner war von 1991 bis 2002 Professor am Hermann-Rietschel-Institut, Fachgebiet Heizungs- und Klimatechnik, der Technischen Universität Berlin.

Bild 2:  
Blick in den Flur im 3. UG. und  
in den zerstörten Luftkanal unter  
der Decke mit Überströmöffnun-  
gen in die Luftleitungen nach  
oben



Die meisten Luftleitungen bestehen aus Beton- und Rabitz-Wänden, die durch den Brand teilweise zerstört wurden. Bild 2 zeigt einen Blick in einen Flur mit der Bewehrung eines zerstörten Luftkanals an der Decke im 3. UG. Man erkennt die Einströmung in einen Verbindungskanal nach oben. Ein Teil der Luftleitungen liegt hinter den Wänden, deshalb lässt sich der gesamte Weg der Luft nicht genau verfolgen.

Die Außenluft (AL) wird in einem Schacht angesaugt und gelangt, wie auf Bild 1 dargestellt von rechts mit einem Kanal in den Technikraum. Vom Klimagerät strömt die Luft in Zuluftleitungen im 2. und 3. UG, die in den größeren Decken-Kanälen untergebracht sind. Der übrig bleibende größere Querschnitt des Deckenkanals wird für Umluft benutzt. Zu jedem Archivraum gibt es eine Öffnung in Deckennähe, durch die die Luft einströmt, um ihn auf der gegenüberliegenden Seite durch den anderen Deckenkanal zu verlassen. Dieser Deckenkanal ist mit dem Fortluftkanal links in Bild 1 verbunden. Vor dem Luftaustritt der Fortluft ins Freie befinden sich im Fortluftkanal Rohrbündel, die von außen zu erkennen sind (Bild 3). Sie dienen vermutlich zusammen mit den Umlenkungen zur Druckminderung von Druckwellen. Ähnliche Rohrbündel befinden sich auch in der Außenluftleitung.

Bild 3: Ein Blick von außen durch den ebenerdigen Gitterrost des Fortluftgitters zeigt das Rohrbündel des Fortluftkanals



Das Klimagerät arbeitet mit Umluft. Es ist nicht zu erkennen, wo die Umluft aus dem Deckenkanal zum Geräteraum strömt.

## Anforderungen an die Klimaanlage für das Archivmaterial

In dem Filmbunker lagerten vermutlich Filme aus „Nitrofilm“. Das Klima dafür soll nach heutigen Vorstellungen [1]  $+6\pm 2^{\circ}\text{C}$  und  $50\pm 5\%$  rel. Luftfeuchte betragen. Das entspricht ungefähr einem Taupunkt von  $-3\pm 2^{\circ}\text{C}$ . Im Unterschied zu Magazinen, in denen nur Temperatur und Feuchte konstant zu halten sind, müssen entstehende nitrose Gase abgeführt werden, die gesundheitsschädlich sind. Weil sich die Gase in begrenztem Umfang in Wasser lösen, wurde vermutlich zur Kühlung ein Kühlwäscher verwendet, der allerdings den Taupunkt von  $-3\pm 2^{\circ}\text{C}$  nicht erreichen kann.

## Die Archivräume

In jedem Geschoss befinden sich 5 Lagerräume, im 3. UG mit je  $60\text{ m}^3$  und im 2. UG mit je  $50\text{ m}^3$  Raumvolumen.

Bild 4 zeigt einen Blick in einen Archivraum. Über der Tür ist die Zuluftöffnung zu erkennen. Unten rechts sieht man eine weitere Öffnung. Das ist eine Öffnung für Abluft, die dafür sorgen soll, dass sich im Bodenbereich keine Gase ansammeln. Diese Abluft gelangt durch einen senkrechten Kanal in der Wand in den Deckenkanal im Flur und wird als Umluft verwendet. Die Abluftöffnung auf der anderen Raumseite liegt in gleicher Höhe wie die Zuluftöffnung, sie erstreckt sich aber über die gesamte Raumbreite.

Bild 4:

Blick in einen Archivraum. Über der Tür die Zuluftöffnung.

Die Öffnung unten rechts ist als Bodenabsaugung und für die Überströmung in die Umluftleitung vorgesehen.

In mittlerer Höhe rechts ist ein „Thermostat“ zu erkennen. Er diente als elektrischer Messfühler für die Regelung der Ventile im Kalt- und Warmwasserkreislauf.



## Die Klimaanlage

### Aufbau



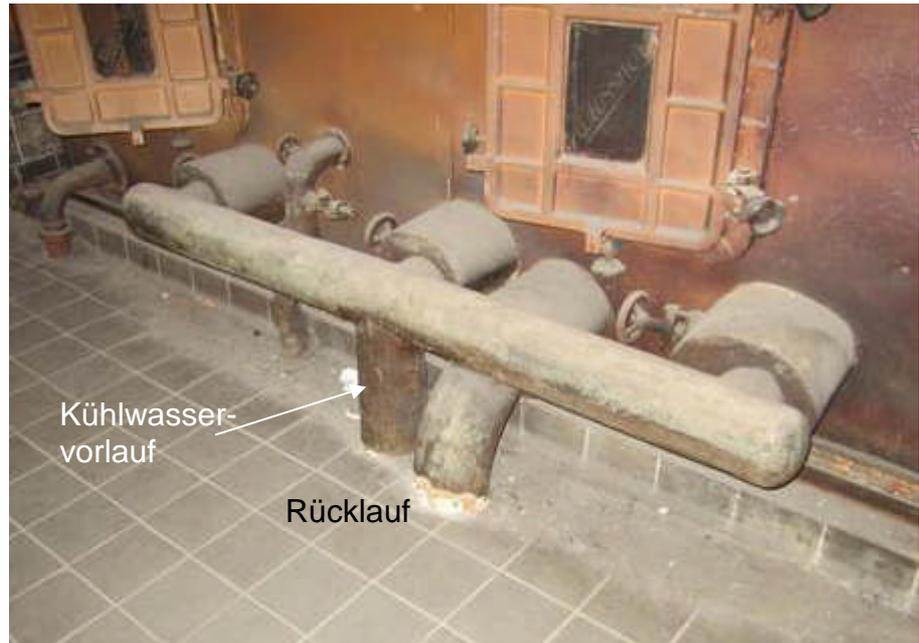
Bild 5: Blick in den Technikraum. Rechts der Kühlwäscher, Fabrikat Wiessner, links Aktivkohlefilter. Oben: Außenluftkanal zwischen Aktivkohlefilter und Klimagerät.

Das Lüftungsgerät (rechts in Bild 5) besteht aus einem Radialventilator (Höhe des Spiralgehäuses mit Ausblasung nach oben 0,78 m) (Ventilatoreinlauf s. Bild 12) und einem großen Sprühdüsenwäscher (Fabrikat Wiessner, Görlitz, Bilder 8; 9) mit drei Düsenstöcken mit je 25 Sprühdüsen. Das Gerät hat einen Querschnitt von etwa 1 m<sup>2</sup> und eine Länge von 3,2 m. Es handelt sich um einen Kühlwäscher, der nicht befeuchtet, sondern mit kaltem Wasser entfeuchtet und kühlt. Mit dem Kühlwäscher wurde überwiegend Umluft gefördert. Der Wäscher ist mit starken Kühlwasserleitungen verbunden, die nach unten führen (Bild 6) zu der nicht mehr vorhandenen Kältemaschine. Die drei Düsenstöcke und die Querschnitte der Kaltwasserleitung des Kühlwäschers deuten auf eine hohe Wasser-Luft-Zahl und eine hohe Abschlämrate hin. Das bedeutet, dass die versprühte Masse des Wassers größer war als die durchgesetzte Luftmasse, um einen hohen Kühleffekt und eine gute Abfuhr der Schadgase zu erreichen.

Über eine kleine Außenluftanlage, die aus drei großflächigen parallel geschalteten Aktivkohlefiltern, einem Ventilator (auf dem Wäscher) und einem Wärmetauscher vor dem Eintritt in das Gerät besteht, wurde Außenluft in den Kreislauf gefördert.

Der Luftkanal (0,1m x 0,5 m) von den Aktivkohlefiltern zum Zuluftventilator ist oben an der Decke auf Bild 5 zu sehen. Die Außenluft wird über die Aktivkohlefilter geleitet, links in Bild 5 und auf Bild 11.

Bild 6: Wasserleitungen vom und zum Wäscher nach unten. Sie enden in der Heizzentrale, wo auch ein Fundament zu erkennen ist, auf dem vermutlich die Kältemaschine stand.



Den prinzipiellen Aufbau der Klimaanlage zeigt Bild 7. Die Außenluft strömt über die drei Aktivkohlefilter und wird von einem kleineren Ventilator über einen Wärmetauscher für den Winterbetrieb am Wäscheranfang in das Gerät gefördert. Dort mündet auch die Umluft aus dem 2. und 3. UG in das Gerät (Bild 10).

Das Gerät besteht aus dem Wäscher mit 3 Düsenstöcken (Bild 8) mit je 25 Düsen, die das Kühlwasser in Strömungsrichtung sprühen, und einen Tropfenabscheider. Darauf folgt der Radialventilator, dessen Einlauföffnung auf Bild 12 teilweise zu sehen ist. Er fördert die Zuluft über einen Erhitzer in Luftkanäle, die in den größeren Deckenkanälen in den beiden Geschossen liegen.

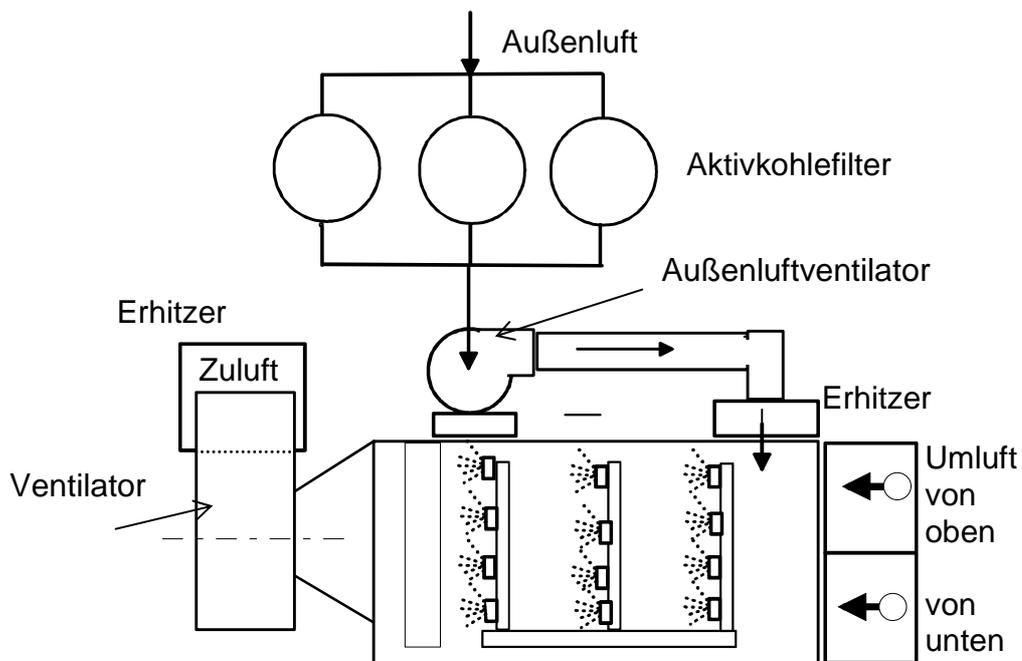


Bild 7: Prinzipieller Aufbau der Klimaanlage



Bild 8: Blick in den Wäscher auf zwei der 3 Düsenstöcke

Bild 9: Eine Tür des Kühlwäschers  
Man erkennt innen die Tropfenabscheider.



Bild 10: Blick auf den Umlufteintritt vom oberen und unteren Geschoss ins Gerät. Das Rohr oben rechts ist der Rücklauf des Zulufterhitzers, dessen Unterkante zu erkennen ist.



Bild 11: Aktivkohlefilter in der Außenluftleitung zum Ventilator

Jedes Aktivkohlefilter wird von unten nach oben durchströmt. Es hat einen Durchmesser von 1 m und eine Höhe von 1,13 m. In einer Höhe von 0,96 m hat es einen Teilungsflansch und bis zu dieser Höhe reichte vermutlich auch die Aktivkohleschicht. Am Eintritt der Außenluft in das Lüftungsgerät befindet sich ein horizontal eingebauter Lamellenwärmetauscher, der die Außenluft im Winter erwärmt hat. Der Wäscher war im Winter bei Außentemperaturen unter 5°C nicht in Betrieb.



Bild 12: Ventilatoreinlauf

### **Arbeitsweise**

Der Sprühdüsenwäscher wird mit Kaltwasser beschickt, das von einer Kältemaschine gekühlt wird. Von der Kältemaschine ist nur bekannt, dass sie mit Ammoniak als Kältemittel arbeitete und eine Kälteleistung von 50 kW hatte. Kühlenergie ist erforderlich für die Kühlung und Entfeuchtung der Außenluft (max. ca. 16 kW), und die Antriebsenergie der Ventilatoren und der Pumpen. Der Wärmeeintrag aus dem Erdreich (1000 m<sup>2</sup> Bunkeroberfläche) war vermutlich zu vernachlässigen.

Aus den Abmessungen der vorgefundenen Geräte lassen sich folgende Daten abschätzen: Die minimal erreichbare Temperatur des Wäscherwassers und damit ungefähr der Taupunkt der Luft hinter dem Wäscher wird um 5°C gelegen haben. Die Luft muss danach erwärmt werden auf ca. 13°C, um eine relative Feuchte von 60% zu erhalten. Die heutige Wunschvorstellung von 6±2 °C und 50±5% relativer Feuchte ließ sich mit der Anlage nicht erreichen. Nur an kalten Wintertagen bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkt war das ohne Betrieb der Sprühdüsen möglich.

Jedes der drei Aktivkohlefilter hat 900 m<sup>3</sup>/h Luft gefiltert, so dass ein Außenluftvolumenstrom von 2700 m<sup>3</sup>/h gefördert wurde. Aus den Abmessungen geschätzte Daten des Klimagerätes: Der Gesamtluftvolumenstrom ergibt sich aus dem Gerätequerschnitt von 1m<sup>2</sup> und einer geschätzten Luftgeschwindigkeit von 2,5 m/s: Volumenstrom 2,5 m<sup>3</sup>/s = 9000 m<sup>3</sup>/h, das entspricht einem 16fachen Umluftwechsel bezogen auf das Archivvolumen.

### **Regelung**

Die Regelung erfolgte mit Ventilen auf der Wasserseite mit elektrischen Antriebsmotoren. An verschiedenen Stellen des Luftstroms, in der Außenluft und in den Räumen waren elektrische Temperaturfühler angebracht, die als Thermostate beschildert sind. Auf Bild 4 ist oben rechts ein solcher Thermostat im Raum zu erkennen. Es ist vermutlich ein Widerstandsthermometer.

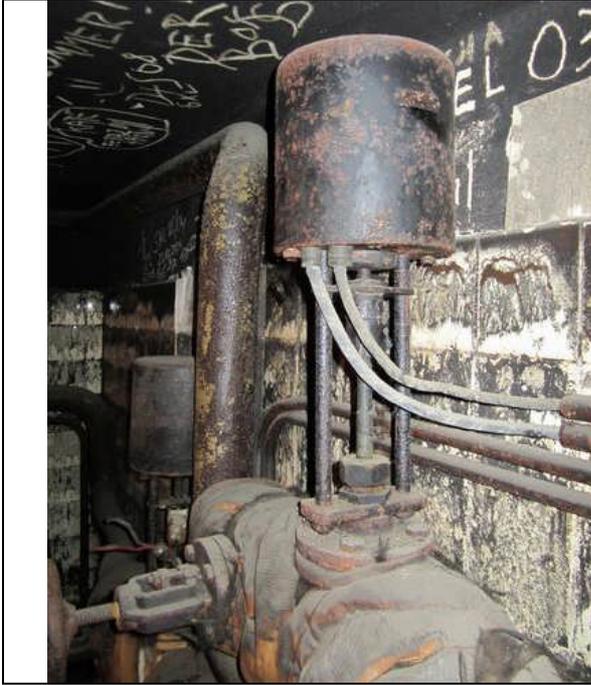


Bild 13: Elektrisch regelndes Ventil für das Kaltwasser und entsprechend für das Warmwasser

### Literatur

[1] Bundesarchiv: Nitrozellulosefilm <http://www.bundesarchiv.de/index.html.de>