

Milorad Kremenović, BSc.

Flughafen Banja Luka Die neue Stadthauptstraße

MASTERARBEIT

zur Erlangung des akademischen Grades

Diplom-Ingenieur

Masterstudium Architektur

eingereicht an der

Technischen Universität Graz

Betreuer

Trummer Andreas, Assoc.Prof. Dipl.-Ing. Dr.nat.techn.

Institut für Tragwerksentwurf

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe. Das in TUGRAZonline hochgeladene Textdokument ist mit der vorliegenden Masterarbeit identisch.

Datum

Unterschrift

"The airport runway is the most important main street in any town."

Henry R. Lehrer



Der Flughafen Banja Luka ist einer von vier internationalen Flughäfen innerhalb der territorialen Grenzen von Bosnien und Herzegowina. Er weist eine sehr gute strategische Position auf, jedoch wird diese zur Zeit nicht optimal genutzt. Durch die Betrachtung des Zustands der bestehenden Infrastruktur und Flughafenobjekte kann man feststellen, dass der Flughafen veraltet ist, und keine ausreichende Funktionalitäten und Anforderungen erfüllt. Aus diesem Grund ist der Flughafen "Banja Luka" in der Region nicht konkurrenzfähig.

Das Ziel dieser Arbeit ist durch die Betrachtung und Analyse der verschiedenen Aspekte, die Potenziale für die Erweiterung des Lufttransports herauszufinden und alles auf ein höheres Niveau zu heben. Die Schwerpunkte liegen in den touristischen Potenzialen, den Cargotransport, den Low-Cost Fluggesellschaften und den Menschen aus Bosnien und Herzegowina, die in die EU-Länder immigriert sind. Alle diese Aspekte sollten ein klares Bild definieren in welcher Richtung sich die Flughafenstrategie entwickeln könnte.

Nach dem analitischen Teil der Arbeit, die als Leitlinie für die zweite Phase der Arbeit dient, geht es in der zweiten Phase um das Konzept und den Entwurf des Flughafenterminals auf dem Gelände des bestehenden Flughafenareals. Vor allem wird das neue Terminalgebäude, der Hangar und das Cargogebäude entworfen. Der Schwerpunkt liegt im Tragwerksentwurf und den Konzepten für größere Spannweiten.

INHALTSVERZEICHNIS

EIDESSTÄTTLICHE ERKLÄRUNG

ABSTRAKT

1

1 EINLEITUNG

8 - 37

1.1. Geschichte der Flughäfen und der Luftfahrt-	10 - 13
1.2. Flughafen - Abschnitte, Funktion, Kategorisierung	14
1.3. Terminal-/ Verwaltungsgebäude	15
1.3.1. Terminalgebäude - Anforderungen und Anlagen	15
1.3.2. Umgang mit Passagieren	16
1.3.3. Gebäudekonzepte und Organisation	17
1.3.3.1. Vertikale Konzeptentwicklung	18
1.3.3.2. Position der Schürze (Aprons)	19 - 21
1.4. Parking Konfiguration	22 - 23
1.5. Referenzbeispiele	24
1.5.1. TWA Flight Centre	24 - 26
1.5.2. Jackson Hole Airport	27 - 29
1.5.3. David the Builder International Airport	30 - 31
1.6. Hangar	32
1.7. Referenzbeispiele	33
1.7.1. Orvieto Hangar	33
1.7.2. Hangar H16	34
1.8. Cargogebäude	35 - 37

2

2 STANDORTANALYSE - FLUGHAFEN BANJA LUKA

38 - 59

2.1. Lage und Charakter	44
2.2. Infrastruktur und Verkehrsanbindungen	45 - 47
2.3. Natur, Geologie und Wetterbedingungen	48 - 49
2.4. Bestand	50 - 59

3

3 ANALYSE DER POTENZIALE DES LUFTVERKEHRS

60 - 69

3.1. Analyse der Potenziale des Zivil-Verkehrs	63
3.1.1. Zielgebiet, Anzahl der Bewohner und regionale Flughafennetzwerke	63 - 64
3.1.2. Bevölkerungsanteil in den EU-Ländern	65
3.1.3. Tourismus	66
3.1.4. Low-Cost Fluggesellschaften	67
3.2. Wirtschaftliche Entwicklung - Cargotransport	68
3.3. Hangar - Bedarfsanalyse	69

4**ENTWURF**

- 4.1. Konzept
- 4.2. Baukörperentwicklung
- 4.3. Funktionen
- 4.4. Plandarstellung
 - Flächenaufstellung
 - Lageplan
 - Grundrisse
 - Schnitte
 - Ansichten

70 - 99

72 - 73

74 - 75

76 - 78

79 - 99

5**TRAGWERKSENTWURF**

- 5.1. Konstruktionsprinzip
- 5.2. Statische Berechnung - RFEM
- 5.3. Konstruktionsdetails

100 - 115

102 - 103

104 - 107

110 - 117

6**VISUALISIERUNG****118 - 131****7****ANHANG**

- Literaturverzeichnis
- Quellenverzeichnis
- Abbildungsnachweis
- Danksagung

131 - 137

1

Einleitung

1.1. GESCHICHTE DER FLUGHÄFEN UND DER LUFTFAHRT

“The airport is seen as a twentieth-century postscript to the essentially nineteenth-century history of transportation building, of which the railway is the prime example...it is less a new building type than a development of an older, well established typology”¹

Die Entwicklung des Zivilflughafens hat sich durch die Geschichte ständig geändert. Aufgrund immer größerer Anforderungen im Luftverkehr (Anzahl der Passagiere und Ware), hat diese in weitere Folge zur Entwicklung größerer Flugzeuge geführt. Es ist ein Kreislauf, der sich immer weiter ausbreitet.

Erste Flughäfen entstanden nach dem Ende des ersten Weltkrieges. Die militärischen Flugzeuge sind in Zivile umgewandelt worden. Flughäfen waren zu diesem Zeitpunkt sehr minimalistisch. Der Abflug und die Ankunft haben auf Wiesen stattgefunden. Die Maschinen waren in kleinen Holzbaracken positioniert. Ein Terminalgebäude existierte damals nicht, da diese Verkehrsart nicht populär und attraktiv war. Deshalb mussten die Passagiere auf dem Feld auf die Flüge warten.²

In den kommenden Jahren entwickelte sich der Luftverkehr und auf der Luftschiffausstellung 1909 landete Graf Zeppelin (Flugpionier) mit seinem Luftschiff LZ 2. Kurz danach wurden die ersten Fluggesellschaften gegründet. Diese haben versucht besseren Komfort für die Reisenden anzubieten. Der erste Schritt war das Flughafenfeld enger mit der Stadt zu verbinden, als auch bessere Unterkünfte für die Passagiere zu bieten.

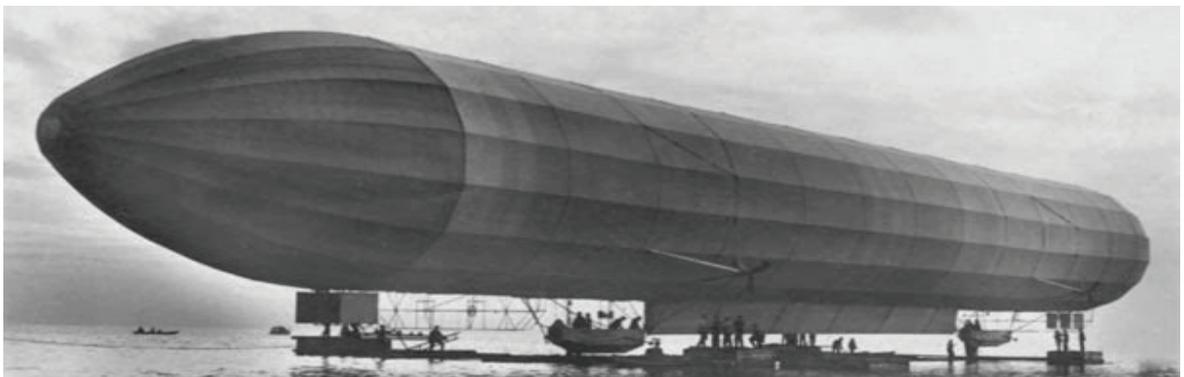


Abb. 1.1. - Luftschiff LZ 2

¹ Brian Edwards, *“The modern terminal”*, 1998.

² Vgl: *“Civilni aerodromi i aerodromski putnički terminali”*, prof. DR. Fejzić Emir, Sarajevo 2005.

Der Luftverkehr, als Mittel des Transports wuchs ständig und beeinflusste neue Entwicklungen die in den 1920er folgten.

Das erste permanente Terminal und der Flughafen entstanden 1922 in Weimar, Deutschland, um die bessere Verbindung mit dem restlichen Teil Deutschlands zu gewährleisten. Später entwickelten sich die anderen Flughäfen, vor allem der bekannteste Flughafen Berliner Tempelhof in 1923. Obwohl Deutschland in dem ersten Weltkrieg besiegt war, nahm es die führende Position im Luftverkehr dieser Zeit ein.³



Abb.1.2. - Flughafen Berlin Tempelhof, 1923

Obwohl Deutschland in dem ersten Weltkrieg besiegt war, nahm es die führende Position im Luftverkehr dieser Zeit ein.³

Die nächste Phase der Entwicklung fing in den 1930er Jahren an. Wichtige Punkte, die für diesen Zeitraum bedeutend waren: die Abtrennung der Fluggesellschaften von den Flughäfen, die Terminalgebäude für die Passagiere wurden gebaut, und die Flugzeugstehplätze wurden mit Asphalt befestigt, jedoch bleibt die Piste noch immer nicht asphaltiert.

Während des zweiten Weltkriegs stagnierte der zivile Luftverkehr und erst nach dem Ende des zweiten Weltkriegs fing die nächste Epoche des Flughafenbaus an.

Die Entwicklung der großen Flugzeuge, der erhöhte Lebensstandard und die Anzahl der Reisenden vervielfältigte die Anforderungen denen ein Flughafen entsprechen sollten. Aufgrund von höheren Lasten wurden die Flugzeugpisten verdichtet oder mit Beton und Asphalt verlegt. Die Terminalgebäude wurden immer größer und mit neuen Einrichtungen vorgesehen.⁴

Die führende Rolle in den 50er und 60er Jahren des 20. Jahrhunderts übernahmen die Sieger des zweiten Weltkriegs, vor allem England (Heathrow Flughafen in London), USA (New York's Idlewild) und Frankreich (Orly in Paris). Die Flughäfen dieser

³ Vgl.: John Zukowsky, "Building for Air Travel", Oktober 1996.

⁴ Vgl: "Civilni aerodromi i aerodromski putnički terminali", prof. Dr. Fejić Emir, Sarajevo 2005.

Zeit waren auch eine Attraktion für die Menschen, weil sie die Möglichkeit hatten, die Flugzeuge durch riesige Glasflächen zu beobachten, als auch die Flughafenrundfahrt.⁵

In den 70er Jahren fing die Epoche der sogenannten Airport cities⁶, die als Vorläufer



Abb. 1.3. - Flughafen Idlewild New York, 1950er

der heutigen Flughafen betrachtet wird an. Hauptgrund für die Entwicklung der Airport city war das Aufkommen der neuen, riesigen Flugzeuge mit einer Kapazität von mehr als 200 Personen, wie z.B. Lockheed Tristar (250-400 Personen).

Größere Flugzeuge bedeuten gleichzeitig eine größere Anzahl der Personen am Flughafen, was Einflüsse auf die Sicherheit, Unterkunft, Flughafenplanung usw. mit sich zieht. Die Hauptaufgabe neuer Flughäfen war Multifunktionalität zu ermöglichen und gleichzeitig Vielfältigkeit der Dienstleistungen anzubieten, damit die Passagiere entsprechenden Komfort genießen können. Weiters die Wartezeiten qualitativ benutzen zu können und das alles ohne Sicherheitsbedenken und mit möglichst kurzen und klar definierten Wegführungen.⁷

Heutzutage sind die Flughäfen nur eine Weiterentwicklung der Airport cities. Prinzip-

⁵ Vgl: John Zukowsky, "Building for Air Travel", Oktober 1996.

⁶ Flughafen-Bereich einschließlich der Flughafen (Terminals, Schürze und Start-und Landebahnen) und Flughafen-Unternehmen wie Luftfracht, Logistik, Büros, Einzelhandel und Hotels.

⁷ Vgl: Güller Güller, "From Airport to Airport city", 2001.

iell funktioniert der Flughafen ähnlich wie in der Vergangenheit. Einige Dienstleistungen sind neu eingeführt worden, einige sind entfernt und einige optimiert worden. Seit den 1990er Jahren wurden neue Flugzeuge wie NLA⁸ eingeführt, aus diesem Grund sollten die bestehenden Flughäfen (Terminalgebäude, Piste usw.) rekonstruiert und angepasst werden als auch bei der neuen Planung im Vorfeld berücksichtigt werden. Der Flughafen funktioniert heutzutage als Stadt für sich selbst.

“Culturally, economically and socially the modern airport is the new point of exchange between people, companies and nations. Some argue that airports are a superior kind of city...⁹

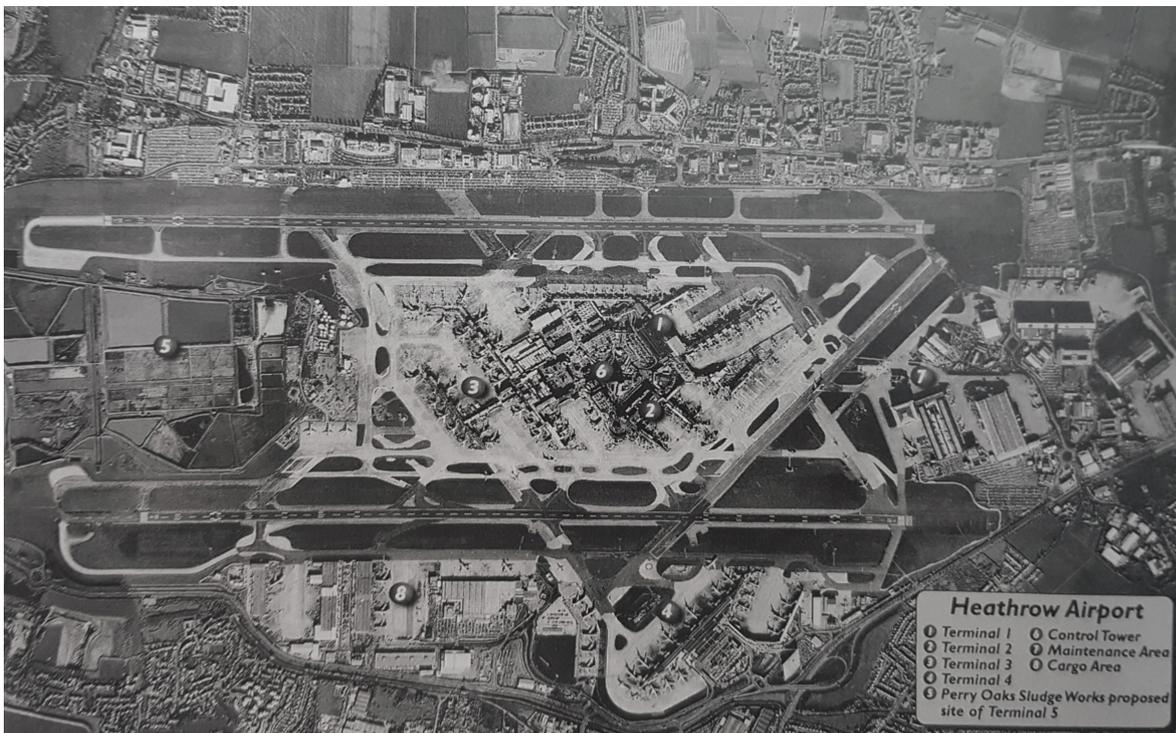


Abb.1.4. - Flughafen Heathrow London, 21. Jh.

⁸ NLA -New Large Aircraft, Flugzeuge mit größeren Länge und Flügenspannweite, als auch Kapazität (555 bis 880 Personen).

⁹ The modern terminal - new approaches to airport architecture.

1.2. FLUGHAFEN - ABSCHNITTE, FUNKTION, KATEGORISIERUNG

Der Flughafen der Gegenwart ist eine multifunktionale Einheit, ein Zusammenhang von unterschiedlichen Funktionen und Räumlichkeiten, die auf einem Platz statt finden. Prinzipiell sind alle Flughäfen durch folgende Begriffe gekennzeichnet und umfasst:

Kategorisierung - Im Sinne von Planung, Entwicklung und Zulassung des Flugplatzes, ist es wichtig Kriterien zu erstellen, nach welchen die Flugplätze aufgeteilt werden. Zwei wesentliche Kriterien laut Internationaler Zivilluftorganisation (ICAO) sind:

- Kategorisierung nach dem Referenzcode und
- Kategorisierung nach dem an der Startbahn und Landebahn vorherrschenden Flugbetrieb.

Abschnitte - Der Flughafen lässt sich grundsätzlich in zwei Abschnitte aufteilen: Luftseite und Landseite. Unter der Luftseite versteht man alle Dienstleistungen, Prozesse und Objekte, die einem Flugzeug dienen (Ab- und Ankunftspiste, Stehplätze, Nebenwege, usw.). Im Gegensatz dazu gibt es die Landseite. Sie besteht aus dem Verwaltungsgebäude, dem Kontrollturm, der Terminalgebäude, den Garagen, den öffentlichen Parkanlagen und den Cargogebäuden.¹⁰

Funktion - Im Sinne der Funktionalität und des Erfüllen von erforderlichen Dienstleistungen, sind die Flughäfen in folgende Systeme untergliedert:¹¹

- Flugzeug-Handbedienung - die Wartung, Sicherheitskontrolle, Betriebsstoffversorgung usw.
- Gepäckhandhabung - Empfang, Behandlung, Kontrolle und Lieferung
- Handbedienung von Passagieren - Ankunft und Abflug, Kontrolle, Unterkunft, zusätzliche Dienstleistungen
- Flughafensteuerung - Systeme für die Wartung und Verwaltung von Flughafenanlagen.

¹⁰ Vgl: "Aerodrome Design Manual - Part 2" ICAO, Fourth Edition, 2005.

¹¹ Vgl: "Civilni aerodromi i aerodromski putnički terminali", prof. Dr. Emir Fejzić, 2005.

1.3. TERMINAL - VERWALTUNGSGEBÄUDE¹²

1.3.1. Terminalgebäude - Anforderungen und Anlagen

Das Terminalgebäude steht als Übergangszone zwischen der Außenwelt und dem Flugzeug. Die Hauptaufgabe ist eine fließende Bewegung von Passagieren und Gepäck (bei Bedarf Cargo) vom Eingang bis zum Flugzeug zu gewährleisten. Mit der fortschrittlichen Entwicklung und den immer größeren Anforderungen entsteht im Zwischenraum der Bedarf nach zusätzlichen Dienstleistungen, um die Funktionalität des Terminalgebäudes auf einen höheren Niveau zu heben.

Grundsätzlich können wir diese Anforderungen in folgende Gruppen unterteilen:

a. Unterkunft und Anlagen für die Fluggesellschaft: Administration und Personalräumlichkeiten, Lagerräume für Unterkunft und Behandlung des Gepäcks, Büroräumlichkeiten, Passagierzähler (Ticketverkauf, Check-In etc.), Sanitäreanlagen, Buffet usw.

b. Unterkunft und Anlagen für Kontrollbehörde: Personal und Gepäck, Cargoräumlichkeiten, Büroräume für die Flugzeugdokumentation, Ersatzteile für die Flugzeuge usw.

c. Unterkunft und Anlagen für die Presse: Räumlichkeiten für Personen, die für Beziehungen zur Öffentlichkeit zuständig sind.

d. Unterkunft und Anlagen für die "Gäste": Räumlichkeiten, die zum hinaus leiten oder abfangen der Gäste verwendet werden können.

e. Unterkunft und Anlagen für alle Flughafennutzer inkl. Personal: Restaurants, Buffet, Sanitäreanlagen (mit Duschen), Warteräume für die Passagiere, Sitzgelegenheit usw.

f. zusätzliche Inhalte: Post, Geldwechselbüro, unterschiedliche Arten von Shops und Trafik, Anlage für die Erste Hilfe oder medizinische Behandlung, Gepäckschließfächer, ausreichende Sitzgelegenheiten, Duschen, Resträume...

¹² Vgl (gesamte Kapitel 1.3., S.15-23.): "Airport buildings and aprons - Principle and Guidance Material" IATA Reference document, Third Edition, August 1962.

Vgl: "Aerodrome Design Manual - Part 2", ICAO, Chapter 3 and 9, Fourth Edition, 2005 und

Vgl: "Pravilnik o aerodromima" - Službeni glasnik BiH broj 9/11, 07.02.2011.

1.3.2. Umgang mit Passagieren

Die Bewegung der Passagiere läuft in mehreren Abschnitten, die schon im Punkt 1.3.1. erklärt wurden, ab. In der Regel sind die Terminalgebäude so organisiert, dass gleich neben dem Eingang die Check-In Schalter positioniert sind. Danach sind folgende Anlagen angeordnet: Reisepasskontrolle, Separation der Passagiere auf inländische oder internationale, bei Bedarf auch eine VIP Zone. Schließlich erfolgen dann Gate Lounges mit Inhalten wie z.B. Restaurants, Shops, Post, Sitzgelegenheiten etc., aus denen der Eintritt ins Flugzeug gewährleistet wird. Ein wichtiger Punkt ist auch eine Transitzone zu berücksichtigen. Es ist wichtig dass alle diese Anlagen schnell und einfach für die Passagiere zur Verfügung stehen, damit eine problemlose und schnelle Bewegung von Passagieren und Gepäck von Haupteingang bis zum Flugzeug gewährleistet werden kann.

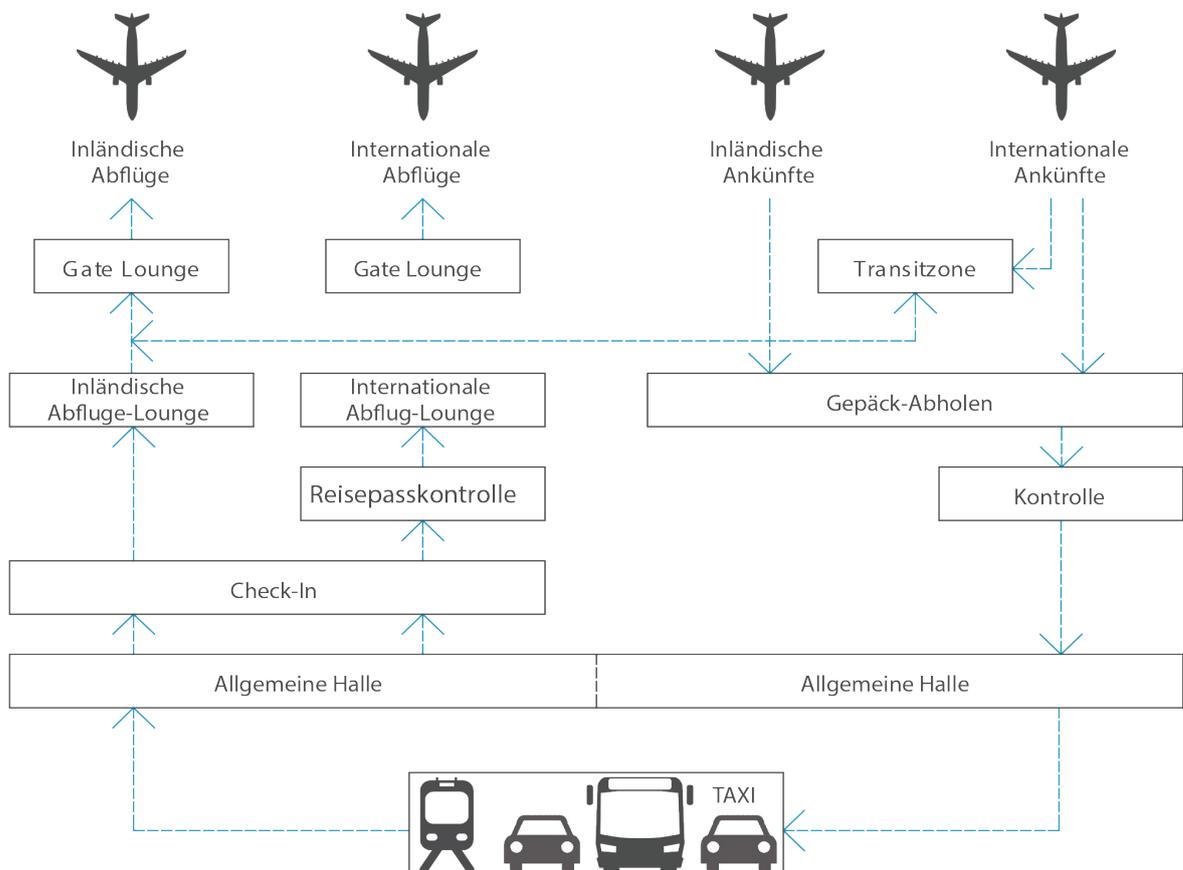


Abb.1.5. - Ablaufphasen von Haupteingang bis zum Flugzeug

1.3.3. Gebäudekonzepte und Organisation

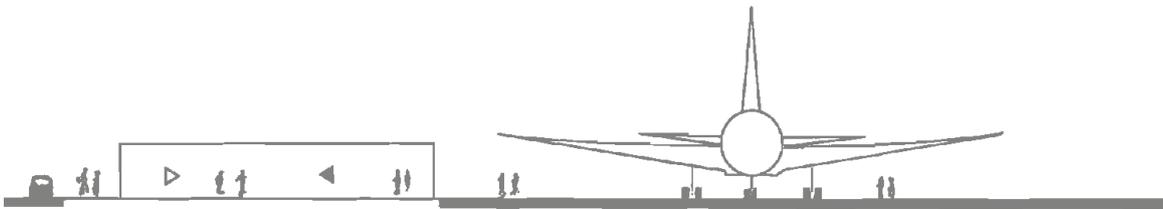
Das Terminalgebäude lässt sich auf unterschiedliche Art und Weise organisieren. Daraus entstehen folgende Kategorien, welche die Terminalgebäude bestimmen:

Vertikale Konzeptentwicklung:

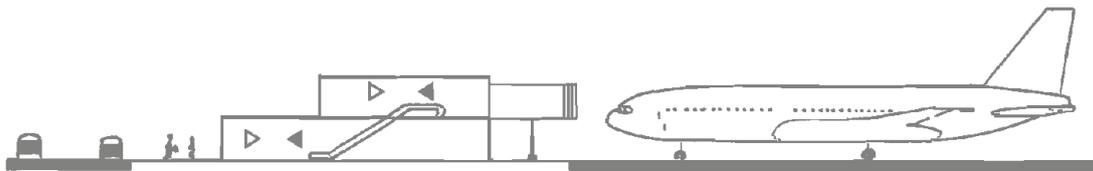
- auf einer Ebene
- auf eineinhalb Ebenen
- auf Zwei Ebenen
- auf drei Ebenen

Position der Schürze (Aprons):

- Einfaches System
- Lineares System
- Pier- oder Fingersystem
- Satellit
- Open Apron¹³
- Hybrides System



a) single level road/single level terminal



b) single level road/double level terminal

Abb.1.6. - Terminalgebäude, vertikale Entwicklung

1.3.3.1. Vertikale Konzeptentwicklung

Auf einer Ebene - Alle Prozesse die Passagiere und Gepäckbehandlung betreffen, finden auf gleichen Ebenen statt. Solche Terminalgebäude sind einfach und kostengünstig zu bauen, was diese sehr attraktiv macht. Aufgrund ihrer Größe ist die Flughafensteuerung unkompliziert.

Eineinhalb Ebenen - Das Funktionalitätsprinzip stellt eine Trennung der Terminalgebäude auf eine Land-Seite, in welcher der Ablauf von Prozessen auf einer Ebene stattfindet, und im Gegensatz dazu auf eine Luftseite, welche auf zwei Ebenen organisiert ist. So ein Konzept eignet sich sehr in den Fällen wo z.B. inländischer oder internationaler Verkehr frequenter ist. In diesem Fall kann ein Teil des Terminals auf eine Ebene positioniert und ein zweiter Teil auf zwei Ebenen positioniert werden. Dadurch wird eine bessere Organisation geschaffen.

Auf zwei Ebenen - Der Ablauf der Prozesse erfolgt auf zwei Ebenen. So eine Lösung bringt viele Vorteile mit sich, vor allem für die Flughafensteuerung und die Organisation. Trennung von Abflug und Ankunftsbereich, Erweiterung vom Terminal mit Hilfe von Piers, bessere Behandlung von Passagieren und Gepäck etc. Auf der anderen Seite bringt es auch einige Nachteile, im Sinne von erhöhten Preisen für den Gebäudeaufbau, als auch höheren Betriebskosten aufgrund der zahlreichen technischen Systeme und Erschließungen (elektrische Treppe, Lifte usw.)

Auf drei Ebenen - Dieser Bauprinzip kommt in Verwendung bei Flughäfen mit sehr hohen Verkehrsfrequenzen, aber nur wenn es nicht möglich ist, diesen auf zwei Ebenen zu bauen, da es extrem kostenintensiv ist. Was als Vorteil betrachtet werden könnte, ist die Anordnung von internationalen und inländischen Passagieren und Gepäck auf drei getrennten Niveaus.

1.3.3.2. Position der Schürze (Aprons)

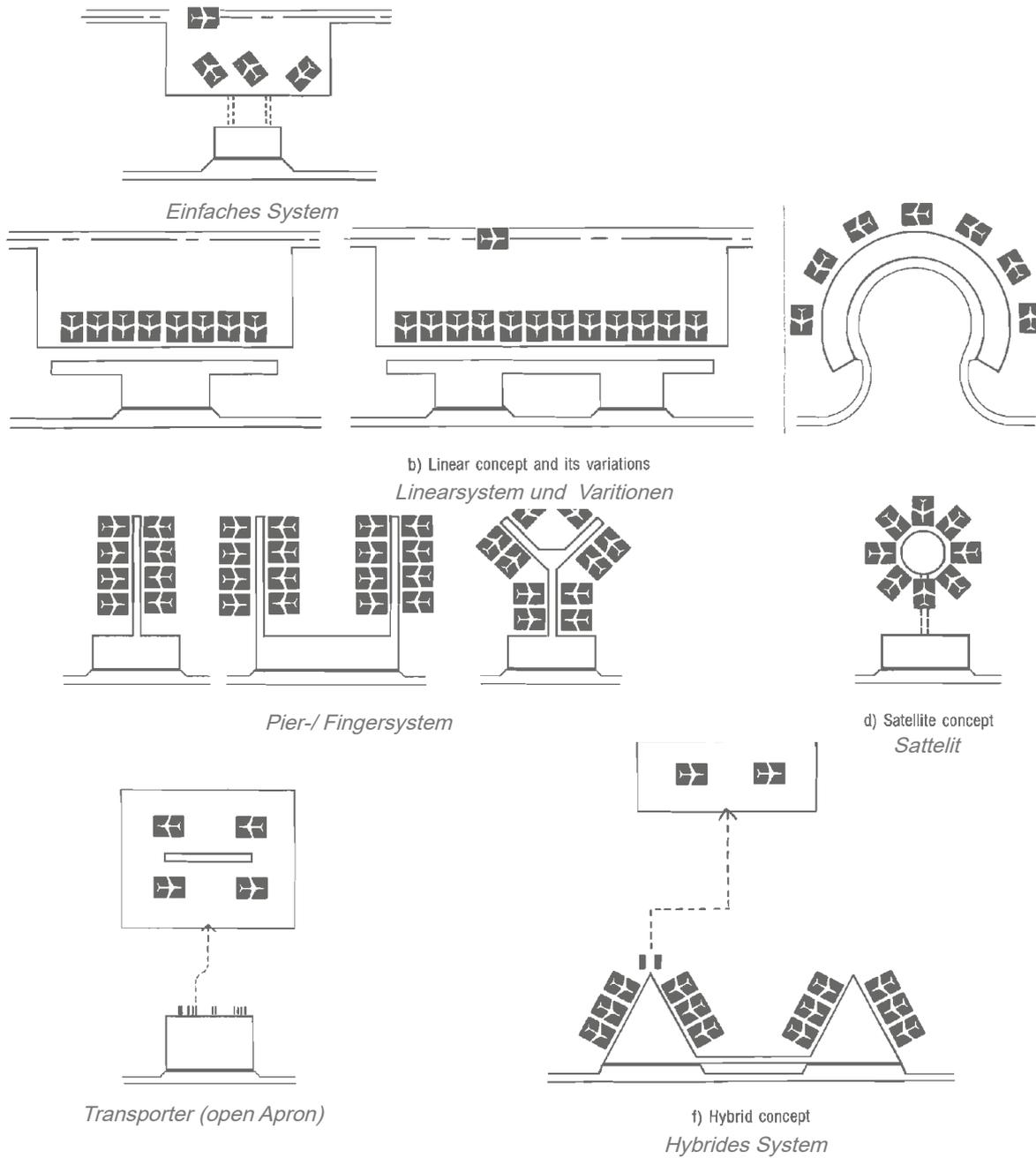


Abb. 1.7. - Terminalgebäude, Schürze (Aprons)

Einfaches System - Dieses Konzept eignet sich für Flughäfen mit niedrigen Verkehrsfrequenzen. Die Passagiere können das Flugzeug zu Fuß durch den Außenraum erreichen und mit Hilfe von hydraulischen Treppen ins Flugzeug einsteigen.

- ⊕ - ökonomische Lösung
- gute Abstellmöglichkeiten für Flugzeuge
- einfaches Terminalgebäude
- ⊖ - die Passagiere sind den Wettereinflüssen ausgesetzt
- erhöhte Lärmeinflüsse, deshalb sind
- bei Bedarf Lärmschutzwände zu bauen

Lineares System - Es stellt ein dezentrales Modell dar. Das Gebäude ist linear konzipiert und aus dem Abflugbereich erfolgt der Eintritt ins Flugzeug über eine Flugzeugsbrücke.

- ⊕ - schnelle Erreichbarkeit
- kostengünstige Gepäckbehandlung
- einfache Konstruktion
- gute Orientierung
- ⊖ - weniger Flexibilität für zukünftige Ausbauten
- Änderungen im Sinne des Designes
- doppelte Terminalanlagen

Pier- oder Fingersystem - ist ein zentral organisiertes System. Grundsätzlich besteht es aus einem Zentralgebäude an den ein oder mehrere Durchgänge zum Abflugbereich angeschlossen sind.

- ⊕ - ökonomische Bauweise
- guter Schutz vor Wettereinflüssen
- guter Lärmschutz
- ermöglicht eine gute Zugangsmöglichkeit für Treibstoff-, Wasser- und Stromanlagen
- ⊖ - limitierte Abstellmöglichkeiten f. Flugzeuge
- längere Wegführung
- beschränktes Erweiterungspotenzial
- teure Konstruktionskosten im Vergleich zu Linearsystemen

Satellit - kann man als modifiziertes Pierkonzept beschreiben. Das Durchgangsende wird zu einem zusätzlichen Objekt ausgebildet (Satellit), aus welchem der Zutritt zum Flugzeug erfolgt. Mehr oder weniger hat dieses Konzept ähnliche Vor- und Nachteile wie Pier u. einige mehr.

- ⊕ - kompatibel mit neuen Flugzeugen
- schnellere "taxi-ing" Geschwindigkeit
- kein direkter Lärm an den Satelliten
- Möglichkeit von 4 - 6 Satellitseiten
- limitierte Kapazitäten für Passagiere
- ⊖ - kostenintensive Konstruktion
- Beschränkung von Parkflächen
- unterschiedliche Ebenen für Passagiere

Transporter - lässt sich teilweise als offenen Schurz verstehen. Das Boarding der Passagiere erfolgt weit entfernt von dem Terminalgebäude und möglichst nah an der Fahrbahn. Aus diesem Grund müssen Passagiere nach dem Check-In mittels Busse "Mobile Lounges" bis zum Flugzeug transportiert werden.

- ⊕ - kürzere Wege für das Flugzeug bis zur Fahrbahn
- Flexibilität und Expansion von Schürze ermöglicht
- ⊖ - aufwändige Treibstoffversorgung und andere Ausstattung für Flugzeuge
- erhöhter Verkehr auf der Luftseite
- erhöhte Möglichkeit von Stau und Verzögerungen

Hybrides System- Unter diesem Konzept wird die Zusammensetzung zwei oder mehrerer unterschiedlichen Konzepten verstanden. Das Ziel ist es die Vorteile unterschiedlicher Konzepte auszunutzen und Funktionalität zu gewährleisten. Es kommt in Verwendung bei Hochfrequenz-Flughäfen.

- ⊕ - Großzahl von Boardsteige
- sehr hohes wirtschaftliche Potenzial
- "Stadt" für sich selbst
- ⊖ - kostenintensiver Aufbau
- hohe Betriebskosten
- Infrastruktur zwischen Terminalen

1.4. PARKING KONFIGURATION

Eines der wichtigsten Faktoren, der starken Einfluß auf das Design des Terminalgebäudes hat, ist die Parkplatz Konfiguration. Prinzipiell lässt sie sich in fünf Hauptpositionen unterteilen:

Nose-In - das Flugzeug ist mit der Nase orthogonal in der Richtung des Terminalgebäudes positioniert.

Angled Nose-In - das Flugzeug steht mit der Nase schräg (45 Grad) in Richtung des Terminalgebäudes.

Nose-Out - das Flugzeug ist mit der Nase orthogonal in der Gegenrichtung von dem Terminalgebäude positioniert.

Angled Nose-Out - das Flugzeug steht mit der Nase schräg (45 Grad) in der Gegenrichtung von dem Terminalgebäude.

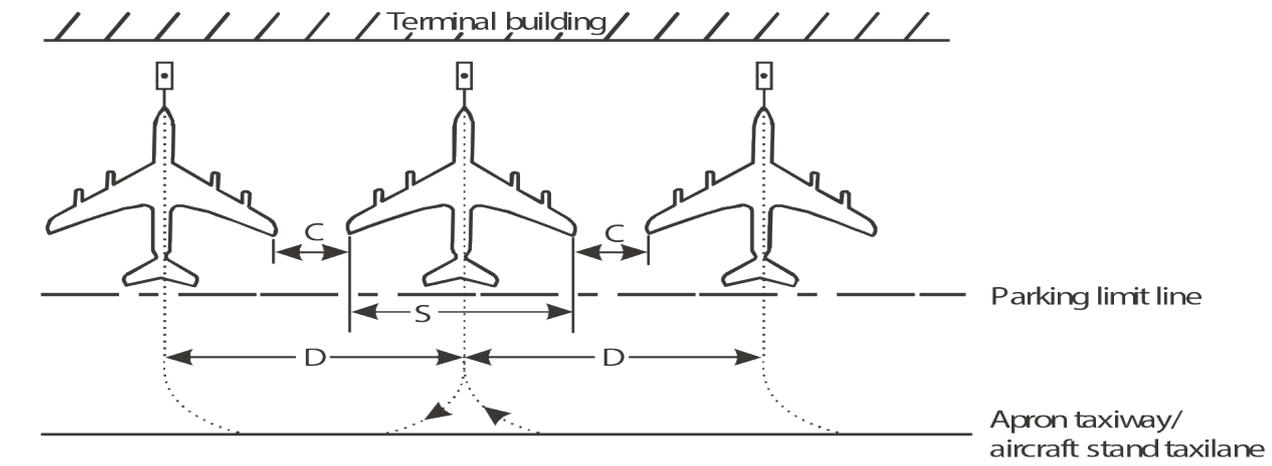
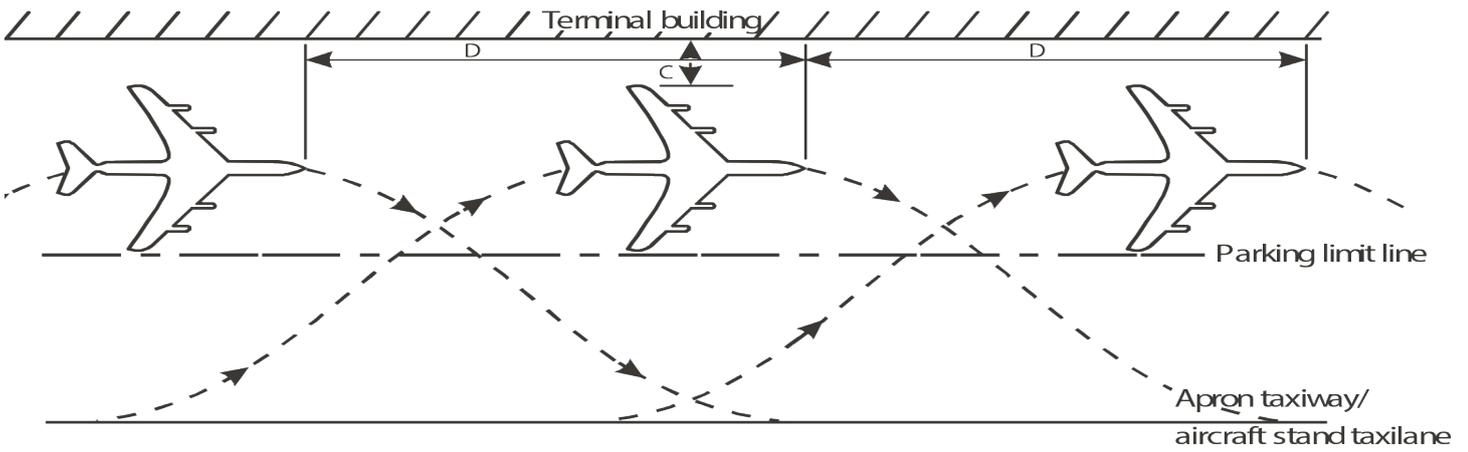
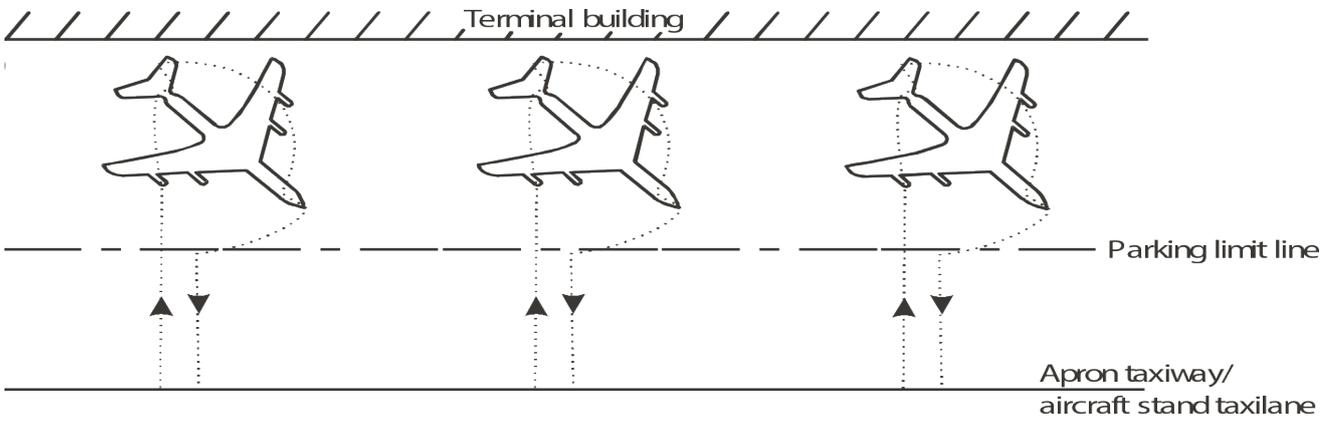
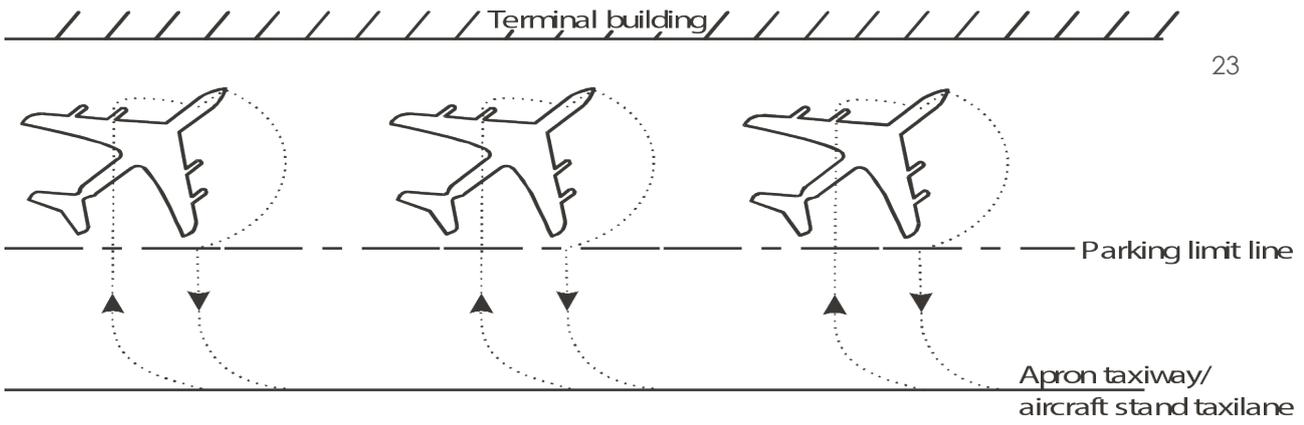
Parallel - Das Flugzeug ist parallel im Bezug auf das Gebäude positioniert. Es ist die beste Variante für den Einstieg der Passagiere, da beide Türen benutzbar sind. Jedoch verlangt diese Variante mehr Platz für das Manövrieren.

⊕ - kleine Umlenkung beim Gebäudezutritt
 - keine Einflüsse von Gebläseluft auf das Terminalgebäude
 - Benutzung von Durchgängen (Tunnel) für Passagiere beim Einstieg

⊖ - Flugzeug muss mit Hilfe von Traktoren gestoßen werden (Tractor assisted)
 - erhöhter Lärm beim Bremsen (parken auf dem Terminal)
 - hintere Flugzeugtür für Passagiereinstieg ist unpraktisch

⊕ - hintere Tür sehr praktisch für den Passagiereinstieg
 - beste Konfiguration für das Manövrieren von schweren Flugzeugen
 - kein Bedarf nach Traktoren (self-manoeuvring)

⊖ - vordere Tür für Passagiere beim Einstieg unpraktisch
 - Gebläselufteinflüsse auf Gebäude
 - erhöhte Lärm bei Terminalaustritt



1.5. REFERENZBEISPIELE

1.5.1. TWA Flight Centre

TWA Flight Centre ist eine architektonische Ikone in der Welt des Flughafenbaus. Es wurde zum Zweck der Expansion vom Idlewild Flughafen von Trans World Airlines gebaut. Der Plan war, dass alle führenden Fluggesellschaften, eigene Terminal planen und bauen.¹⁴ Das war die ideale Möglichkeit für die Fluggesellschaften, eine eigene Brandidentität zu schaffen.¹⁵

Konzept - Die Form des Gebäudes selbst erinnert an einen riesigen Vogel, mit ausgebreiteten Flügeln. Laut Gerüchten war Saarinen von Pampelmuse (gedruckt in der Mitte) inspiriert.¹⁶ Jedoch war für Saarinen das Gebäude ein Ort der Bewegung

Architekt:	<i>Eero Saarinen & Associates</i>
Standort:	<i>New York, USA</i>
Fertigstellung:	<i>28 May 1962</i>
Architekturstil	<i>Futuristisch</i>



¹⁴ Vgl: Fiederer Luke: *AD Classics: TWA Flight Center / Eero Saarinen* | *ArchDaily*, 13. June 2016.

¹⁵ *Ebda.*, S.4.

¹⁶ Vgl: Fiederer Luke: *AD Classics: TWA Flight Center / Eero Saarinen* | *ArchDaily*, S.2, 13. June 2016.

und Transition, die die Aufregungen der Reise zeigt.¹⁷

Die externe fließende Form des Gebäudes ist auf den Innenraum übertragen, was ein Gefühl von Architektur ohne Grenzen für die Besucher bietet. Alle konstruktiven oder zirkulierenden (Treppen, Stützen...)Elemente sind in dieser Richtung ausgebildet.

Tragwerk: - Das Gebäude ist aus vier symmetrischen Betonschalen (Dachsegmente), die voneinander durch vier Lichtschlitze getrennt sind, aufgebaut. Alle vier Segmente treffen sich in der Mitte, damit die Tragfähigkeit gewährleistet werden konnte. Die Dachkonstruktion wird durch die vier y-förmigen Stahlbetonstütze gestützt. | Aufgrund der Form des Gebäudes, war eine zusätzliche versteckte Stahlunterstützung notwendig, was in weitere Folge die Baukosten erhöht hat.¹⁸

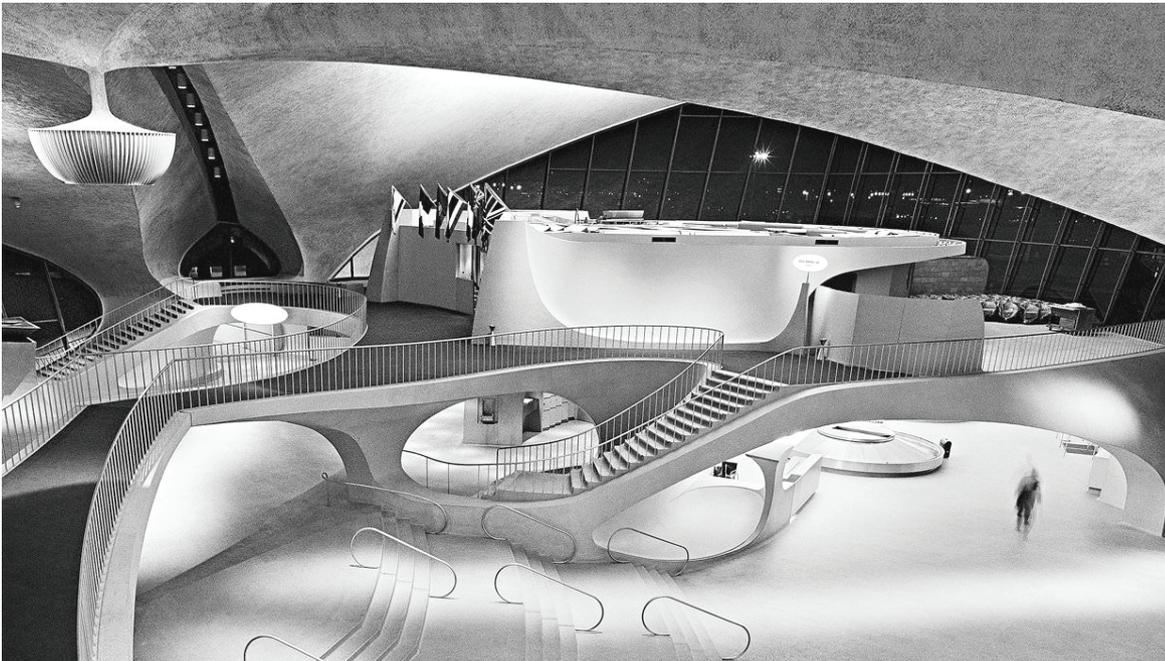


Abb. 1.9. - TWA Terminalgebäude

¹⁷ Casillas,Roy | Mellow,Angela | Miller, Elisabeth | Riegel, Sydney: TWA Terminal, faculty.arch.tamu.edu, S.4.

¹⁸ Ebda., S.15-19.

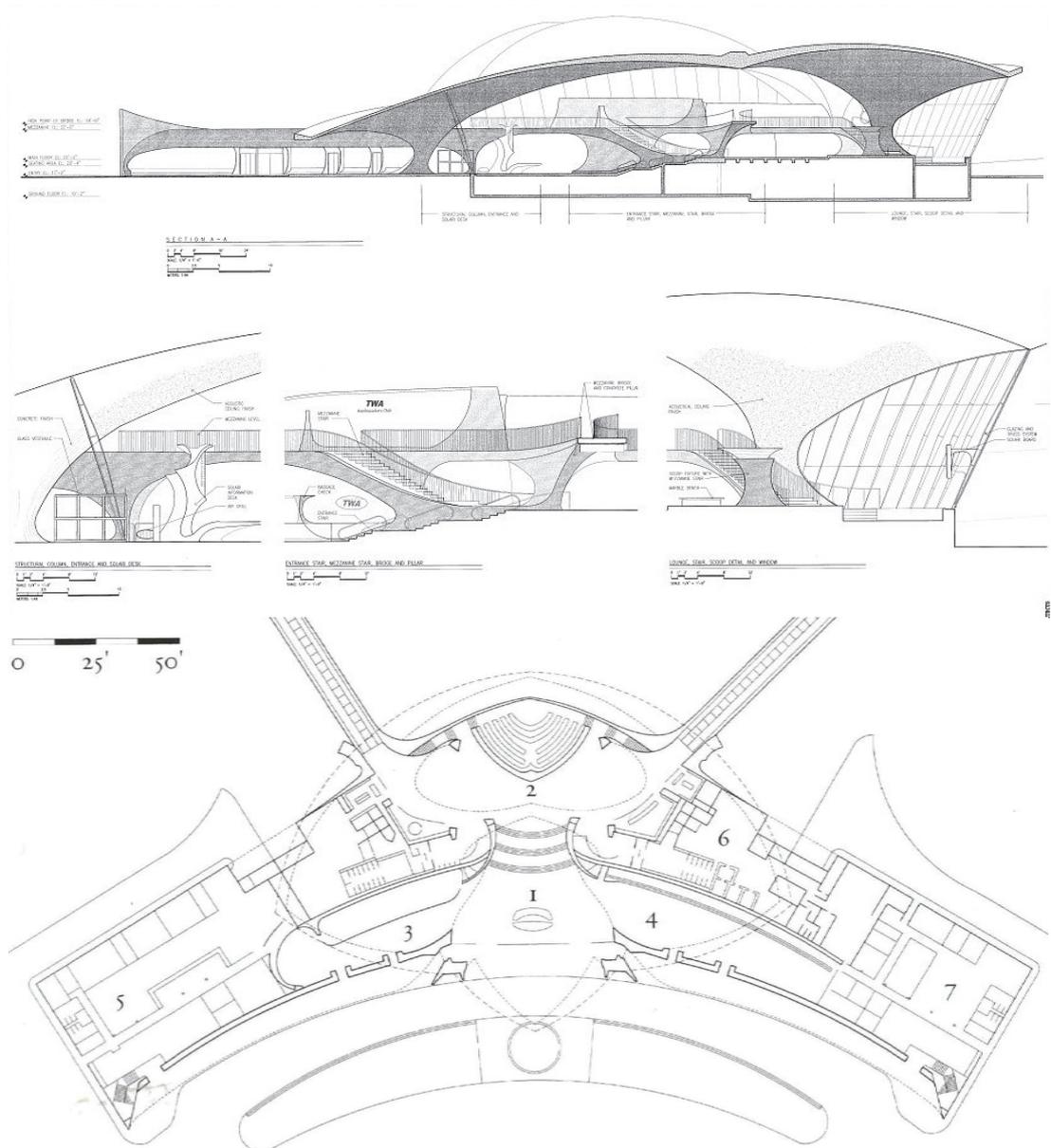


Abb. 1.10. - TWA Flight Centre - Grundrisse und Schnitte

1.5.2. Jackson Hole Airport

Architekt: Gensler

Standort: Jackson, USA

Fertigstellung: 2014

Der Flughafen befindet sich 11km von Jackson in Wyoming entfernt. Er ist der einzige Flughafen in den USA, der innerhalb von eines National Parks platziert ist.¹⁹ Ursprünglich war der Flughafen in 1930 gegründet worden und im Laufe der Zeit veränderte er Form und Nutzung. Zwischen 2009 - 2014 wurde der Flughafen von Gensler komplett renoviert und hat die heutige Aussicht erhalten.²⁰



Abb. 1.11. - Jackson Hole Airport - Grundriss mit Flächenaufteilung

¹⁹ Vgl: Designboom - Gensler structures Jackson Hole Airport with wood trusses, 04.09.2014, S. 1.

²⁰ Vgl: Wikipedia, Jackson Hole Airport.

Konzept - Die Hauptaufgabe war die umgebenden Berge und das westliche Erbe durch das Gebäude stark zu prägen. Aufgrund seiner Höhe von max 6m, kann man das Gebäude als einen Strich in der Landschaft betrachten. Um das Gefühl von Räumlichkeit mehr zu spüren, sind die Fassaden mit den riesigen Glasflächen gestaltet worden, was eine maximale Verbindung mit der äußeren Natur bietet.²¹ Neben dem Glas ist ein dominanter Teil des Gebäudes die Holzstruktur. Die Inspiration für die Holzstruktur wurde in regionalen Strukturen von alten Scheunen und Schuppen gefunden. Als Kontrast zu Holz gibt es Stahl und glatte Betonböden.²²

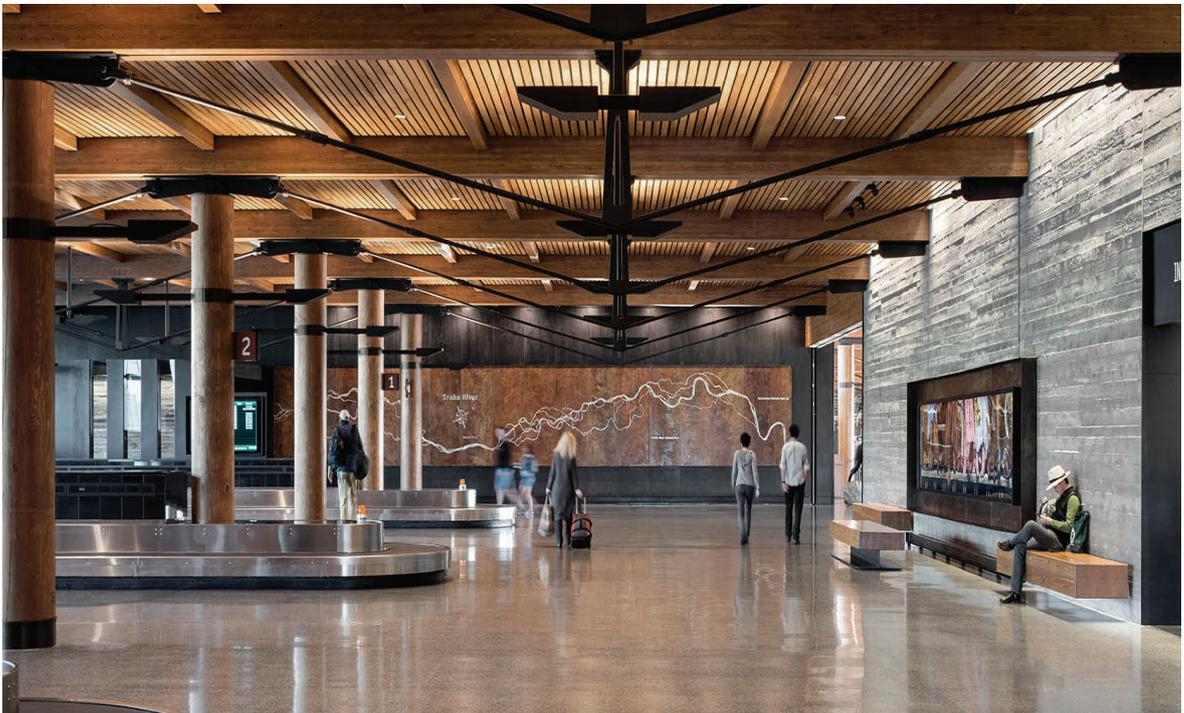


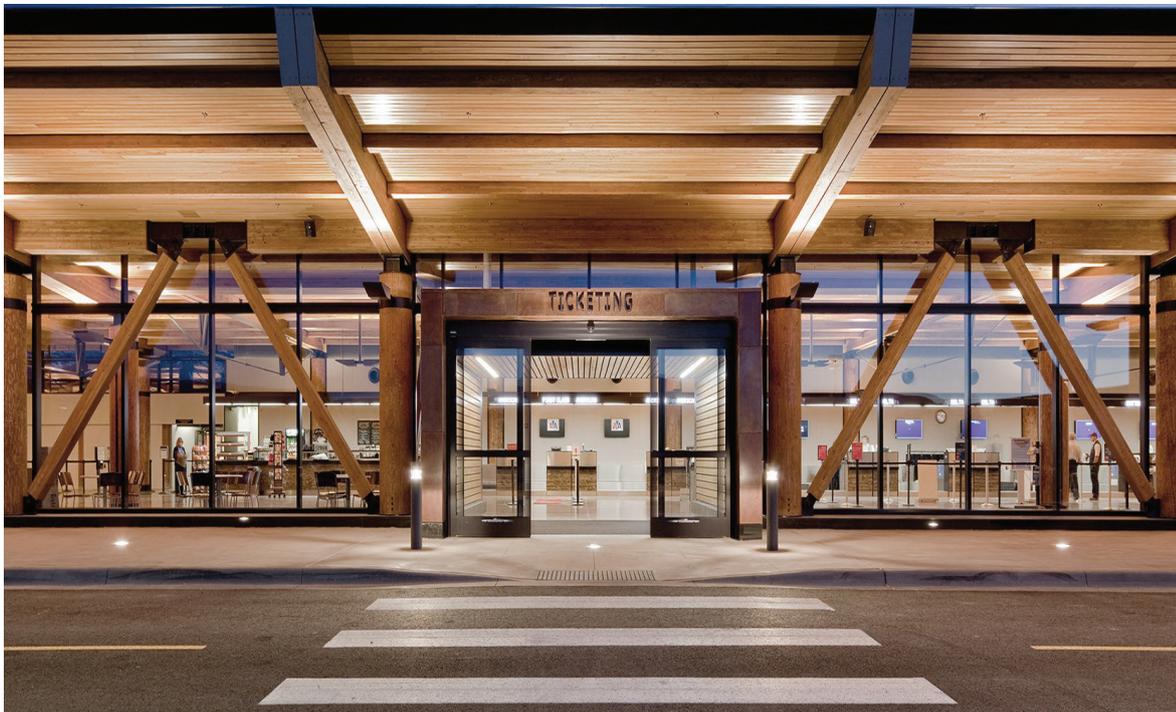
Abb. 1.12. - Jackson Hole Airport

²¹ Vgl: Maier Florian, *DETAIL - Jackson Hole Airport in Wyoming*, 22.01.2014, S.4.

²² Ebd., S.5.

Als Schlussergebnis bekommt man eine warme und gemütliche Atmosphäre, was nicht bei andere Flughäfen weltweit nicht der Fall ist.

Tragwerk - Die Hauptkonstruktion stellen die runden Holzstützen dar, die die dominante Dachkonstruktion aus Holz tragen. Längsholzbalken sind mit Hilfe von Stahlklammern verbunden und an dieser Stelle sind sie mit zwei Schrägstützen, durch einen kleineren Querschnitt gestützt. Querholzbalken sind, für bessere Tragfähigkeit, mit Hilfe von Seilen gespannt.²³



²³ Vgl: *Designboom - Gensler structures Jackson Hole Airport with wood trusses*, 04.09.2014, S. 3-4.

1.5.3. David the Builder International Airport

Architekt:	<i>UNStudio</i>	David the Builder International Flughafen befindet sich in Kutsaisi, der zweitgrößten Stadt in Georgien. Im Hintergrund von diesem Projekt stehen drei wichtige Punkte: Das Staatsparlament ist von Tbilisi nach Kutsaisi umgezogen, die Anzahl der Touristen stieg an, was diese kleine
Standort:	<i>Kutsaisi, Georgia</i>	
Fertigstellung:	<i>September 2012</i>	

Stadt attraktiv machte und die Flugkosten in dieser Region reduzierte.²⁴ Das Projekt umfasst, neben dem Terminalgebäude, auch den Masterplan der Landschaft, die meteorologische Station, den Kontrollturm und die Revision der bestehenden Flugpiste.

Konzept - Die Hauptidee ist ein Foyer in einer Stadt, eine offene und einladende Struktur.²⁵ Zwei wichtige Merkmale des Konzeptes sind: rotes Eckdetail, ein Punkt der Anerkennung und die Schirmstruktur innerhalb des Gebäudes. Die Schirmstruktur ist mittig positioniert und dient wie ein Kreislauf. Alle Funktionen sind rund um den Schirm organisiert: Die Lobby, das Cafe als auch die Galerie dienen für junge



Abb. 1.13. - Kutsaisi International Airport

²⁴ Vgl: DETAIL - Leaf Canopy: Kutsaisi International Airport, November 2013; S.2.

²⁵ DETAIL - Leaf Canopy: Kutsaisi International Airport, November 2013; S.3.

²⁶ Vgl: UN Studio - Kutsaisi International Airport.

Künstler aus Georgien.²⁶ Die Fassade ist fast komplett verglast und vervielfacht das Gefühl und die Idee von der fließenden Bewegung von Passagieren innerhalb des Gebäudes. Solche Fassaden und Grundrisse bieten auch die Aussicht vom Terminal nach Apron und Kaukasien.

Tragwerk - Die Primärtragstruktur ist aus Stahl gebaut: runde Stützen und die Dachkonstruktion (T und I-Profile). Die Sekundärtragstruktur vom Schirm ist in Form von Voronoi-Zellen aus Holz ausgeführt worden, was auch im Innenraum zu erkennen ist. Wichtig ist zu erwähnen, dass innerhalb der Primärtragstruktur das Ventilationsystem mit niedrigen Druck integriert ist. Unter dem Terminalboden befindet sich das System für die Sammlung von Grau Wasser.²⁷

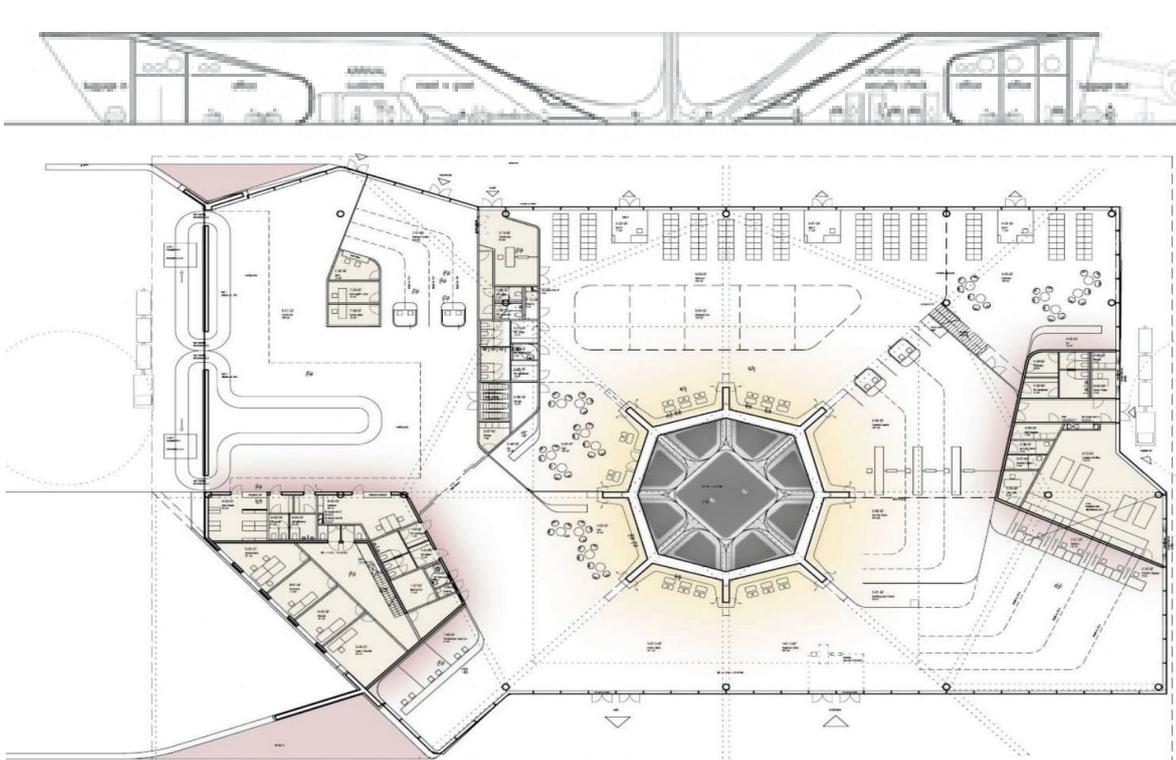


Abb. 1.14. - Grundriss, Schnitt

²⁶ Vgl: UN Studio - Kutsaisi International Airport.

²⁷ Vgl: DETAIL - Leaf Canopy: Kutsaisi International Airport, November 2013; S.7.

1.6. HANGAR

Unter dem Begriff Hangar wird eine verherrlichte Garage für das Flugzeug verstanden. Bei der Planung von Hangargebäuden sind folgende Kriterien zu berücksichtigen:²⁸

Hangar Area - Ist die Fläche, welche die Parkmöglichkeit für Flugzeuge bietet. Wichtige Parameter, die die Größe und Abmessungen der Hangarfläche bestimmen sind Flugzeugmodelle und die Anzahl der Flugzeuge die dort eingeparkt werden sollten. Die Abstände zwischen Flugzeugen die in den Bauvorschriften und AFH 32-1084 Facility Requirements²⁹ definiert sind müssen eingehalten werden.

Shop/Warehouse Area - sind Flächen, wo die Lagerung und Reparatur der Flugzeugbestandteile stattfindet. Je nach Art der Operationen die dort ausgeführt werden sollten, wird die Größe der Shop Flächen bestimmt. Häufig sind vor allem Einrichtungen für die Fertigungsgeschäfte, Motorreparatur, Reparatur des Flugwerks, Umspannwerk, Treibstoffversorgung usw.

Office/Administration Area - sind Flächen, die sich in der Regel nicht viel von üblichen Büroflächen unterscheiden. Neben Büroflächen sind auch begleitende Inhalte wie Umkleide, Sanitäreinrichtung, Essbereiche usw. zu berücksichtigen.

Building Utilities Area - sind Flächen, welche für die Gebäudewartung und das Funktionieren vorgesehen sind. In diese Gruppe befinden sich mechanische Systeme, wie Brandschutz und Hangartüren (größte Einzelelement des Hangars) als auch die elektrischen Systeme nach NFPA70³⁰.

²⁸ Vgl: McLaughlin Don, *Aviation Hangar / WDBG Whole Building Design Guide*, 21.03.2017.
Vgl: http://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/aero_13/hangars.

²⁹ Leitlinien für die Festlegung von Raumzuweisungen für Air Force-Einrichtungen.

³⁰ National Electrical Codes.

1.7. HANGAR REFERENZBEISPIELE

1.7.1. Orvieto Hangar

Architekt: Pier Luigi del Nervi

Standort: Orvieto, Italien

Fertigstellung: 1935

Der Orvieto Hangar mit Maßen von 44,8x111,5m wurde zwei Mal für das italienische Militär gebaut und stellt ein mächtiges Architekturwerk dieser Zeit dar. Diesem Prinzip folgte del Nervi in zukünftigen Werken.

Konstruktion³¹ - Das Gebäude wurde mit Hilfe von geodätische Pattern gebaut. Es besteht aus diagonalem Betongewölben (15cm dick und 1,1m tief), die in Form eines Gitters ausgebildet sind (gerippte Dachschaale). Sie schneiden sich im Zentrum bei etwa fünf Metern Höhe. Solche Konstruktionen sind relativ leicht und hyperstatisch. Das Einspaldach beträgt 40 bis 100 Meter, und sein Gewicht wurde auf 9m hohen Türen getragen.



Abb. 1.15. - Orvieto Hangar

³¹ Vgl: *Architectural and Engineering Feats and Facts: Airplane hangars Orvieto, Italy*, 23. June 2007.

1.7.2. Hangar H16

Architekt: Comte & Vollenweider

Standort: Cannes, Frankreich

Fertigstellung: 2013

Das Projekt Hangar H16 war nur eines in der Reihe von Projekten für die Verbesserung von Geschäftsluftfahrt in der Region Côte d'Azur, d.h. Empfang und Instandhaltung von Flugzeugen. Die Abmessungen sind 96x36x12m.

Konstruktion³² - entspricht Leichtigkeit und Eleganz. Die Hangarfläche ist komplett aus Holzkonstruktionen gebaut. Die Hauptkonstruktionen sind X-förmig gestellte Stützen, die das Flachdach tragen. Die Außenhaut ist mit transluzenten Glasflächen in Form von Pyramiden gebaut, was ein spannendes Lichtspiel innerhalb vom Gebäuden gewährleistet. Nebenräume wie z.B. Werkstätten, Büros etc. sind hinter ausgebildeten Flügeln aus Beton versteckt. Die Hangartüren sind unüblich, aber als Teil des Konzeptes, aus Kunststoff hergestellt.



Abb.1.16. - Hangar H16

³² Vgl: Hangar H16 / Comte und Vollenweider Architectes/ Archdaily.

1.8. CARGOGEBÄUDE

In den vergangenen Jahren entwickelte sich der Cargotransport mit zunehmender Geschwindigkeit. Der Grund dafür liegt in der Möglichkeit von schnellen, flexiblen, langstreckigen Transport durch die Benutzung von Flugzeugen mit hohen Kapazitäten.

Die Verbreitung des Cargotransports beeinflusste die Bedürfnisse nach Räumlichkeiten für die Lagerung, Behandlung und Weiterleitung der Ware im Flughafen. Dadurch sollte schon im Vorfeld, gleich bei der Erarbeitung des Masterplans, ein Raum für die Cargoanlage berücksichtigt werden. Die Lage des Cargogebäudes sollte einige Kriterien erfüllen:³³

- Flexibilität und Erweiterungsmöglichkeit je nach Bedarf
- Je nach Art der Cargo sollte es entweder in der Nähe vom Passagierterminal oder selbststehend stehen
- leichter Zugang von bestehenden und zukünftigen Verkehrsanlagen
- kurze und direkte Wege zwischen dem Terminal und der Piste
- direkte Verbindungswege zwischen Passagier- und Cargoterminal
- ausreichende Anzahl, Standort und Größe von Eingänge
- Minimierung des Gebäudeperimeters aufgrund von Kostenverringern

Cargogebäude Anforderungen:³⁴

- Platz für Vorführen, Öffnen und Prüfung von Cargo
- Platz für das Umpacken der geprüften Ware
- adäquate Lagerfläche inkl. Flächen für die Vorbereitung der Ware für die Verladung, als auch Disassemblierung des angekommenen Flugzeuges
- Separation des Cargos je nach Zielort
- Separater Platz für spezielle Cargo, wie z.B. radioaktive Materialien
- Kühlzellen für die Lagerung von Fleisch oder Vakzinen
- Parkfläche und Ablage für Ladefahrzeuge
- öffentliche Empfangszähler
- optionales Cargo für Tiere und Vieh
- Parkplatz für das Personal

³³ "Aerodrome Design Manual - Part 2" ICAO, Chapter 10, Fourth Edition, 2005.

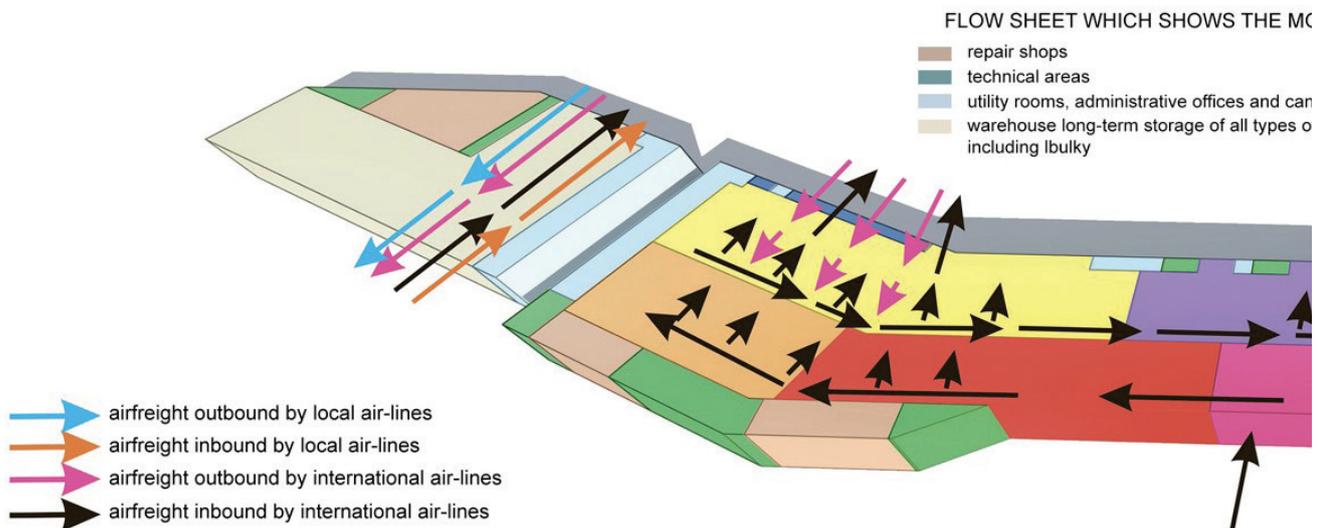
³⁴ Vgl: Airport buildings and aprons - Principle and Guidance Material" IATA Reference document, Third Edition, August 1962, S. 57-66.

- Büroräumlichkeiten, Sanitäranlagen, Kantinen, Umkleide, Waschräume
- Durchfahrtshöhe von mindestens 4,87m (16feet)
- Bereitstellung von Büros für Kontrollbehörden nach Bedarf
- wesentliche zusätzliche Einrichtungen wie z.B. Brandschutz- und Alarmsysteme, Ventilation, adäquate Belichtung, Wasserbewahrung usw.

Cargoterminal Parking - Für die unbehinderte Funktionalität des Terminals ist eine ausreichende Anzahl an der Parkplätze zu gewährleisten, es wird bestimmt durch die gegenwärtigen als auch zukünftigen Bedürfnisse. Aus diesem Grund ist es vom Vorteil die Möglichkeit nach Parkplatzerweiterung vorzusehen, falls es zur Vergrößerungen des Cargotransports kommt.

Parkanlagen werden in folgende Kategorien geteilt:

Pick-up und Lieferung Parking - Diese Fläche dienen zur Aufladung und Beladung



auf der Landseite des Terminals. Diese Fläche sollte immer gut befahrbar sein, um ein ausreichendes Manövrieren zu ermöglichen. Die Fläche für das Manövrieren wird je nach Art und Größe der Fahrzeuge bestimmt, aber die Tiefe sollte zumindest 30m betragen. Anzahl der LKW-Laderäume beträgt 0.6 je 1000m² Fläche.³⁵

Haltebereich - dient als Parkgelegenheit für Fahrzeuge, die auf die Aufladung warten. Prinzipiell sollen sich solche Gelegenheiten in der Nähe vom Pick-up Bereich befinden.³⁶

Mitarbeiter-/ Serviceparkplätze - sollten nach wie möglich zum Arbeitsplatz situiert werden. Diese Parkplätze werden neben Mitarbeiter auch von Agenten, Spediteuren als auch Behörden genutzt. In der Regel sollten je 1000m² Terminalfläche zwei bis acht Parkplätze zur Verfügung gestellt werden.³⁷

MOVEMENT OF CARGO IN THE TERMINAL

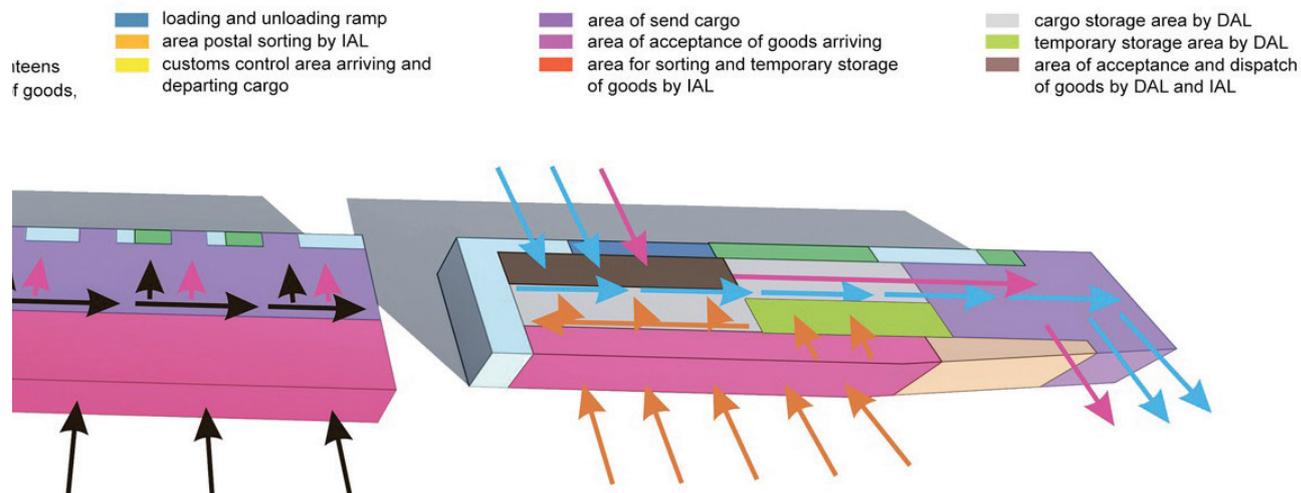


Abb. 1.17. - Funktionsschema Air-Cargo am Novosibirsk FLughafen

³⁵ "Aerodrome Design Manual - Part 2" ICAO, Chapter 10, Fourth Edition, 2005.

³⁶ "Aerodrome Design Manual - Part 2" ICAO, Chapter 10, Fourth Edition, 2005.

³⁷ Vgl: http://www.aci-na.org/sites/default/files/chapter_4_-_air_cargo_facility_analysis.pdf.

2

Standortanalyse - Flughafen Banja Luka

Die Erstellung eines Masterplans für einen Flughafen, unabhängig davon ob es um einen komplett neuen Flughafen oder um die Aufwertung der bestehenden Anlagen handelt, ist eine komplexe Angelegenheit.

Bevor ein Projekt entsteht sind einige wichtige Faktoren zu untersuchen und zu überprüfen, vor allem folgende:³⁸

- Luftverkehrsfrequenz in der Umgebung, kleinere Sportflughäfen, Militär und Internationale oder Regionale Flughäfen.
- zukünftige Entwicklung der Region
- atmosphärische Auswirkungen - wichtig sind die Wetterbedingungen, die große Einflüsse auf Luftverkehr haben können wie z.B. Wind, Nebel, Staubpartikeln in der Luft, Schnee und Regen.
- Infrastruktur und Verkehrsanbindungen
- topografische Faktoren wie z.B Tragfähigkeit des Geländes.
- Tierwelt im umgebenden Raum. Wichtig ist, dass keine Tierart gefährdet wird.
- Luftverkehr verursacht vor allem ständigen Lärm, deswegen sind die nächsten Siedlungen, Schulen und Krankenhäuser zu berücksichtigen.
- Strom-, Wasser-, Telefon-, und Treibstoffversorgungsmöglichkeiten

³⁸ Vgl: "Aerodrome Design Manual - Part 2" ICAO, Chapter 5, Fourth Edition, 2005.





Fluss Vrbas



*Sportzentrum
Laktaši*



*Gemeinde
Laktaši*



Kiesdeponie



*Volksschule
"Mladen Stojanović"*



*Knoten
"Mahovljanska
petlja"*



*Autobahn
Banja Luka -
Gradiška*



*Flughafen
Zutrittstraße*



*Flughafen
"Mahovljani"
Banja Luka*



*Landesstraße
M16*



Berge



*Felden
Forstwirtschaft*

2.1. Lage und Charakter

Bosnien und Herzegowina liegt im westlichen Teil der Balkanhalbinsel und erstreckt sich auf einer Fläche von ca. 52 000 km². Früher war das Land Teil Jugoslawiens, zusammen mit Serbien, Kroatien, Montenegro, Slowenien und FYR Makedonia. Heute ist Bosnien und Herzegowina ein souveräner demokratischer Staat, aufgeteilt in zwei Entitäten: Föderation Bosnien und Herzegowina (51%) und Republika Srpska (49%), als auch in das Sonderverwaltungsgebiet Brcko Distrikt. Laut Volkszählung von 2013 hat das Land 3 531 159 Einwohner.

Die Stadt Banja Luka liegt im nordwestlichen Teil von Bosnien und Herzegowina. Sie liegt auf beiden Ufern des Flusses Vrbas und erstreckt sich zwischen den Dinarischen Gebirgen im Süden und der Panonischen Tiefebene im Norden - das sogenannte Tal Lijevče Polje.³⁹

Banja Luka ist gleichzeitig die Hauptstadt von einer der zwei Entitäten Republika Srpska und auch die zweitgrößte Stadt des Landes mit 185 042 Einwohner und eine Fläche von 1 239 km². Aufgrund des politischen Hintergrundes und der geographischen Lage ist die Stadt der Kreuzungspunkt aller wichtigen Verkehrswege, die die weitere Zugänglichkeit nach Europa ermöglichen.

Der Flughafen "Mahovljani" Banjaluka liegt 23 km nördlich von Banja Luka, in der Gemeinde Laktaši, im Jahr 1976 gegründet worden. Sein Zweck war die Abwicklung des Luftverkehrs innerhalb der Grenzen Ex-Jugoslawiens. Erst nach dem Zerfall Jugoslawiens und dem Bosnienkrieges, am 18. November 1997, wurde er zu einem internationalen Flughafen umgewandelt.⁴⁰ Westlich grenzt der Flughafen an die Autobahn und an Berge, östlich erstrecken sich Industriegebiete und landwirtschaftlicher Felder und südlich befindet sich die Gemeinde Laktaši. Der Flughafen Banja Luka spielt eine wichtige Rolle im Luftverkehr, da er der einzige Zivil-Flughafen der Republika Srpska ist. Aufgrund seiner geographischen Position, mittig mit Bezug auf die Flughäfen Zagreb, Belgrad und Sarajevo, nimmt er noch verstärkt eine wichtige Position ein. Neben seiner günstigen, geographischen Situierung, verfügt der Flughafen ausreichend Platz für eine territoriale Expansion.

³⁹ Vgl: <http://www.banjaluka.rs.ba/front/category/63/>.

⁴⁰ Vgl: www.banjaluka-airport.com.

2.2. Infrastruktur und Verkehrsverbindungen⁴¹

Straßenverkehr - Das Straßennetz ist die am weitesten entwickelte Verkehrsart in den Ländern Ex-Jugoslawiens. Bosnien und Herzegowina verspätet sich im Vergleich zu Kroatien im Entwicklungsprozess vom Autobahnnetzen. Einige Schritte hat es dennoch vollzogen. Eines der bedeutendsten Projekte ist die neue Autobahn, geführt von der kroatischen Grenze (Gradiška) über Mahovljani nach Banja Luka, (der Hauptstadt der Republika Srpska). Diese 26,5km lange Strecke von Gradiška nach Banja Luka wurde am 30. November 2011 offiziell eröffnet.

Der Autobahnknoten (Ausgang) "Mahovljanska petlja", südlich vom Flughafen gewährleistet ausreichende Zugang zum Flughafen und stellt eine wichtige Ausgangspunkt für die Weiterentwicklung des Gebietes als auch des Flughafen selbst. Die neue Autobahn Banja Luka - Gradiška schließt am Korridor X an, der eine Verbindung von Österreich, über Slowenien, Kroatien, Serbien und Makedonien nach Griechenland bildet, d.h. eine Verbindung zwischen Mitteleuropa mit dem südlichen Balkan schafft.

Die zweite wichtige Autobahn - Verkehrsachse, die in Banja Luka kreuzt, wurde nur teilweise realisiert. Laut des kurzfristigen Planes und Entwicklungsprogrammes des Straßenverkehrs für die nächsten fünf bis zehn Jahren, wird die gesamte Autobahnstrecke, die sich entlang des nördlichen Teiles der Republika Srpska erstreckt und alle wichtigste Städte verbindet, gebaut. Novi Grad, Prijedor, Prnjavor, Dobroj, Modriča, Brčko, Bijeljina als auch wichtigste Städte in der Föderation Bosnien und Herzegowina: Zenica, Sarajevo, Mostar werden so miteinander verbunden. Schließlich schließt sich die Autobahn an der Autobahnnetzwerk Serbiens an.

Neben der Autobahn, ist eine Verbindung zwischen Banja Luka, dem Flughafen und den umgebenden Städte auch mit der Landesstraßen M16 (Jajce - Gradiška) möglich. Auf diesen Strecken, zwischen Banja Luka und Gradiška verkehren Linienbusse alle halbe bis eine Stunde. Derzeit wird aber eine direkte Verbindung zum Flughafen nicht gefördert, jedoch wurde es mit der zukünftigen Entwicklung des Gebiets als essentielle Bedingung auferlegt eine solche Verbindung zu gewährleisten.

⁴¹ Vgl: "Prostorni plan RS do 2015 godine, Urbanistički zavod Republike Srpske".

Schiennenverkehr - Im Gegensatz zum Straßenverkehr betrifft den Schienenverkehr das Zielgebiet weniger. Die wichtigste Verkehrslinie hier ist Zagreb, Novi Grad, Banjaluka, Doboj. In Doboj zweigt sich die Strecke in drei Richtungen nach Tuzla ab, wo der nächste Flughafen situiert ist. Die zweite Strecke führt nach Sarajevo, die Hauptstadt von Bosnien und Herzegowina (auch der größte Flughafen im Staat) und dann weiter nach Neum, der einzigen Stadt in Bosnien und Herzegowina mit einem Zugang zur Adria. Die letzte Strecke führt zum Sonderverwaltungsgebiet Brčko Distrikt.

Prinzipiell besteht aber eine geplante Strecke, die sich von Banja Luka entlang des Flughafengebiets nach Gradiška erstreckt (siehe Abb. 2 - Institut für Städtebau Banja Luka). Die Realisation dieser Verbindung wäre realistisch mit der gleichzeitigen Entwicklung des Flughafes.



Abb. 2.1. - Autobahnkreuzung "Mahovljanska petlja"

2.3. Natur, Geologie und Wetterbedingungen

Die Untersuchung der klimatischen und geographischen Bedingungen und des Naturgebietes rund um den Flughafen sind die wichtigsten Aufgaben, die die Planung eines Flughafens beeinflussen können.

Das Klima ist gemäßigt kontinental und das Gebiet gehört zur peripanonischen Region. Im Sommer überwiegt ein stabiles und warmes Wetter mit einer durchschnittlichen Temperatur von 27,9 Grad im Juli. Im Gegensatz dazu ist der Winter aufgrund vom sibirische Antizyklon ziemlich kalt, mit einer durchschnittlichen Temperatur von -4,2 Grad im Jänner.³⁷ Mit einer jährlichen Niederschlagsmenge von ca. 1000mm, liegt Banja Luka in mittleren Werten.

Die Bewölkung kann man während des Jahres vom Diagramm ablesen. Grundsätzlich ist es Ende des Herbst und bis Anfang des Frühlings am deutlichsten ausgeprägt. In diesen Monaten findet man auch die meiste Nebelbildung, was den Verkehrsablauf erschwert. Zwei Faktoren, die die Entstehung des Nebels stark beeinflussen sind: der Fluß Vrbas, dessen Flussbett sich parallel mit dem Flughafen erstreckt und die Forstwirtschaftsfelder, die sich nach dem Winter, durch die Erwärmung, ausdünsten.

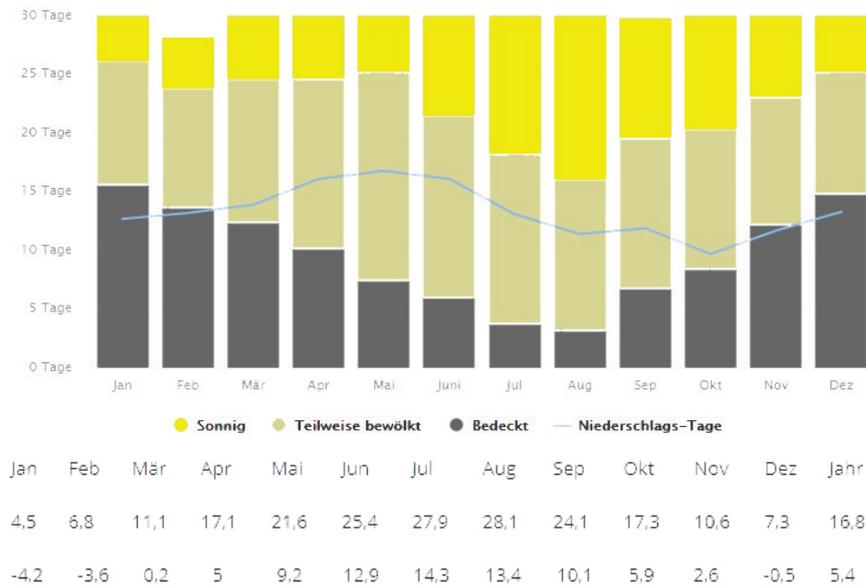


Abb.2.3. - Wolken-, Sonne- und Niederschlagstage

Die Entwicklung des Windes im Planungsgebiet ist auch noch ein wichtiger Faktor. Von der Windrose ist klar ablesbar, dass während des größten Teiles des Jahres am stärkste Luftströmungen aus Süd und Südwesten kommen. Das sind eher ruhig-heißere Winde. Im Gegensatz dazu ist das Gebiet während der Wintermonate durch stärkere Windenflüsse aus Nord und Nord-Ost betroffen. Die Luftfeuchtigkeit bewegt sich im Rahmen von 71% und 78%.

Banja Luka befindet sich auf ca. 118m ü.M. Geologisch wird das Gebiet aus zwei Perspektiven betrachtet. Erstere ist, dass Banja Luka auf einem Erdbebengürtel liegt, welcher durch Serien von Erdbeben in der Vergangenheit betroffen war. Die Stadt wurde 1969 fast gänzlich durch Erdbeben zerstört.⁴² Weitere ist die Tragfähigkeit des Bodens. Der Boden eignet sich sehr gut für das Bauen und garantiert sehr hohe Stabilität. Der Boden besteht Großteils aus ungebundenem und wenig gebundenem Sedimentgestein, das sehr gute geotechnische Eigenschaften besitzt. Der Grundwasserspiegel liegt in der Regel bei etwa 0,5m - 1m Tiefe, ist aber von der Niederschlagsquantität abhängig.

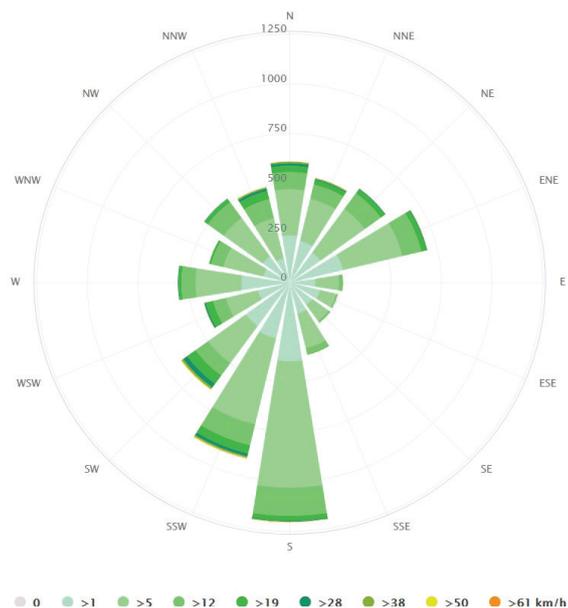
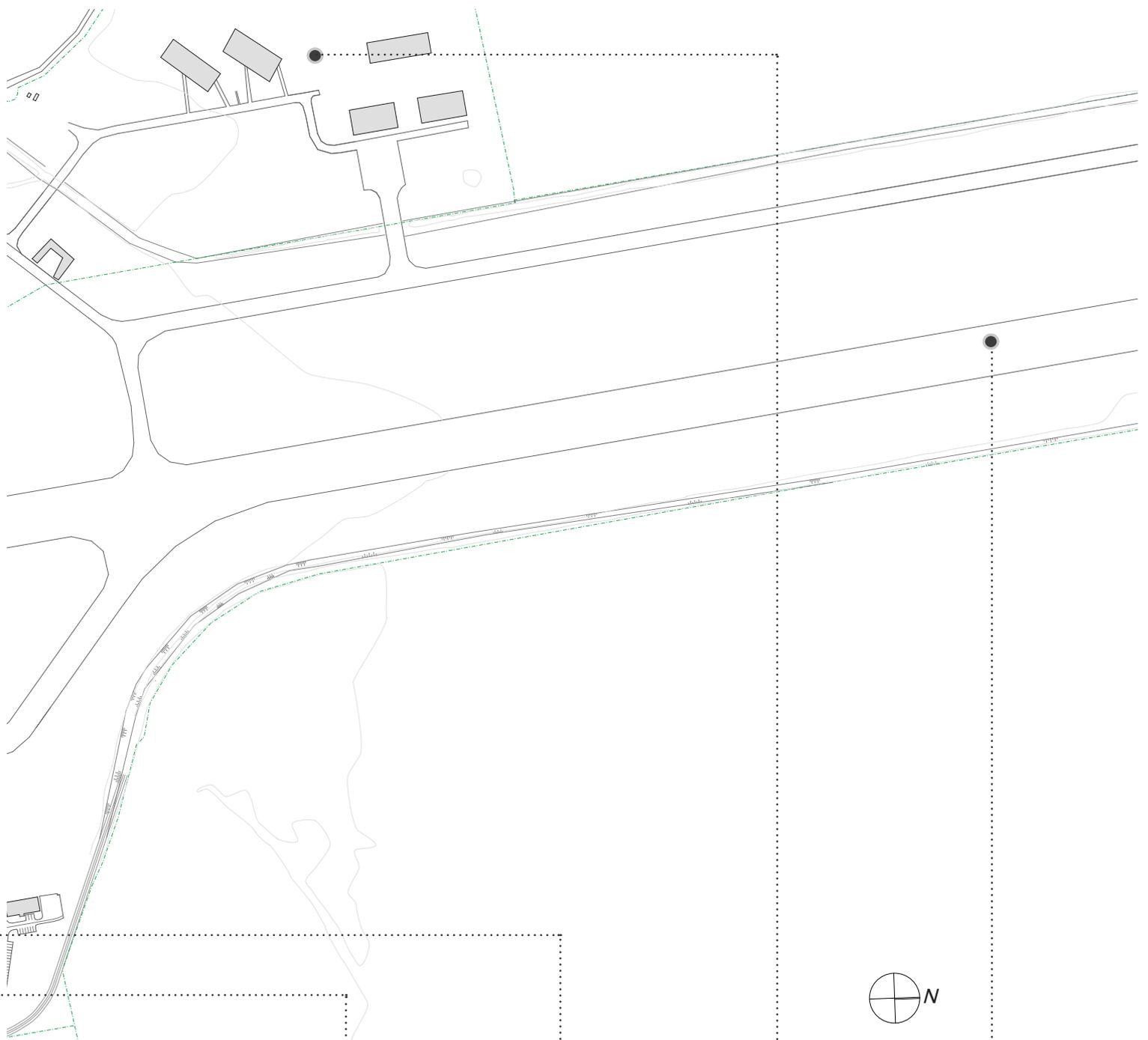


Abb. 2.4. - Windrose

⁴² Vgl: www.blinfo.info - Klima i seizmičnost Banjaluke i okoline.





Zutrittsstraße



Terminalgebäude



Kontrollturm



Militärstützpunkt



Piste

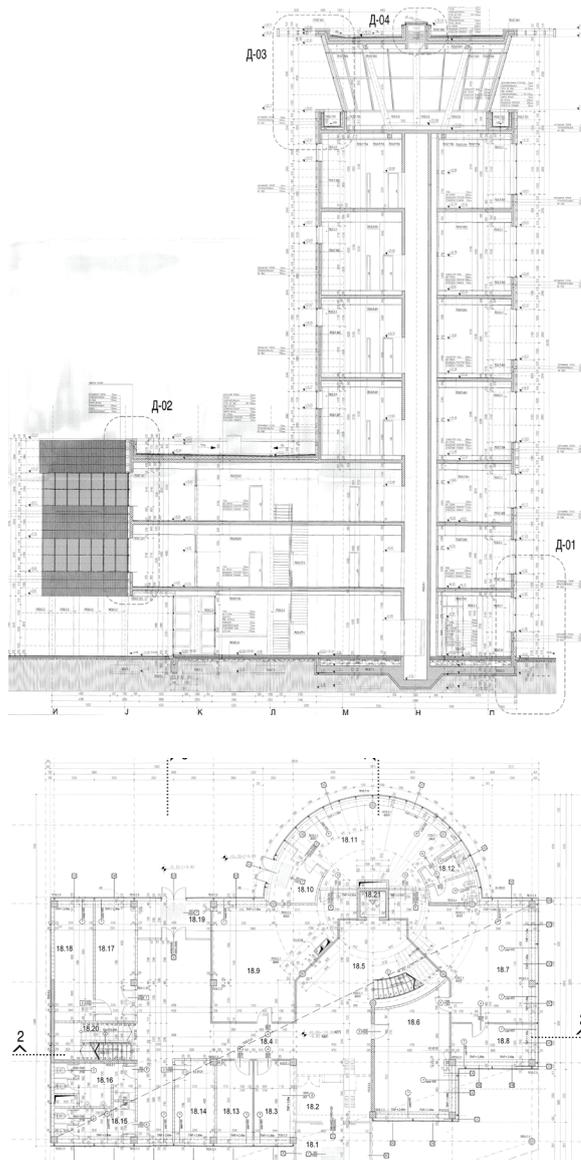


Abb. 2.5. - Grundriss und Schnitt

Der Kontrollturm - wurde offiziell für die Nutzung im Dezember 2006 als Teil der Strategie des Luftverkehrs in dem Region eröffnet. Das Gebäude wurde mit insgesamt acht Geschossen errichtet, wobei sich drei Geschosse im Sockelbereich und fünf Geschosse im Turm selbst befinden. Er stellt die Basis für die Weiterentwicklung des Flughafenkomplexes dar. Das Erdgeschoss ist nach innen gezogen, deswegen entsteht ein überdachter Vorplatz vorm Haupteingang. Die Fassadengestaltung besteht aus länglichen, spiegelnden Fenster und rund um das Gebäude und die Außenhaut aus graulichen Fliesen. Der Kontrollturm inklusive drei Sockelgeschossen verfügt eine Fläche von 1860m², auf welcher folgende Funktionen stattfinden:

- technisches Center (Archiv, Cafe Bar, Sanitärräumlichkeiten, Instruktionsräume, Räume für das Crew-Untericht usw.)
- Saal für die Crew-Vorbereitung,
- Kontrollturm (Erschließung, Sanitärräumlichkeiten, Buffet, Terrasse, Radar-Kontroll, Technikraum)

Der alte Kontrollturm, der für den Abbruch vorgesehen ist, befindet sich gleich hinter dem neuen Turm (Abb. 2.4.).



biwinica

biwinica

P

P

Das Terminalgebäude - ist als Montagegebäude mit Satteldach, auf eine Fläche von ca. 650m², gebaut. Der gesamte Ablauf der Prozesse (Ankunft, Abreise, Gepäckbehandlung) erfolgt auf einer Ebene und aufgrund von der niedrigen Reisefrequenz, sind inländische und internationale Fluggäste und Abreise und Ankunft, nicht getrennt, sondern in eine "Halle" gesammelt. Prinzipiell dient die Halle als Zusammenhang zwischen Landseite und Luftseite.

Landseiteprozesse fangen in die Empfangshalle an, die zentral positioniert ist und durch einen einzigen Gebäudeeingang erreicht wird. Sie ist mit zwei Check-In Schaltern ausgestattet, hinter welchen sich Räumlichkeiten für die Gepäckbehandlung befinden. Links von den Schaltern ist ein kleines Café/ Buffet situiert, die sowohl das wenige Aufkommen von Passagieren bewältigen können, als auch die Flughafenverwaltungs-räumlichkeiten. Rechts von den Schaltern erfolgen hintereinander die Auswanderungskontrolle und die Sicherheitskontrolle. Erst danach erreichen die Passagiere den Wartebereich, aus welchem sie zu Fuß das Flugzeug betreten, was einem Einfachen System entspricht.

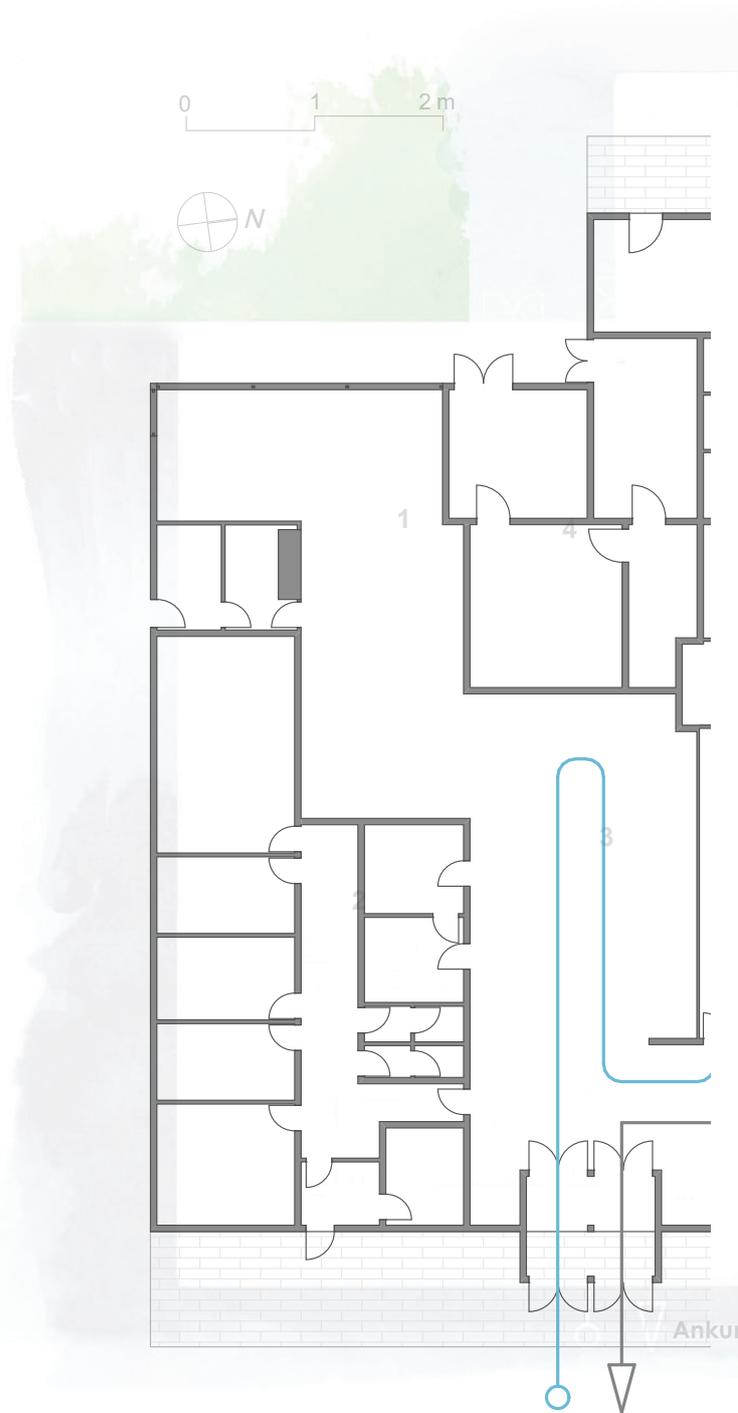
Im Gegensatz dazu laufen die Luftseiteprozesse auf der rechten Seite des Gebäudes ab. Die Passagiere werden, nach dem Ausstieg aus dem Flugzeug, zu Fuß bis zum Terminalgebäude weitergeleitet. Hier erfolgen die Gepäckübernahme und gleich danach eine Zollkontrolle. Schließlich wird die Empfangshalle erreicht und durch den Haupteingang das Gebäude verlassen.

Aufgrund der oben genannten Aspekte, würde das Gebäude bei einem erhöhten Frequenz der Fluggäste schlecht und mit niedriger Effizienz funktionieren. Gleichzeitig sind die Potenziale nach der Erweiterung auch nicht optimal. Deswegen wird das Terminalgebäude in zukünftigen Planungsphasen abgerissen.



AIRPORT BANJALUKA

- 1** Cafe / Buffet
- 2** Verwaltungsräume
- 3** Halle / Check-In
- 4** Gepäckbehandlung
- 5** Einsatzzentrale



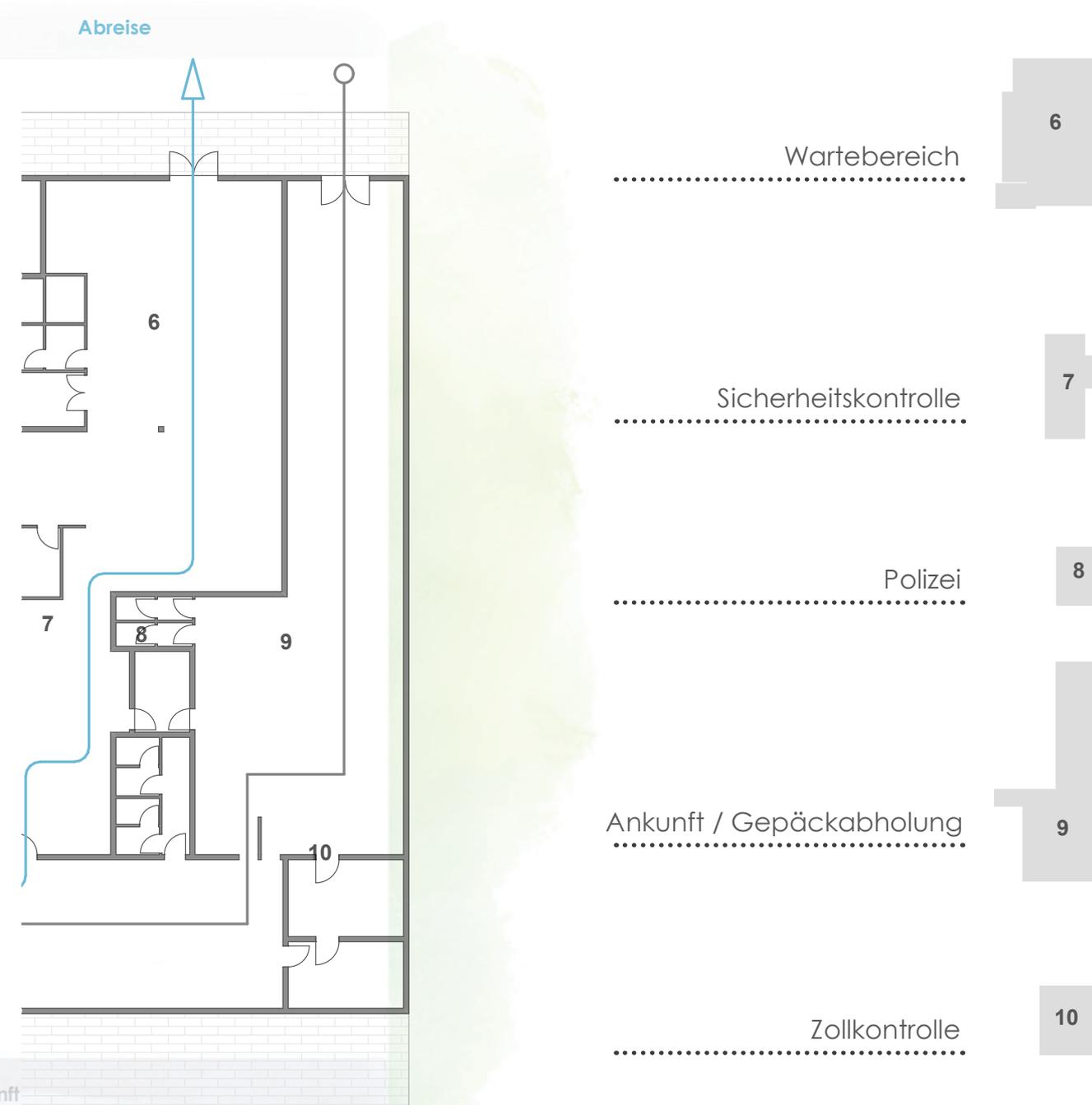


Abb. 2.8. - Terminalgebäude Grundriss

Das Cargogebäude - ist neben dem Terminalgebäude mit einer Cargofläche von ca. 773m² situiert. Die östliche Seite ist entlang des Gebäudes überdacht und dient als Parkgelegenheit für die Flughafenfahrzeuge. Die Hauptkonstruktion besteht aus einem Betontragwerk. Das Gebäude wird in zukünftigen Planungen in einen neu entworfenen Gebäudekomplex integriert und neu gestaltet.

Die Piste - hat die Abmessungen von 45m Breite und 2 503m Länge. Sie ist im Jahr 2007 komplett saniert und aufgrund der niedrigen Verkehrsfrequenz in sehr gutem Zustand. Laut ICAO - Aerodrome Design Manual⁴³ eignet sie sich für kleine und mittelgroße Flugzeuge bis ca. 300 Personen.



Der Stehplatz für Flugzeuge - hat eine Fläche von ca. 22 000m² und bietet ausreichende Parkgelegenheit für bis zu drei großen Flugzeugen (250-300 Personen). Am Eck dieser Fläche ist ein kleiner Montagehangar für zwei Flugzeuge gebaut.

Der Parkplatz - der Flughafen verfügt über 138 Parkplätze, die für die Gäste und die Mitarbeiter von Cargo und Terminalgebäude vorgesehen sind. Zusätzliche 37 Parkplätze sind für die Mitarbeiter des Kontrollturmes reserviert.

Die Nebeneinrichtungen – des westlichen Teiles der des Flughafens sind als Militärstützpunkt eingerichtet. In diesem Bereich befindet sich auch das Denkmal für verunfallte Pilote.



Abb. 2.9. - Flughafen Panorama

3

Analyse der Potenziale des Luftverkehrs

3. ANALYSE DER POTENZIALE DES LUFTVERKEHRS⁴⁴

Grundvorstellung liegt darin, dass ein Flughafen über ein festes Einzugsgebiet⁴⁵ verfügt. Die Hauptaufgabe ist die Luftverkehrsnachfrage zu analysieren und das Verkehrspotenzial zu erkennen. Folgende Bestimmungsfaktoren sind dafür nötig:

1 - Die Wirtschaftsstruktur der Flughafensektors - die bestimmte Wirtschaftszweige weisen eine überdurchschnittliche Affinität nach Luftverkehr auf, da dieser Distanzen überwindet und eine Vielfalt von hochwertigen Transportleistungen bietet. Aus diesem Grund sollten sich die Flughafenangebote sich in diese Richtung stark ausrichten.

2 - Die Bevölkerungsdichte und demographische Bevölkerungsstruktur im Einzugsgebiet - Die Anzahl, der im Einzugsgebiet lebenden Personen ist von großer Bedeutung. Das bedeutet, je dichter das Einzugsgebiet angesiedelt ist, desto bestehen größere Anforderungen nach Lufttransport. Ein weiterer wichtiger Faktor stellt das Vermögen der Bevölkerung dar.

3 - Die räumliche Lage des Flughafens im Einzugsgebiet - Um das Hauptkriterium zu erfüllen, ist eine ausreichende Erreichbarkeit nötig. Je näher es zu angesiedelten Zentren situiert ist, desto höhere ist das Flugreisenaufkommen.

4 - Das Verkehrsangebot der Bodenverkehrsträger - Das Verkehrsangebot stellt die Konkurrenzfähigkeit des Flughafens in Bezug auf andere Flughäfen in der Region dar, als auch andere Verkehrsarten (Kraftfahrzeuge, schnelle Bahnverbindungen etc.) Im Gegensatz dazu, können Flughäfen auch von einigen anderen Verkehrsarten profitieren. Es kann passieren in Fällen wenn direkte Verbindungen bus zum Flughafen bestehen (Bus oder Bahn).

⁴⁴ *Privatisierung im Flughafensektor - Eine ordnungspolitische Analyse, Berlin 2003.*

⁴⁵ *Das "Einzugsgebiet" - denjeniger geographischer Raum, in dem die potentiellen Fluggäste und die potentiellen Verläder diesen Landerplatz gegenüber einem anderen vorziehen.*

3.1. ANALYSE DER POTENZIALE DES ZIVIL-VERKEHRS

3.1.1. Zielgebiet, Anzahl der Bewohner und regionale Flughafennetzwerk

Bosnien und Herzegowina verfügt über insgesamt vier internationale Flughäfen. Einer davon ist der Flughafen "Mahovljani" Banja Luka. Dieser ist der einzige Flughafen innerhalb den territorialen Grenzen der Republika Srpska. Durch die Betrachtung der geographische Lage innerhalb den Grenzen Ex-Jugoslawiens, ist es bemerkbar, das Banja Luka eine eher zentrale Lage in der Relation zu anderen Flughäfen oder wichtigen Zentren in Süd-Ost Europa aufweist (Abb.3.2.). Dieser Aspekt sollte ein signifikanter Ausgangspunkt für die zukünftige Entwicklung des Luftverkehrs in diesem Gebiet darstellen.

In der Vergangenheit hatte der Flughafen "Banja Luka" einen sekundären Charakter und diente grundsätzlich für die Vernetzung innerhalb Ex-Jugoslawiens, vor allem mit den drei großen Flughäfen: Belgrad, Zagreb und Ljubljana. Heutzutage, ist die einzige verbliebene Linie nach Belgrad. Aus diesem Grund, bewirkt die Wiederherstellung der Linienflüge eine Zunahme der Kapazitäten und die Nachfragen nach kürzeren Flüge (Taxi-Flüge) zwischen den Flughäfen in der Region und stellt somit eine der ersten Entwicklungsstrategien dar.

Ein positiver Faktor, welcher diese Entwicklung stark unterstützt, liegt darin, dass in einem Umkreis von 100-150km ca. eine Million Einwohner leben.

Flughafen Banja Luka erzielt im Gegensatz zu anderen Flughäfen (Tuzla, Mostar und Sarajevo) schlechtere Resultaten mit etwa 30 000 Fluggästen und 1000-1300 Flügen pro Jahr. Flughafen Mostar hat zum Beispiel 50 000, Tuzla 151 000 und Sarajevo 710 000 Fluggäste pro Jahr. Durch die Verbesserung der Infrastruktur und Erweiterung des Flughafenareals, Steigerung der Kapazitäten und Einführung neuen Linien würde der Flughafen Banja Luka konkurrenzfähiger und attraktiver für die neuen Nutzer werden.

Distanz bis zu nächsten Flughäfen:

Banja Luka - Tuzla > 161km - 2h50m 

Banja Luka - Sarajevo > 215km - 3h03m 

Banja Luka - Osijek > 208km - 2h12m 

Banja Luka - Zagreb > 156km - 1h45m 



Abb. 3.1. - Zielgebiet und Ex-Yugoslawien
Flughafennetzwerk

3.1.2. Bevölkerungsanteil in den EU-Ländern

Seit den 90er Jahren des 20. Jahrhunderts und dem Zerfall Jugoslawiens, bis hin zum heutigen Tag, immigrierten über 100.000 Menschen aus der Republika Srpska / Bosnien und Herzegowina in die EU-Länder. Die Hauptursache dafür, war der Bürgerkrieg innerhalb von Jugoslawien. Um zu überleben, verließen die Menschen das Land und nahmen den Weg in die EU-Länder auf der Suche nach einem besseren Leben. Der Großteil wohnt heutzutage in Österreich (149 755), Deutschland (159 380), Schweiz (57 542), Schweden (56 477) und ein kleinerer Teil in anderen europäischen Ländern.⁴⁶

Vor ca. 6 Jahren begann die nächste "Immigration" nach der Erlaubnis, ohne Visum aus Bosnien und Herzegowina in die EU-Länder einreisen zu dürfen. Dies bedeutete eine riesige Chance für den Großteil der Bevölkerung, um einen Job außerhalb des Landes zu finden und Geld zu verdienen. Viele Junge Leute nahmen die Chance wahr, in Europa das Studium zu beginnen um danach in dem jeweiligen Land zu bleiben.

Realistisch betrachtet ergeben sich unzählige negative Auswirkungen durch die Verminderung der Population für das Land selbst. Andererseits eröffnen sich neue Möglichkeiten für die Weiterentwicklung des Zivilen-Luftverkehrs und des Flughafens Banja Luka. Die Flugvernetzung zwischen den Ländern, in denen sich viele Menschen angesiedelt haben, wäre ein signifikanter Schritt. Diese Annahme wird mit der Tatsache unterstützt, dass mit dem Flugzeug größere Distanzen in kürzerer Zeit überwunden und die Staubildung an den Staatsgrenzen verringert werden. Ökonomisch betrachtet ergeben sich für beide Seiten Vorteile, sowohl für den Staat als auch für den Flughafen.

⁴⁶ Ministerium für Zivilangelegenheiten von Bosnien und Herzegowina.



3.1.3. Tourismus

Die Stadt Banja Luka mit seiner Umgebung überzeugt mit einem großen Potenzial zur Entwicklung von Erholungsgebieten und Landschaftstourismus. Ein vielfältiges Angebot von natürlichen Ressourcen stellt einen wichtigen Punkt für die Entwicklung der Region dar. Für Liebhaber des Flusses bietet der Fluss Vrbas ein unvergessliches Abenteuer. Dieser ist aufgrund von Angeboten wie Kajak oder Kanu fahren und auch Rafting weltweit bekannt. Damals fand dort die Kajak und Kanu Weltmeisterschaft statt. Neben dem Sportangebot entstanden auf dem Flussbett einige Erholungsgebiete wie zum Beispiel "Krupa na Vrbasu". Zudem bietet die Region zahlreiche Angebote für Wanderliebhaber und Bergsteiger. Der bekannteste Nationalpark in der Umgebung dafür ist "Mrakovica - Kozara". Ein großes Potenzial liegt in der Erweiterung von Spa- und Erholungsräumen, da in der Nähe mehrere Kurorte mit Thermalwasser existieren. Der Kurort „Banja Vrućica“ in Teslić ist bereits durch das Thermenressort im europäischen Raum bekannt. Neben den Angeboten in der Natur, bietet die Stadt selbst einige touristische Plätze und architektonische Highlights wie z.B die Kirche "Hram Sv. Trojice", die Festung Kastel", das Erholungsgebiet "Banj brdo" und vieles mehr. Diese Entwicklung spielt eine signifikante Rolle für ein vermehrtes Aufkommen von Touristen. Das zusammengefasst erhöht die Nachfrage im Bereich des Flugverkehrs.



Abb. 3.2. - Hram Sv.Trojice, Kurort
"Banja Vrućica", Nationalpark
"Mrakovica", Ethno Dorf "Ljubučke
doline", Festung "Kastel"

3.1.4. Low - Cost Fluggesellschaften⁴⁷

Seit den 90er des 20. Jhdts entwickelten sich die sogenannten Low-Cost (billige) Fluggesellschaften. Die erste Fluggesellschaft dieser Art ist in den 70er Jahren des 20. Jhdts in den USA (Southwest Airlines) gegründet worden. Später in den 90er Jahren expandierte das Modell in Europa. Ryanair war eine der ersten Gesellschaften und am Anfang verband er nur die UK-Länder (England und Irland). In folgenden Jahren entwickelten sich europaweit auch andere Gesellschaften dieser Art.

Low-Cost Gesellschaften basieren sich auf das Angebot von günstigeren Flügen für seine Nutzer. Diese Art der Lufttransport ist sehr erfolgreich heutzutage, weil es für alle Schichten der Bevölkerung ökonomisch umgänglich ist. Die Gründe für die Funktionalität solcher Fluggesellschaften, trotz der günstigeren Flüge als üblich, sind folgende:

- Fokus auf kürzere Routen (In der Regel bis zum 1.500km)
- bestmögliche Belegung des Flugzeugs
- erhöhter Flügenanzahl
- Benutzung von sekundären Flughäfen aufgrund von niedrigeren Service-Kosten und Steuern, weniger Frequenz und Staubbildung, geringeren Wartezeiten...
- einheitliche Flote (ein oder zwei Typs der Flugzeuge)
- direkter Verkauf der Tickets (nicht durch die Reisebüros)
- on-board Service

Flughafen "Banja Luka", mit seiner Größe und Bedeutung (sekundärer Charakter) eignet sich ideal für die Low-Cost Fluggesellschaften. Durch die Kooperation erzielen beide Seiten Gewinne. Die Low-Cost Fluggesellschaft nutzt die Vorteile des Flughafens dieser Art und der Flughafen erhält einen Anreiz für erfolgreiche Funktionalität.

Beispiel Flughafen Tuzla ist ein ideales Beispiel gleich in der Umgebung. Der Flughafen hat eine Kooperation mit der ungarischen Fluggesellschaft Wizzair seit dem Mai 2013 und bieten 16 Linienflüge in den 7 EU-Ländern.

⁴⁷Vgl: https://www.icao.int/sustainability/Case-Studies/StatesReplies/Europe_LowCost_En.pdf - *The Impact of low cost carriers in Europe, Februar 2003* und <https://de.wikipedia.org/wiki/Billigfluggesellschaft>.

3.2. Wirtschaftliche Entwicklung – Cargotransport

Die regionalwirtschaftliche Bedeutung des Flughafens ergibt sich zum einen aus den kurzfristigen Einkommens- und Beschäftigungseffekten, zum anderen aus den langfristigen Wachstum- und Strukturwirkungen, die durch den Betrieb der Flughäfen für die Flughafenregionen generiert werden.⁴⁸

Die Wirtschaft und der Flughafen stehen heutzutage in einer engen Beziehung. Entweder zieht die wirtschaftliche Entwicklung den Bedarf nach Lufttransport mit sich, oder das Entstehen eines Flughafens beeinflusst die Entwicklung der Wirtschaft rund um den Flughafen. Diese Zusammenspiel bedeutet die Schaffung von neuen Arbeitsplätzen. Das wiederum führt zu einem wirtschaftlichen Aufschwung.

Banja Luka als Hauptstadt der Republika Srpska bildet zusammen mit der Region Semberija das wirtschaftliche Zentrum des politischen Bezirks - Entität. Die Bodenfleichen bestehen aus großzügigen Feldern, die sich für Landwirtschaft und Obstbau eignen. Deswegen sind diese Wirtschaftsformen sehr weit verbreitet. Die Landwirtschaft beeinflusst stark die Viehzucht- und Fleischindustrie.

Laut dem Wirtschaftsreformprogramm der Republika Srpska ist die verarbeitende Industrie (Fleisch, konservierte Produkte, Möbel etc.) für den Warenexport am Bedeutendsten mit einem Gesamtexportanteil von über 80%. Die wichtigsten Außenhandelspartner sind die EU-28⁴⁹ Länder, Mitgliedsstaaten der CEFTA⁵⁰ und die Türkei.⁵¹ Es wurden bestimmte Schritte für eine stärkere Handelsbeziehung mit Russland unternommen. Es ist davon auszugehen, dass ein Bedürfnis nach einem besseren Lufttransport im Sinne von Cargo in den kommenden Jahren zu erwarten ist.

⁴⁸ *Privatisierung im Flughafensektor - Eine ordnungspolitische Analyse, Berlin 2003.*

⁴⁹ *EU-28 - Mitgliedstaaten der Europäischen Union.*

⁴⁹ *Handelsabkommen zwischen Nicht-EU-Ländern, deren Mitglieder sich derzeit hauptsächlich in Südosteuropa befinden.*

⁵¹ *Program ekonomskih reformi RS 2017-2019.*

3.3. Hangar - Bedarfsanalyse

Der Flughafen verfügt derzeit über einen kleinen Montagehangar, wo zwei kleine Flugzeuge eingeparkt werden können. Die Nachfrage nach einem größeren Hangarplatz wäre gerechtfertigt, wenn man in Betracht zieht, dass die Staatsregierung eine Cessna Citation X+ und drei Helikopter Soko Gazelle besitzt. Darüber hinaus würden in diesem Hangar noch ein bis zwei kleinere Flugzeuge eingeparkt werden (Referenz-beispiel:Cesna Skylane).

Die geschätzte Fläche für den neuen Hangar inklusive Nebenräume beträgt:

Cessna Citation X+

Länge:	22,43m
Spannweite:	21,09m
Höhe:	5,86m
Personen:	12



Abb. 3.5. Cessna Citation X+

Cessna Skylane

Länge:	8,84m
Spannweite:	10,97m
Höhe:	2,84m
Personen:	4



Abb. 3.6. Cessna Skylane

Soko Gazelle SA-341

Länge:	11,97m
Durchmesser:	10,50m
Höhe:	3,19m
Personen:	5



Abb. 3.7. Soko Gazelle

"Das Gefühl für die richtigen Proportionen eines Gebäudes kann man nicht studieren."

Don Justo Gallego Martinez

4

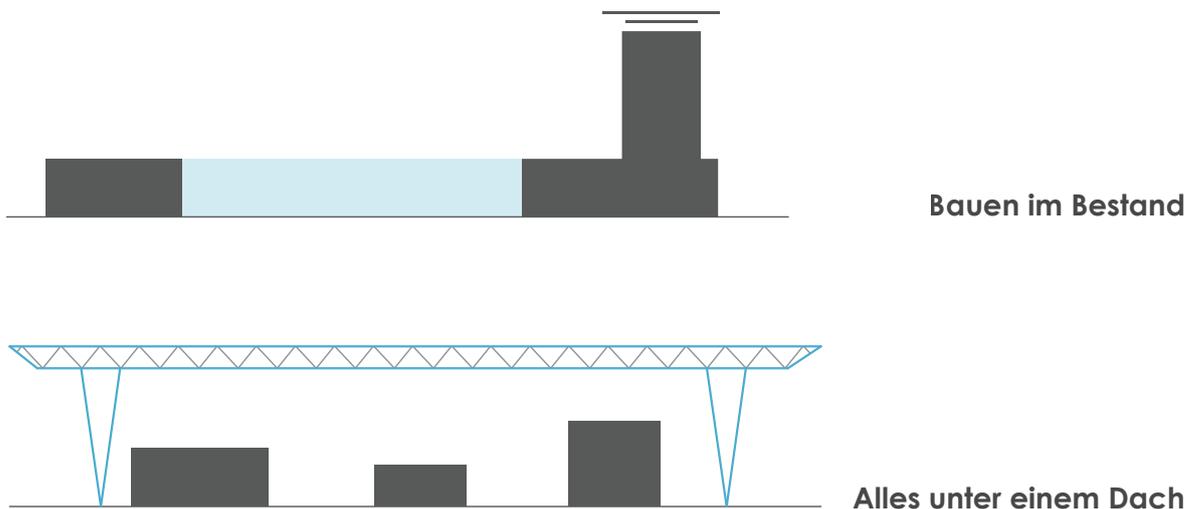
Entwurf

4.1. Konzept

Durch die Analyse des Flughafenareals und des Umfeldes und durch die Betrachtung der Grundfunktionen eines Flughafens möchte ich mich im Folgenden auf vier Punkte konzentrieren:

Bauen im Bestand - Dieses Thema spielt eine wesentliche Rolle in der heutigen Architektur. Der Umgang mit dem Bestand stellt eine große Herausforderung in der Planungsphase dar. Der Flughafen selbst besteht aus mehreren Gebäuden die voneinander getrennt platziert sind. Diese Raumordnung vermittelt eine spannende Atmosphäre in städtebaulich dichteren Gebieten, jedoch in diesem isolierten System, wie es bei einem Flughafen der Fall ist, wirkt es nicht aussagekräftig. Aus diesem Grund entwickelte sich die Leitidee, die Beziehungen zwischen den Gebäuden zu schaffen und gleichzeitig optimale Funktionalität zu gewährleisten. Die leeren Räume zwischen den Bestandgebäuden werden genutzt um die Bestandsgebäude in Verbindung zu bringen.

Alles unter einem Dach - Der nächste Schritt in der Entwurfsphase lenkt von der üblichen Flughafenhierarchie ab, in der die Funktionen wie die Terminalgebäude, die Hangarhallen und die Cargoeinrichtungen für sich selbst stehen. Aufgrund der



Größe des Flughafens und der Verkehrsfrequenz, entstand der Grundgedanke all diese Funktionen „unter einen Hut“ zu bringen, oder wie man in der Architektur sagen würde „unter ein Dach“ zu bringen. Gleichzeitig sollen die öffentlichen und privaten Zonen klar definierbar und lesbar für die Nutzer sein.

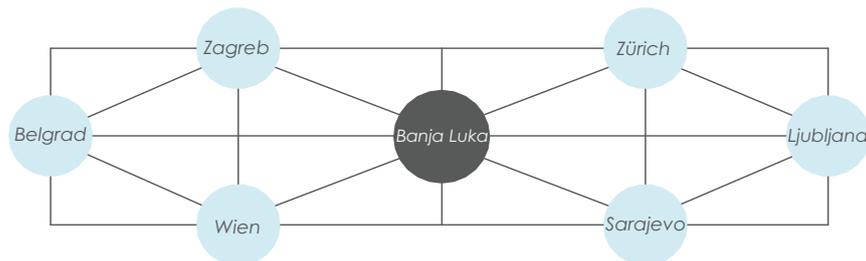
Landschaft – Nachdem die funktionalen Aspekte definiert sind, stellt sich die Frage, in welche Richtung sich die Form entwickelt? Die Antwort befindet sich gleich in der Umgebung oder ganz präzise gesagt im Landschaftspanorama. Obwohl der Flughafen in einem Flachland gebaut ist, dominiert weiter im Hintergrund ein Bergmassiv. Um dieses Panorama auf das Gebäude widerzuspiegeln, nimmt das Dach eine wellenförmige Form an, um die umliegenden Berge nachzuahmen.

Vernetzung - Hauptfunktion jedes Flughafens ist es die Menschen, Waren oder Sonstiges schnellstmöglich von Punkt A nach Punkt B zu bringen. Mit Hilfe von Flugzeugen können größere Distanzen schnell überbrückt werden. Am Himmel entwickeln sich unsichtbare, grenzenlose Netzwerkwege, die Menschen zwischen den Städten verbinden. Jeder Flughafen ist ein Knoten in diesem komplexen Netzwerk und aus diesem Grund wird das Thema Vernetzung im Gebäude aufgenommen (Dachkonstruktion).

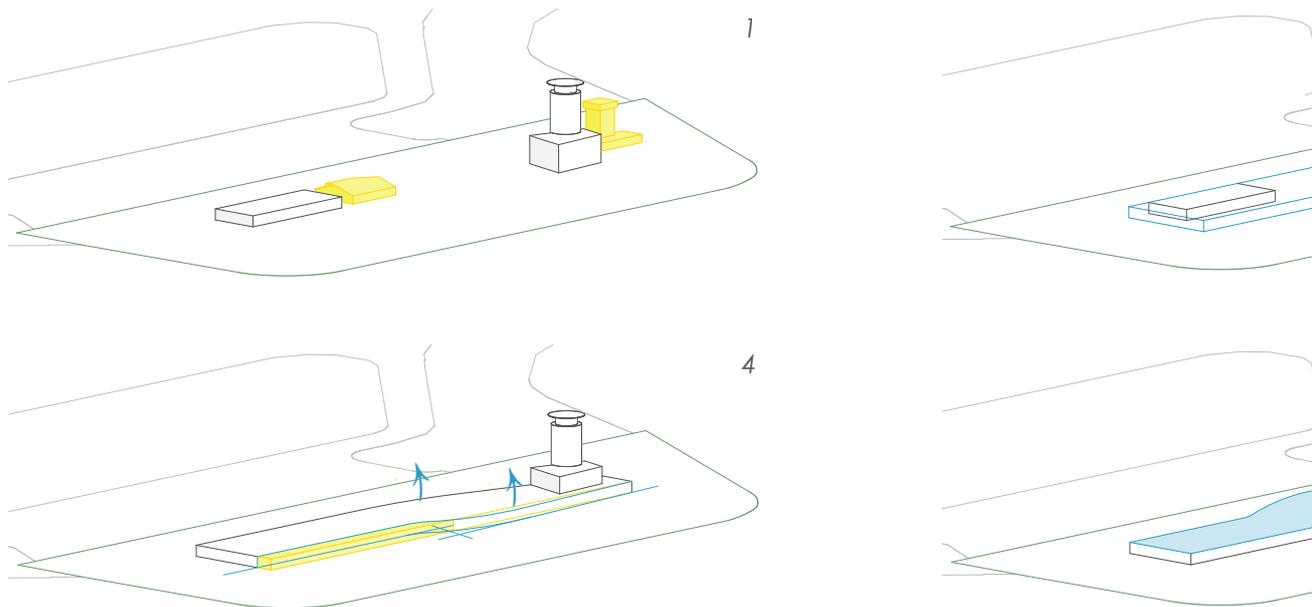
Landschaft



Vernetzung



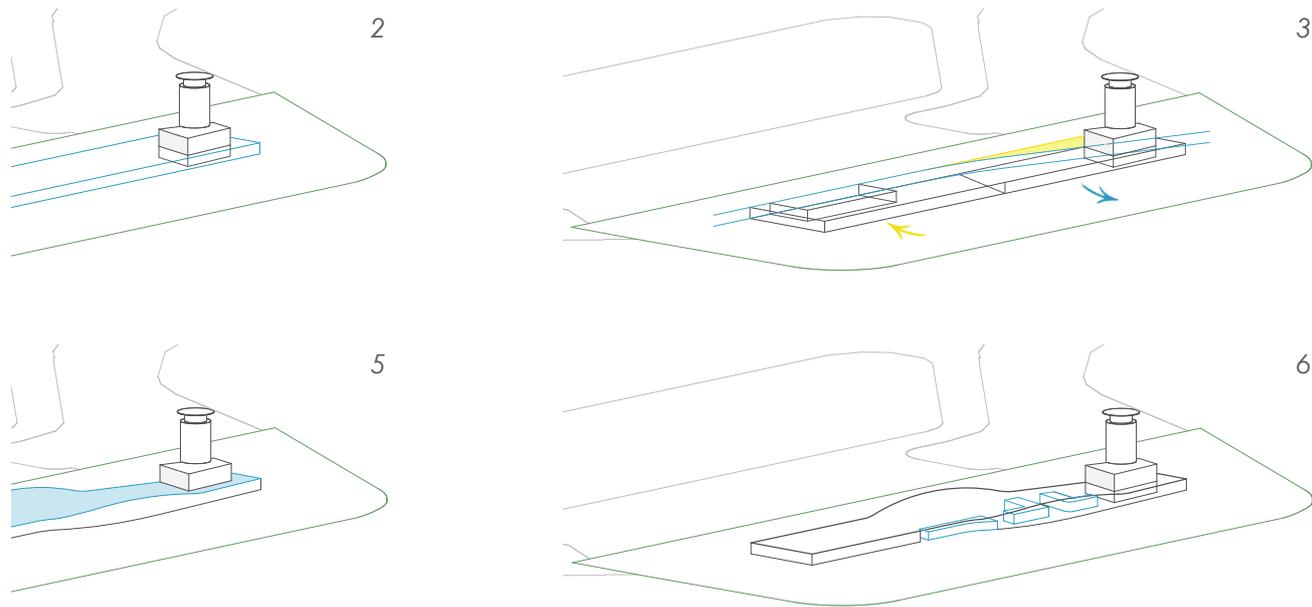
4.2. Baukörperentwicklung



1 - Das Gebäude, die ein ausreichendes Maß an Funktionalität nicht mehr anbieten können, sind für den Abbruch vorgesehen. Der Kontrollturm und die Cargohalle bleiben als Bestand erhalten.

2 - Die neu geplante Fläche ist auf dem Bauplatz zwischen und um den Bestand platziert - "alles unter einem Dach".

3 - Im nächsten Schritt werden die wichtigen Achsen definiert. Daraus ergeben sich luftseitig die bestehende Achsen von der Cargohalle und des Kontrollturms, die in Verlängerung einen Schnittpunkt bilden. Dieser Schnittpunkt – Knoten bildet den Mittelpunkt eines Bogens zwischen den Bestandsgebäuden. Die Abgezogene Fläche wird landseitig addiert um den Terminaleingang hervorzuheben. Gleichzeitig wird der Cargoteil nach hinten verschoben, damit sich in der Fassade ein Rücksprung bildet, der als sekundärer Gebäudeteil erkennbar ist.



4 - Durch die vorangegangenen Schritte entsteht in der Fassade ein Sprung, welcher abgerundet wird um eine fließende - organische Gebäudekante zu schaffen. Nachdem die Umrissse des Neubaus definiert sind, gilt es nun die Landschaft zu erfassen in die Verbindung mit dem Gebäude herzustellen.

5 - Die Dachhaut wird an zwei Punkten nach oben gehoben und an dieser Stelle entsteht eine doppelt - gekrümmte Dachkonstruktion.

6 - Die neu geformte Dachebene steht als dominanter Teil klar sichtbar im Vordergrund. Diese wird teilweise schwebend wahrgenommen. Aus diesem Grund sind die Funktionsbereiche entweder tiefer im Inneren platziert, oder niedriger gebaut mit einer klaren Differenzierung zur Hauptstruktur.

Abb. 4.3. bis Abb. 4.8. - Baukörperentwicklung

4.3. Funktion

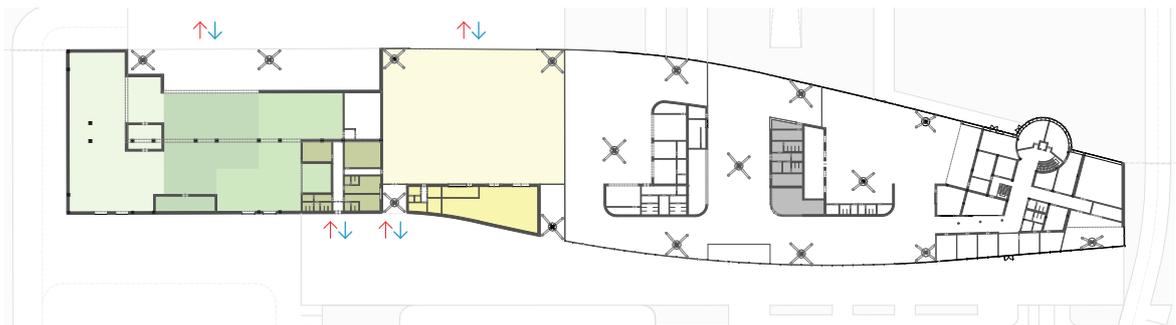
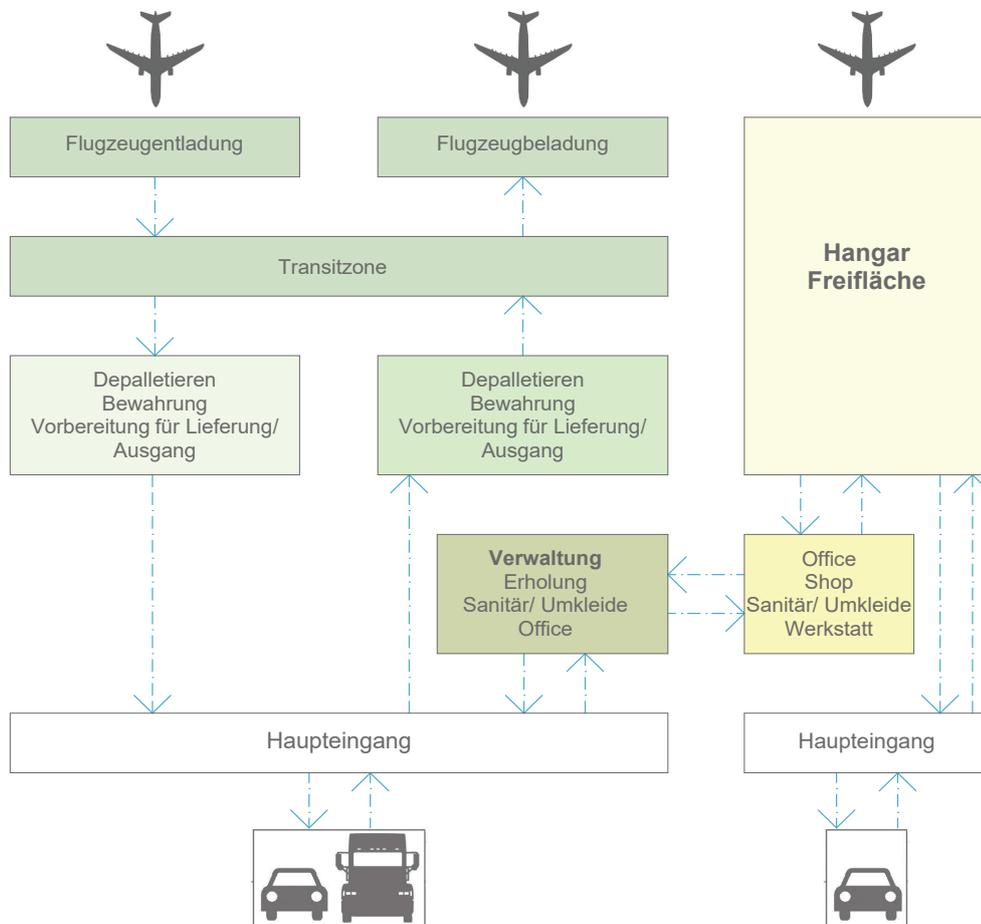


Abb. 4.9. - Funktionsdiagramm - Cargo-/ Hangargebäude

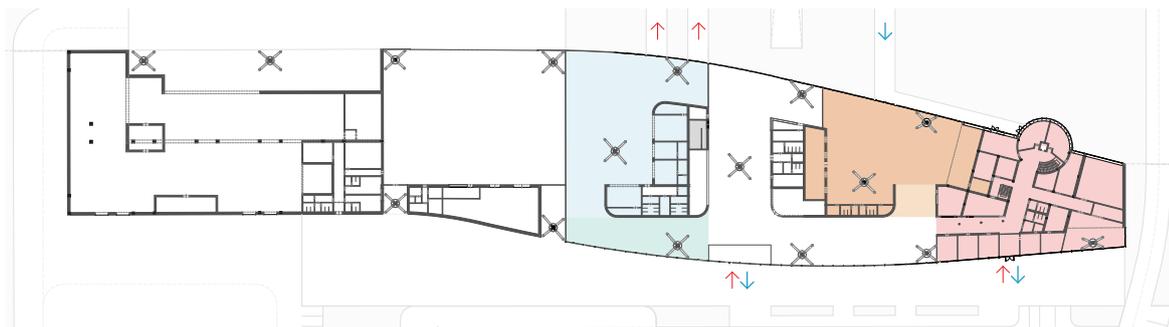
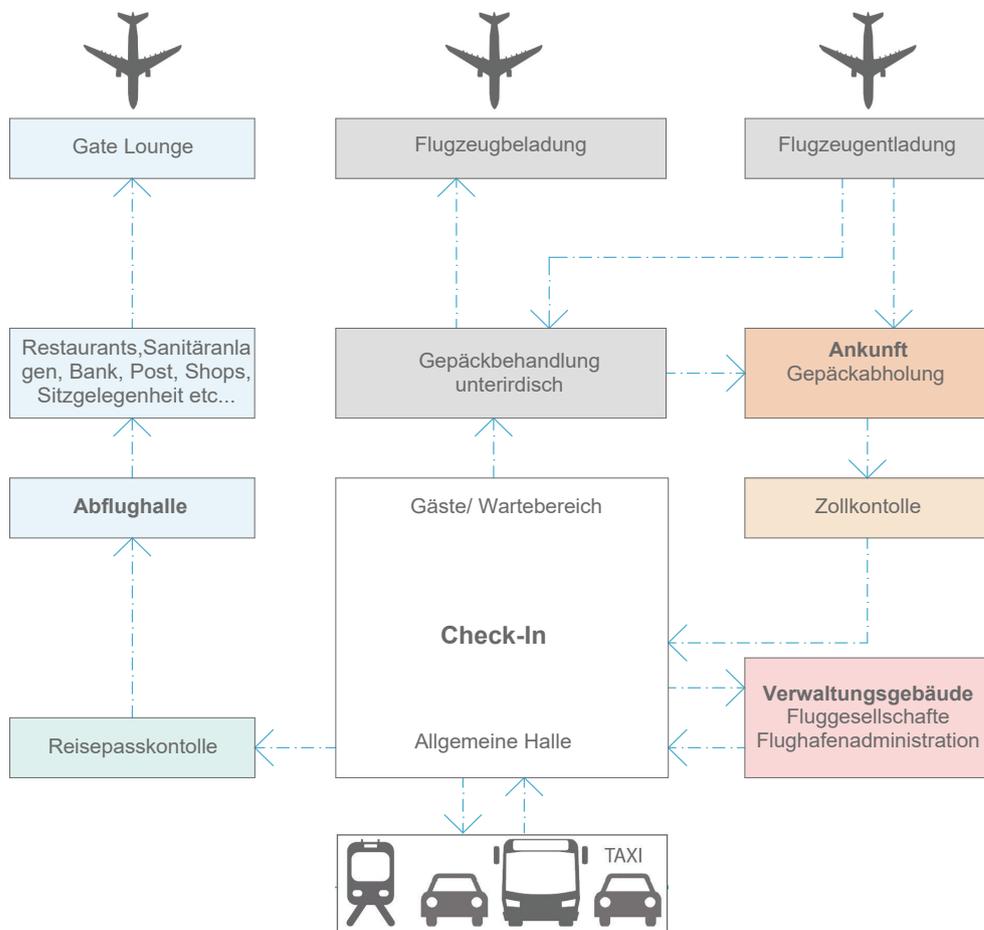


Abb. 4.9. - Funktionsdiagramm - Terminal- / Verwaltungsgebäude

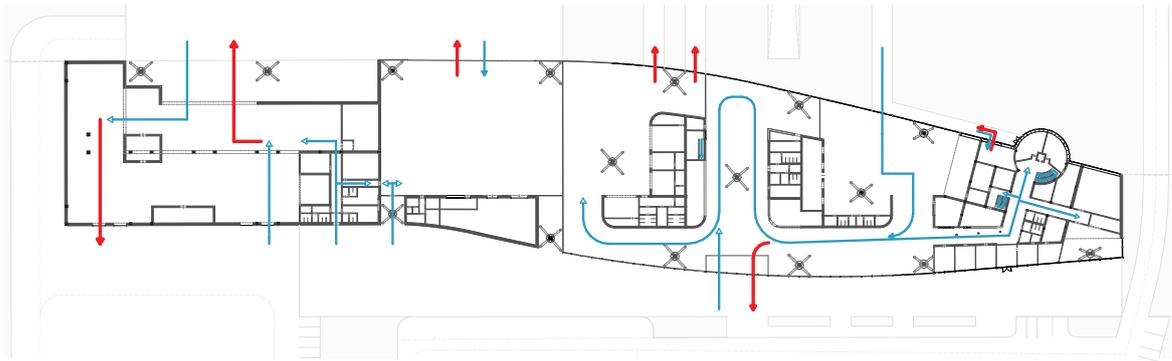


Abb. 4.11. - Erschließungs-/ Bewegungszonen

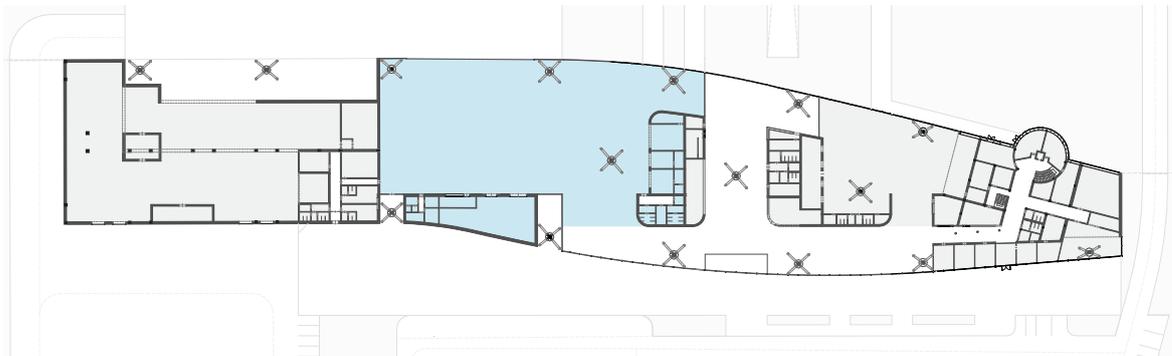


Abb. 4.11. - Erschließungs-/ Bewegungszonen

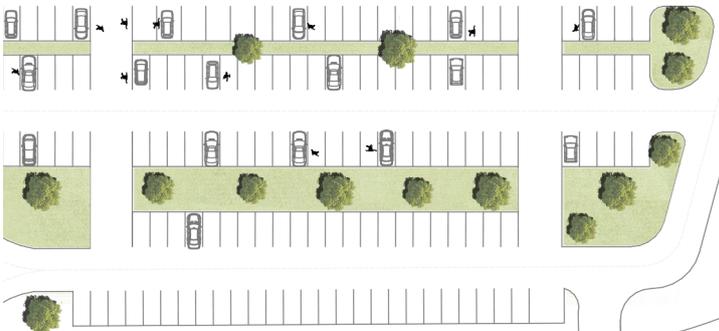
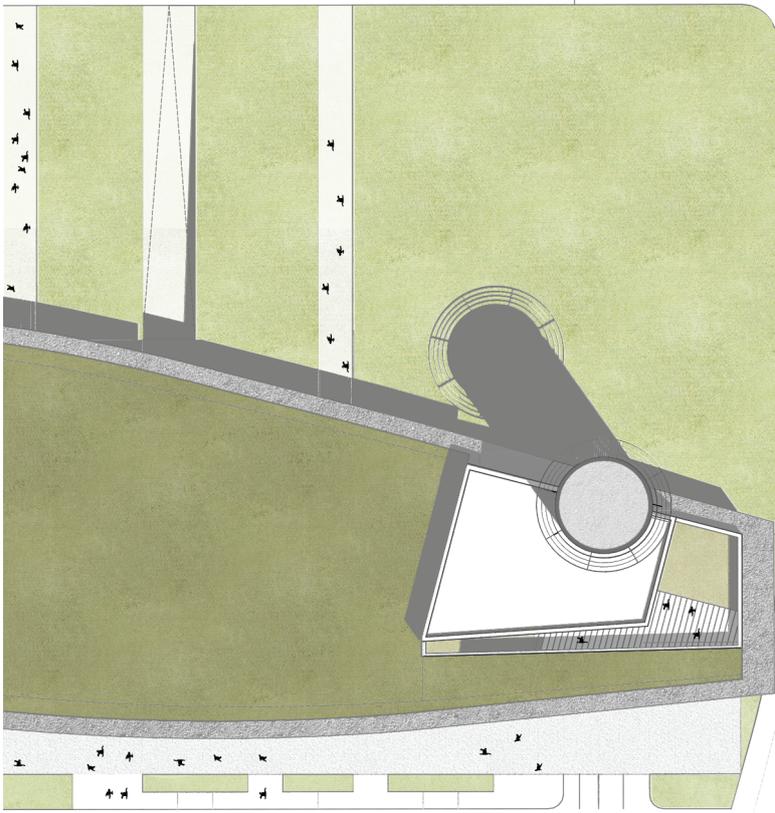
Das Konzept "alles unter einem Dach" steht in einer engen Verbindung mit der Flexibilität, was in zukünftigen Szenarien eine wichtige Rolle spielen könnte. Wir gehen davon aus, dass sich der Anteil des Luftverkehrs in den kommenden 10 bis 20 Jahren erhöhen wird und aus diesem Grund sind die Anforderungen nach größeren Terminalgebäude realistisch gegeben. Eine mögliche Lösung liegt in folgender Variante: die derzeitige Abflughalle wird um die Hangarfläche erweitert und der Hangar wird extern auf dem Flughafenfeld neu errichtet. Organisatorisch bleiben alle Funktionen gleich, außer der Abflughalle, die nun über eine großzügigere Fläche verfügt.

4.4. Plandarstellung

Flächenaufstellung

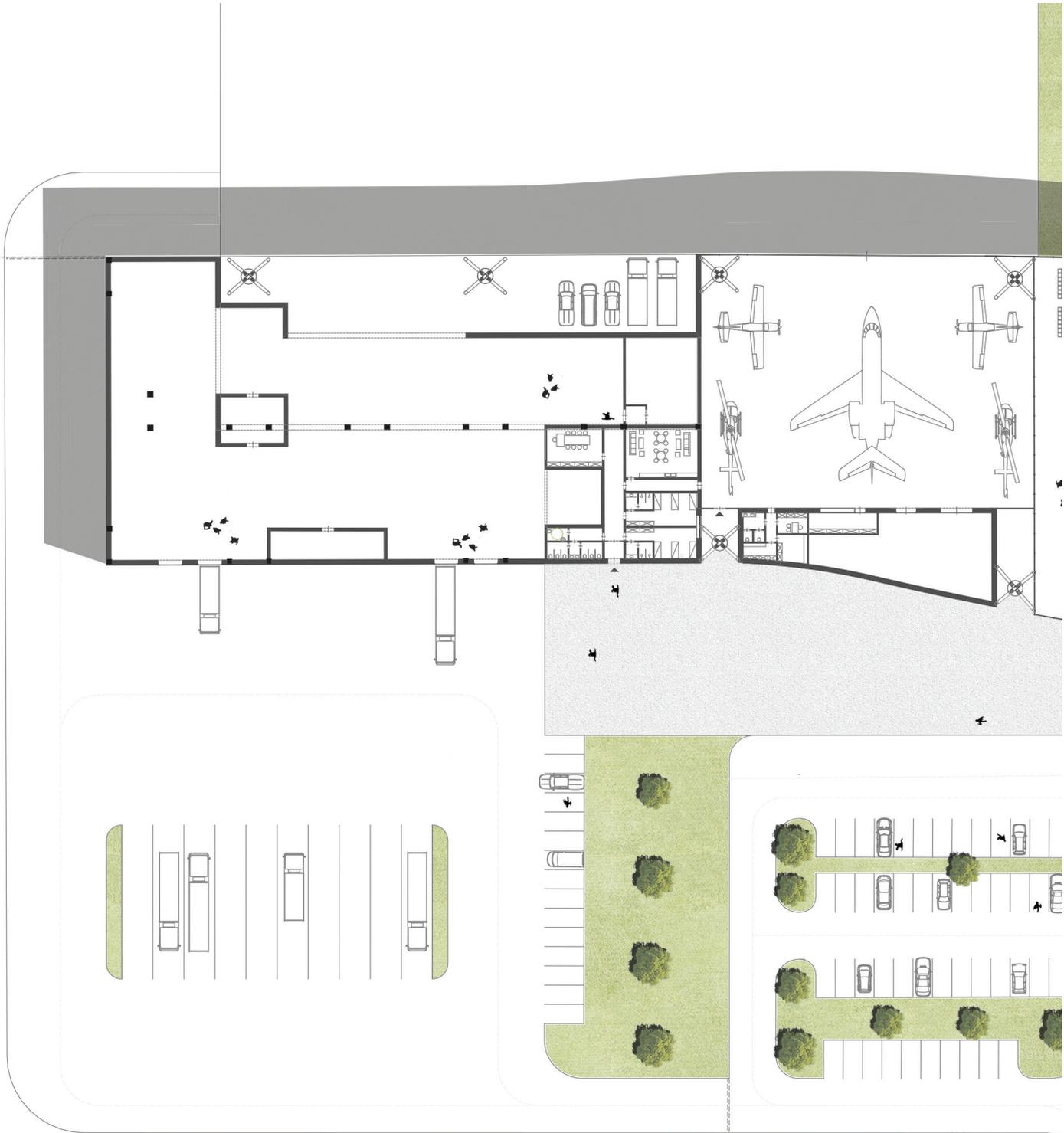
Cargogebäude:	<u>2311m²</u>
- Empfang, Palletieren/ Abtransport, Depalletieren/ Transitzone	1895m ²
- Technikraum	106m ²
- Reparatur Shop	52m ²
- Sanitär/ Erholungsbereiche mit Umkleide und Duschen	106m ²
- Betriebsleiter	36m ²
- Erschließung/ Gemeinschaftsraum (Cargo + Hangar)	116m ²
Hangar:	<u>1667m²</u>
- Hangar-/ Parkplatzfläche	1406m ²
- Büro/ Sanitär/ Umkleide	50m ²
- Shop	24m ²
- Reparatur/ Werkstatt	187m ²
Terminalgebäude:	<u>4725m²</u>
- Eingang/ Halle (Check-In/ Reisebüro/ Sanitär/ Cafe - Wartebereiche alle Gäste, Supermarkt)	1380m ²
- Sicherheitskontrolle	300m ²
- Abflughalle (Bank/ Post, Restaurant, Sanität, Shops)	1200m ²
- Ankunftshalle(Sanitär, Duty-Free, Gepäckabholung, Technikraum)	915m ²
- Zoll/ Zugang zum Ausgang	280m ²
- Gepäckbehandlung	650m ²
Verwaltungsgebäude:	<u>1610m²</u>
- Bestand EG (Büros und Serviceräume, Sanitär)	420m ²
- Neubau EG (Büros)	605m ²
- Bestand 1.OG (Büros und Serviceräume, Sanitär)	585m ²
- Dachterasse 1.OG Neu	266m ²
GESAMT:	<u>10313m²</u>

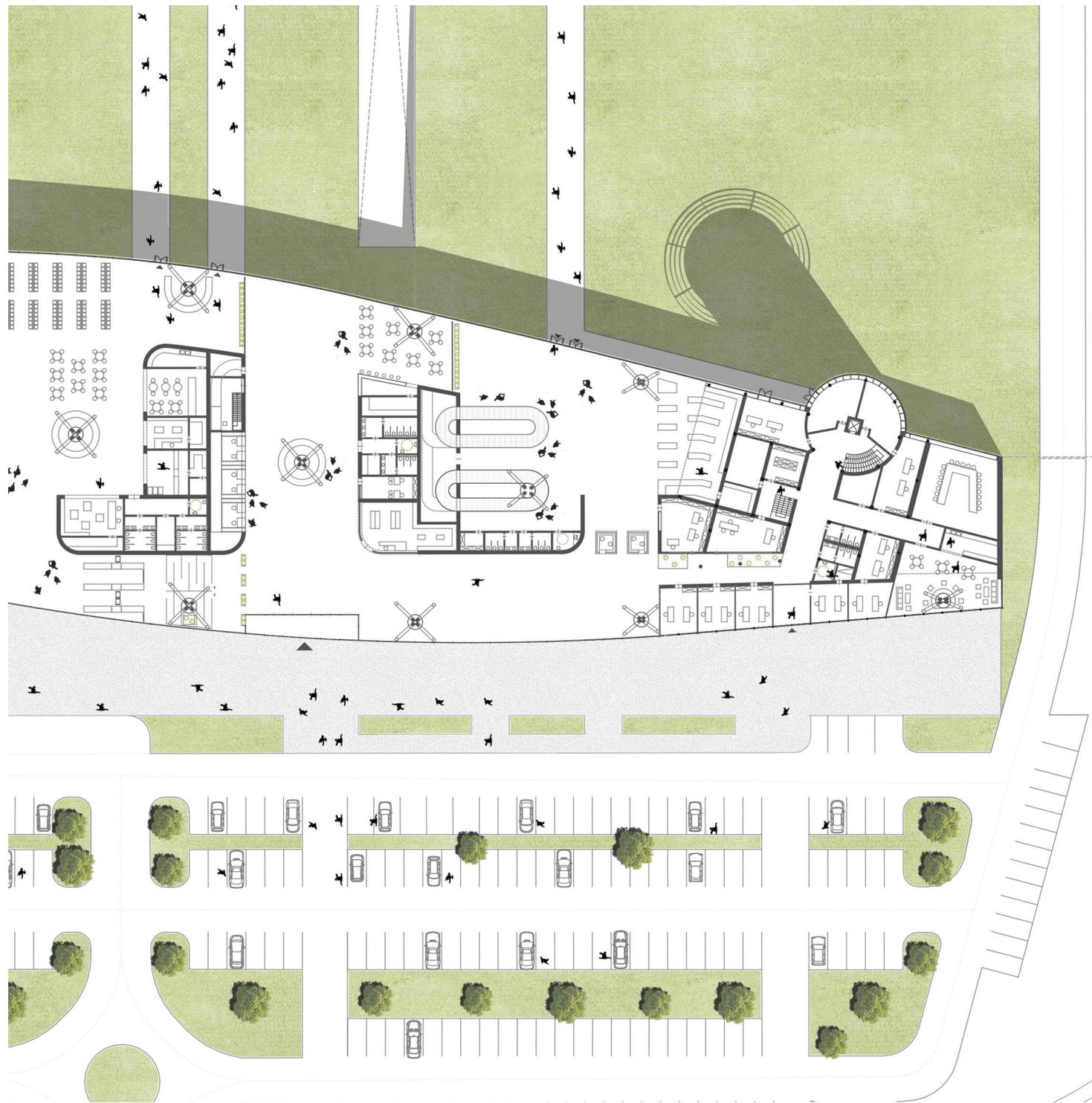




LAGEPLAN M 1:1000

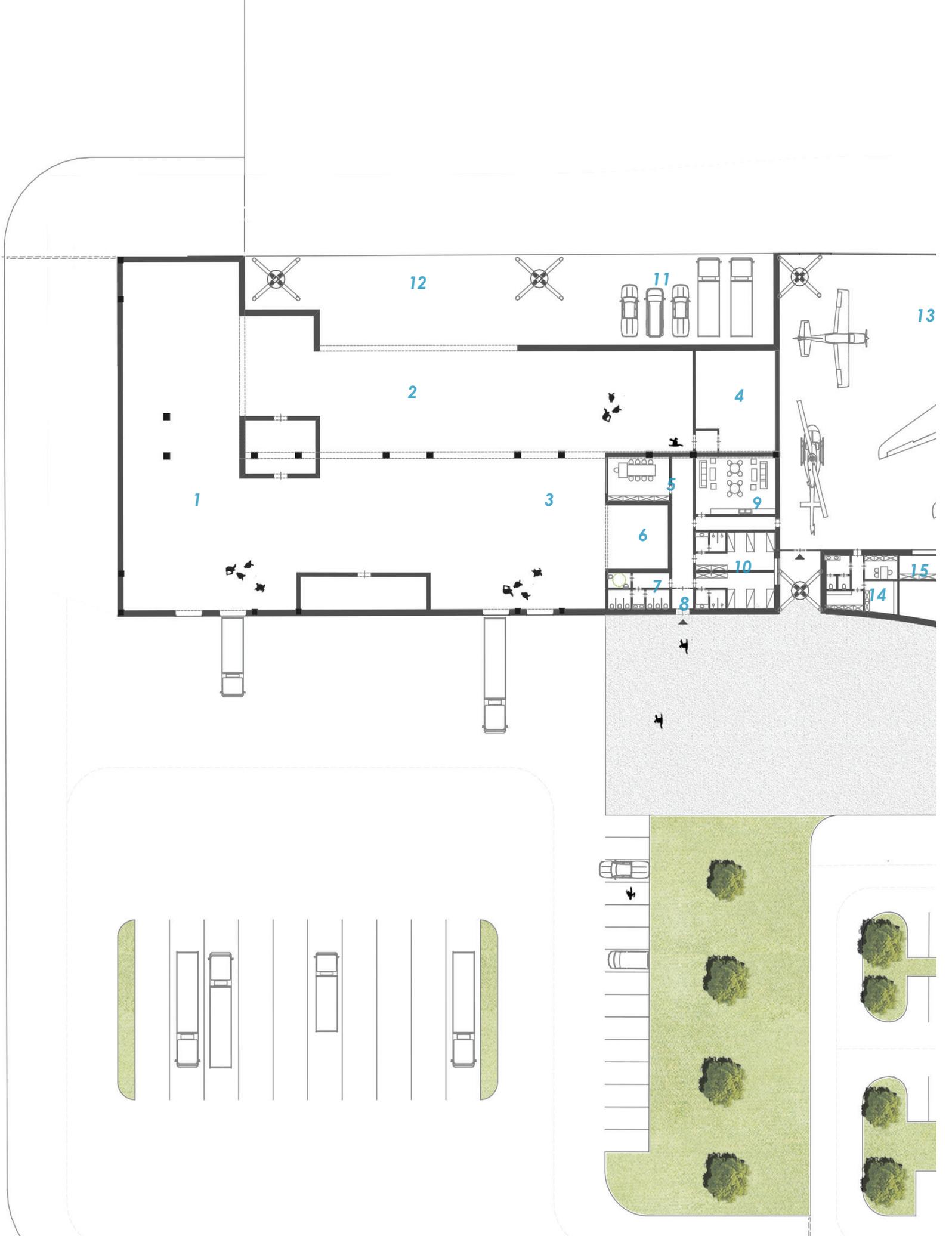


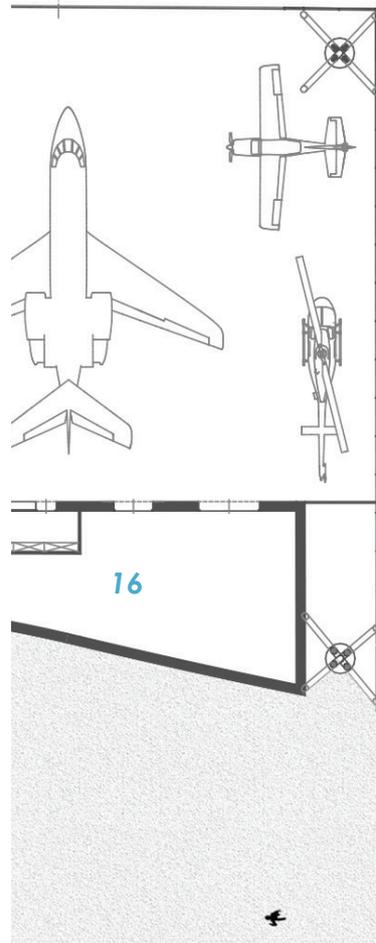




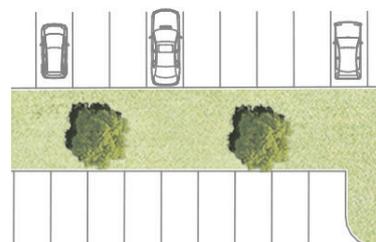
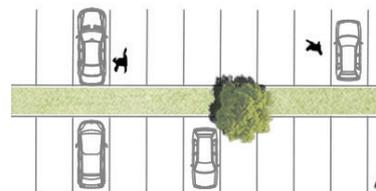
GRUNDRISS EG (Gesamt) M 1:750





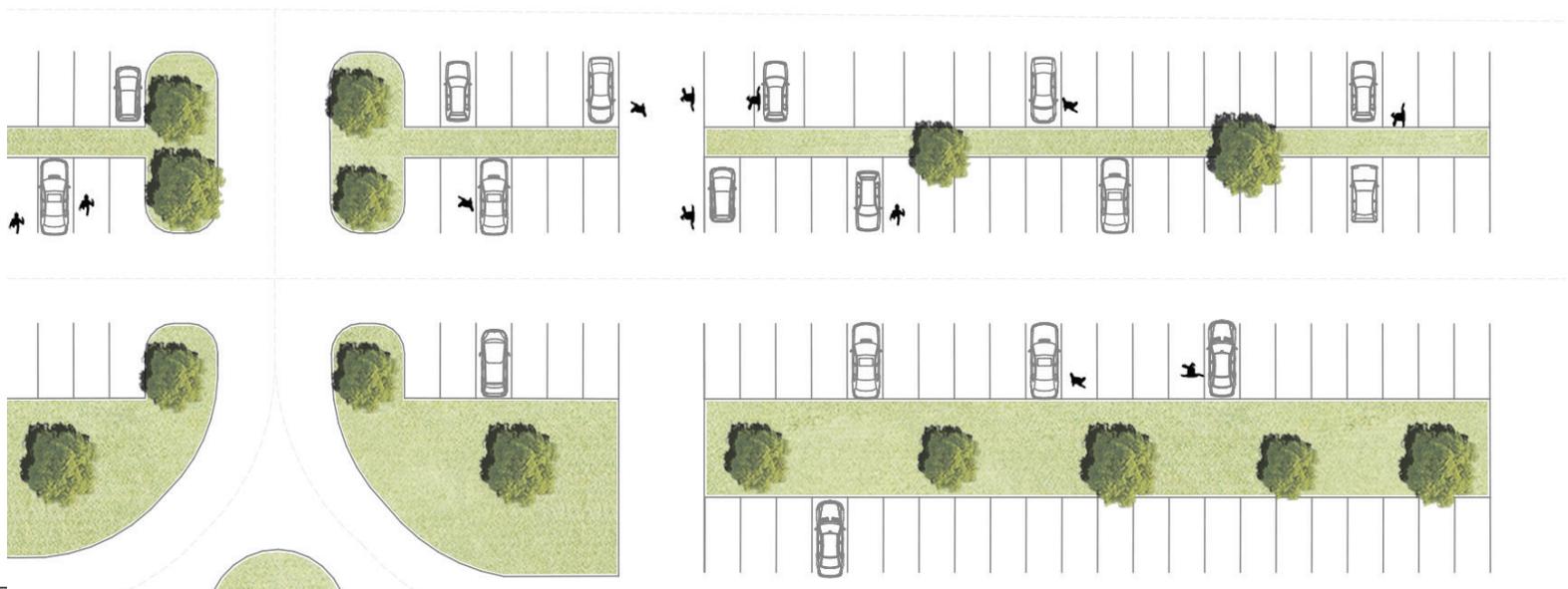
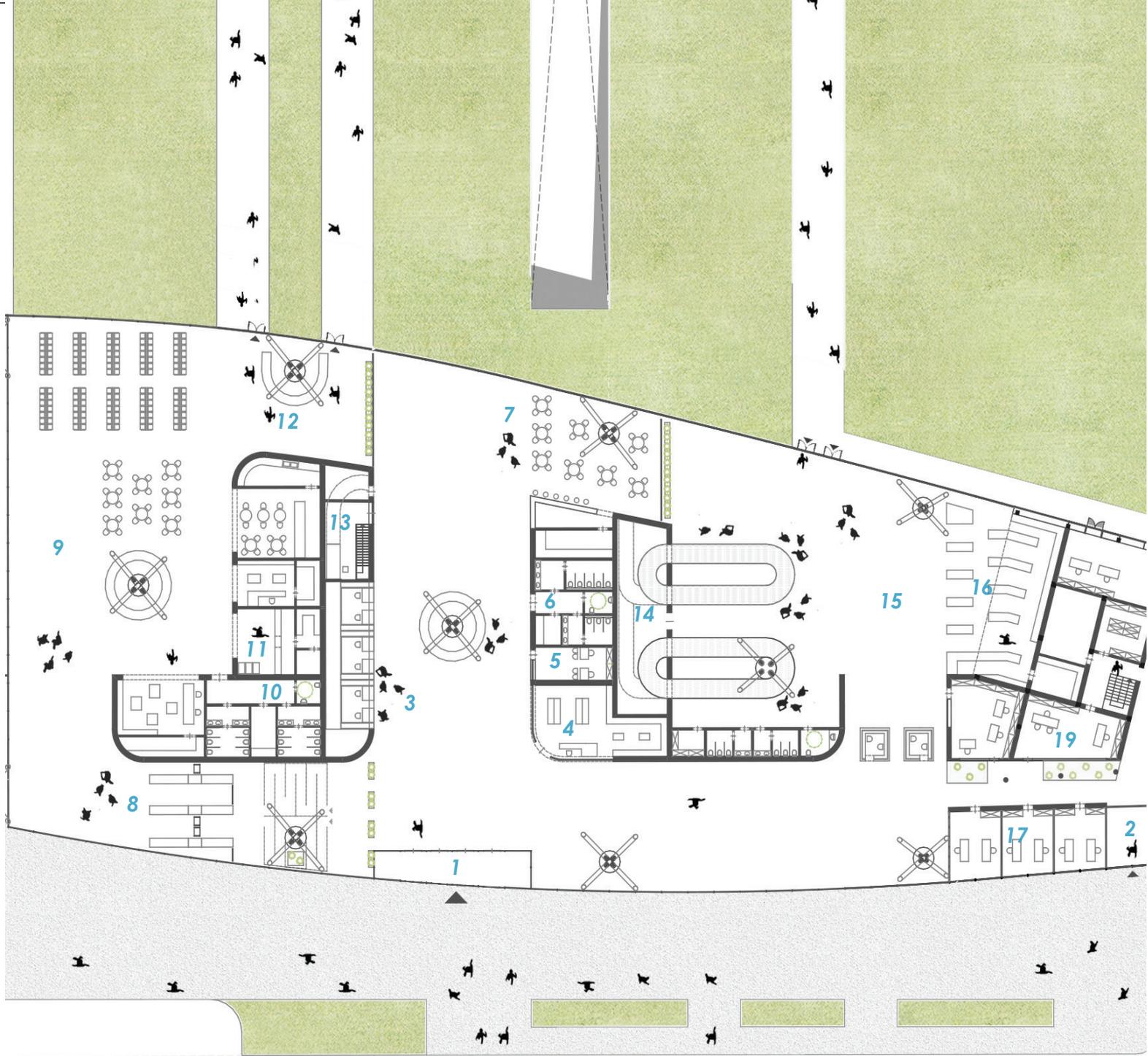


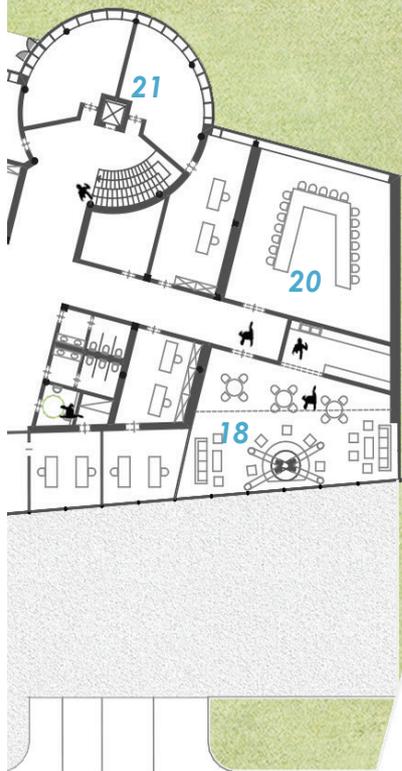
- 1 - Depalleteieren/ Bewahrung/ Abtransport
- 2 - Transitzone
- 3 - Empfang/ Sortieren/ Palletieren
- 4 - Technikraum
- 5 - Betriebsleiter
- 6 - Reparatur Shop
- 7 - Sanitäranlagen
- 8 - Haupteingang/ Windfang
- 9 - Gemeinschaftsraum (Cargo + Hangar)
- 10 - Erholungsbereich mit Umkleide und Duschen
- 11 - Parkplatz - Flughafenfahrzeuge
- 12 - Eingang - Luftseite
- 13 - Hangar-/ Parkplatzfläche
- 14 - Büro/ Sanitär/ Umkleide
- 15 - Shop
- 16 - Reparatur/ Werkstatt



GRUNDRISS EG - CARGO/ HANGAR M 1:500







- 1 - Haupteingang/ Ausgang (Windfang)
- 2 - Eingang - Verwaltungsgebäude (Windfang)
- 3 - Check-In
- 4 - Supermarkt/ Bäckerei
- 5 - Reisebüro
- 6 - Sanitäranlagen
- 7 - Cafe/ Wartebereich alle Gäste
- 8 - Sicherheitskontrolle
- 9 - Abflughalle (Restaurant, Shops, Wartezonen)
- 10 - Sanitäranlagen
- 11 - Bank/ Post
- 12 - Reisepasskontrolle/ Zugang zum Flugzeug
- 13 - Zugang Gepäckbehandlung (unterirdisch)
- 14 - Technikraum (Gepäck)
- 15 - Ankunftshalle/ Gepäckabholung/ Zoll
- 16 - Duty-Free Shop
- 17 - Büros (Verkehr, Sicherheit, Unternehmen, Ware)
- 18 - Buffet/ Gemeinschaftsraum (Verwaltung)
- 19 - Chef
- 20 - Konferenzraum
- 21 - Kartographie/ Meteorologie/ Luftdienst

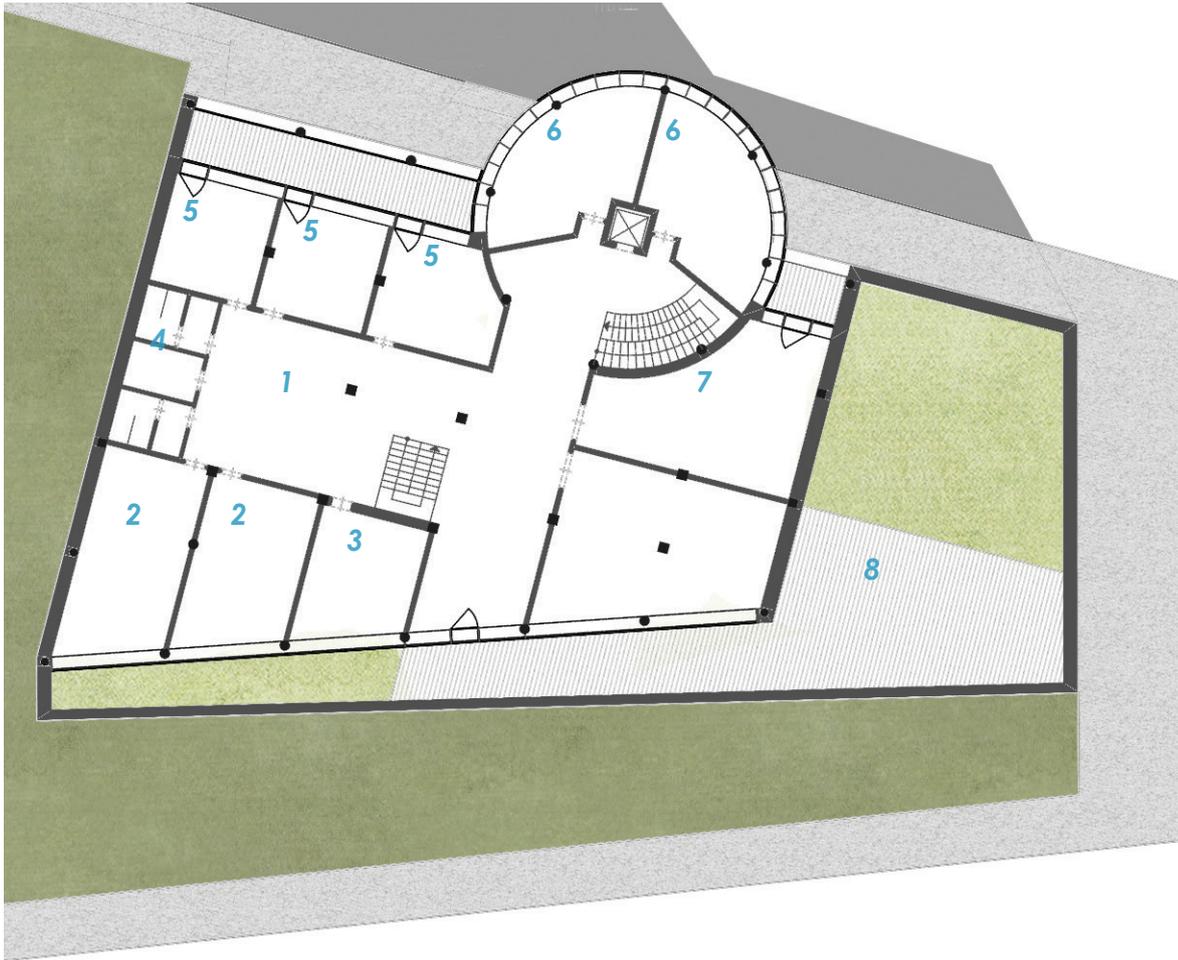
GRUNDRISS EG - TERMINAL-/ VERWALTUNGSGEBÄUDE M 1:500





- 1 - Treppenhaus und Abstellraum
- 2 - Supervisor
- 3 - Erholung-/ Gemeinschaftsraum
- 4 - Sanitär

- 5 - Gepäcksortieren
- 6 - Gepäck KARussell (Band)
- 7 - Disponent
- 8 - Vorplatz



1 - Gemeinschaftsraum/ Sitzbereich

2 - allgemeine Dienst

3 - Erholung/ Schlafraum

4 - Sanität

5 - Instruktor/ Ingenieur/ Techniker

6 - Abteilungsleiter/ Schichtleiter

7 - Personal-Trainingsraum

8 - Dachterrasse mit Grünbereiche

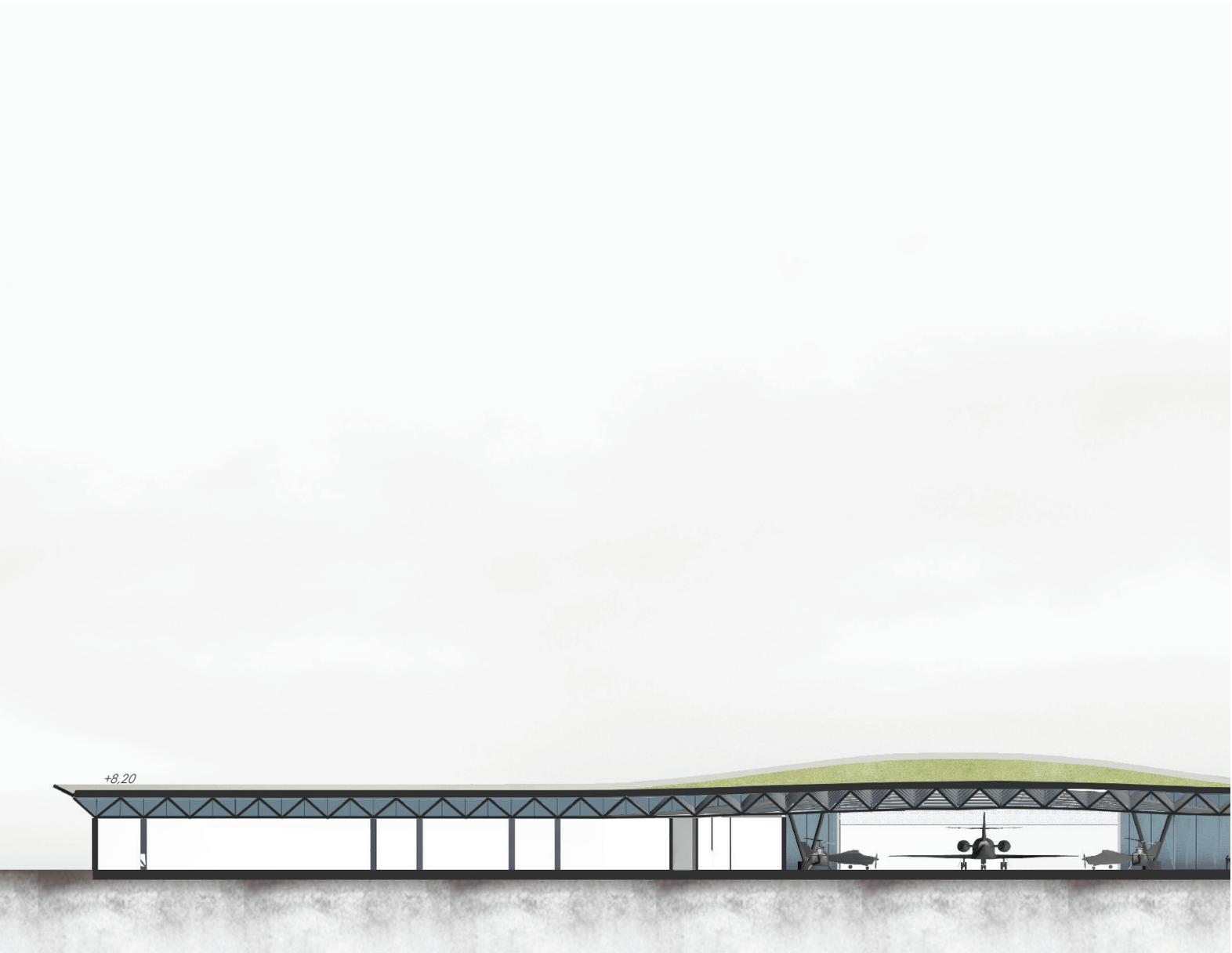
GRUNDRISS 1.OG - VERWALTUNGSGEBÄUDE M 1:500

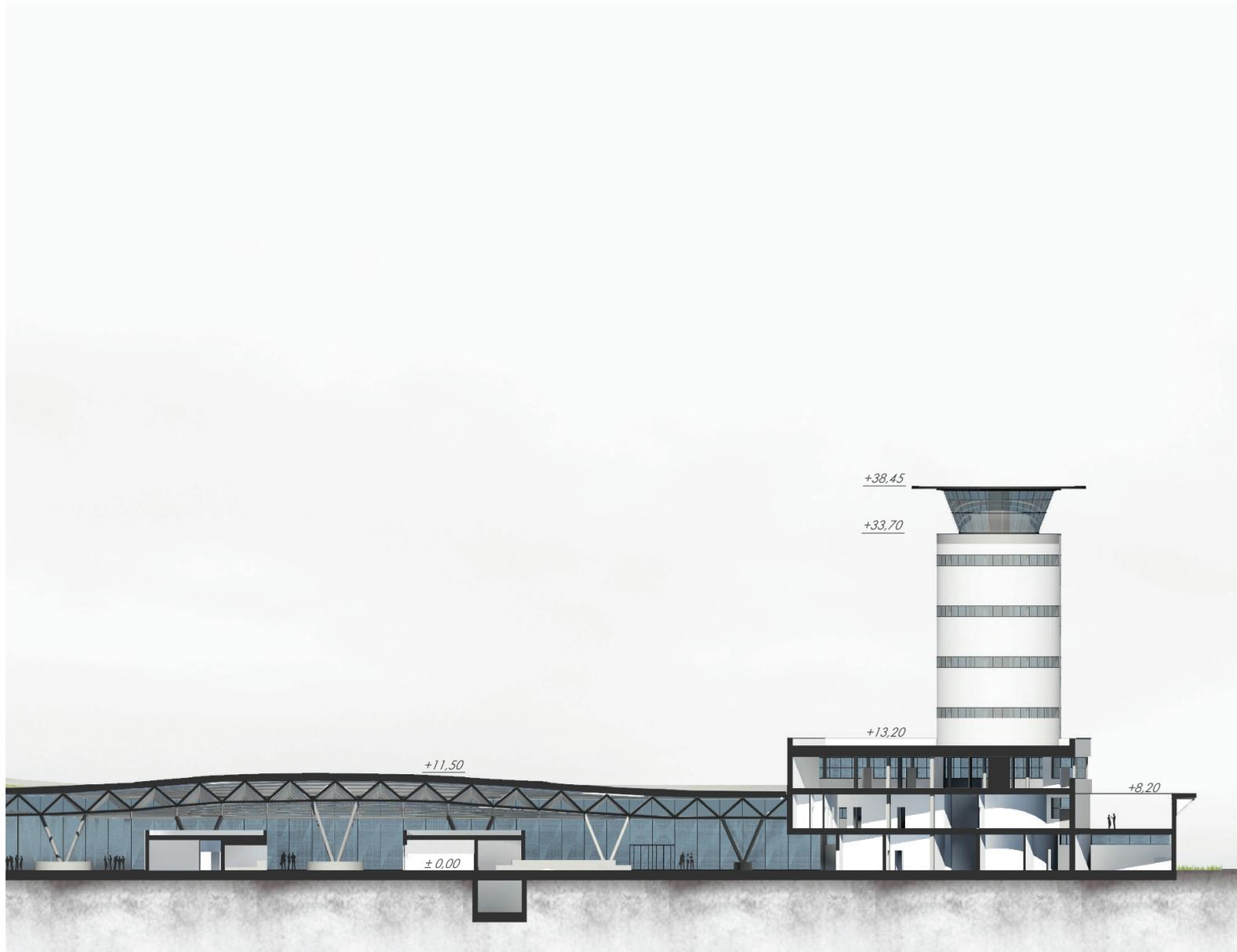






QUERSCHNITT M 1:500





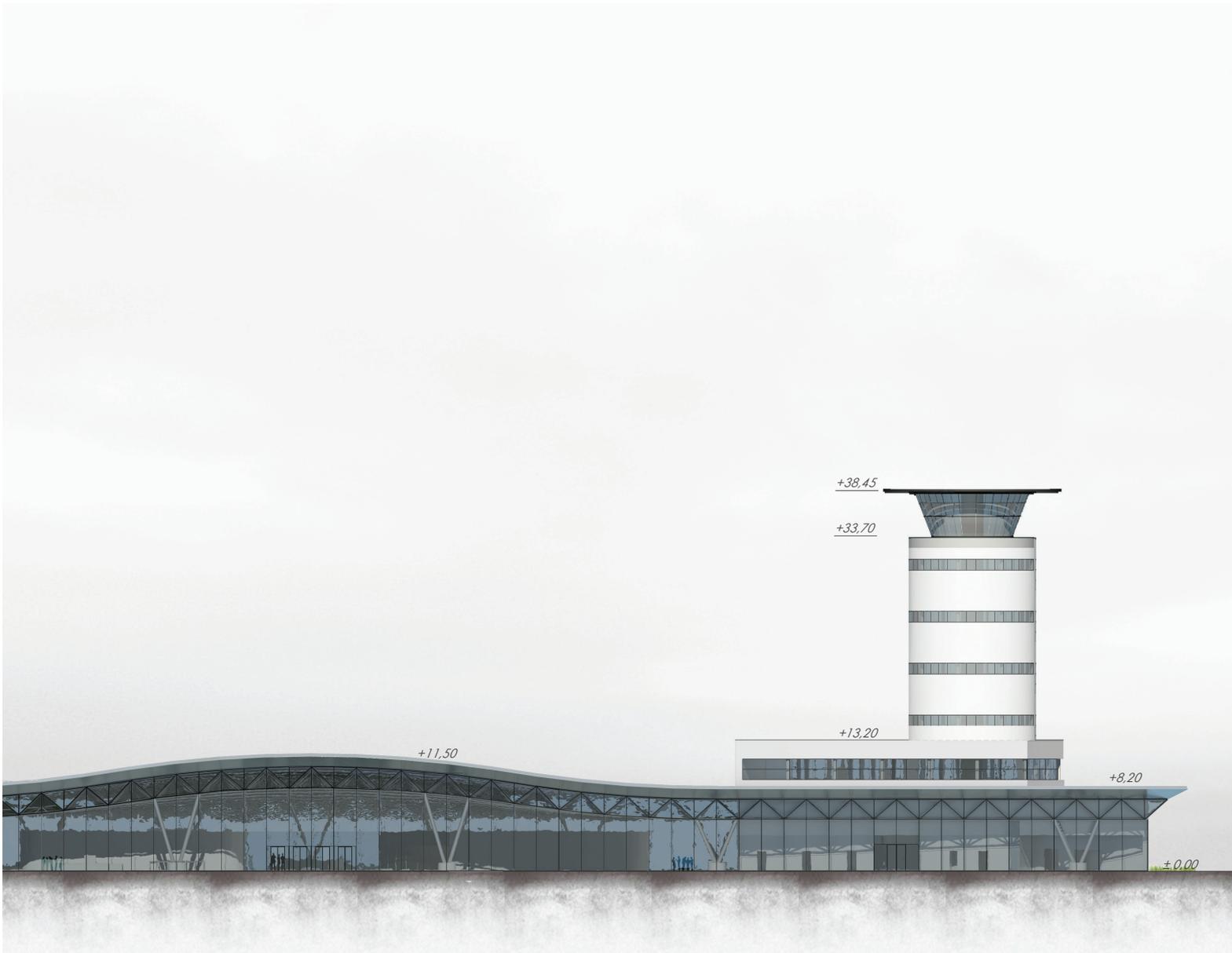
LÄNGSSCHNITT M 1:500



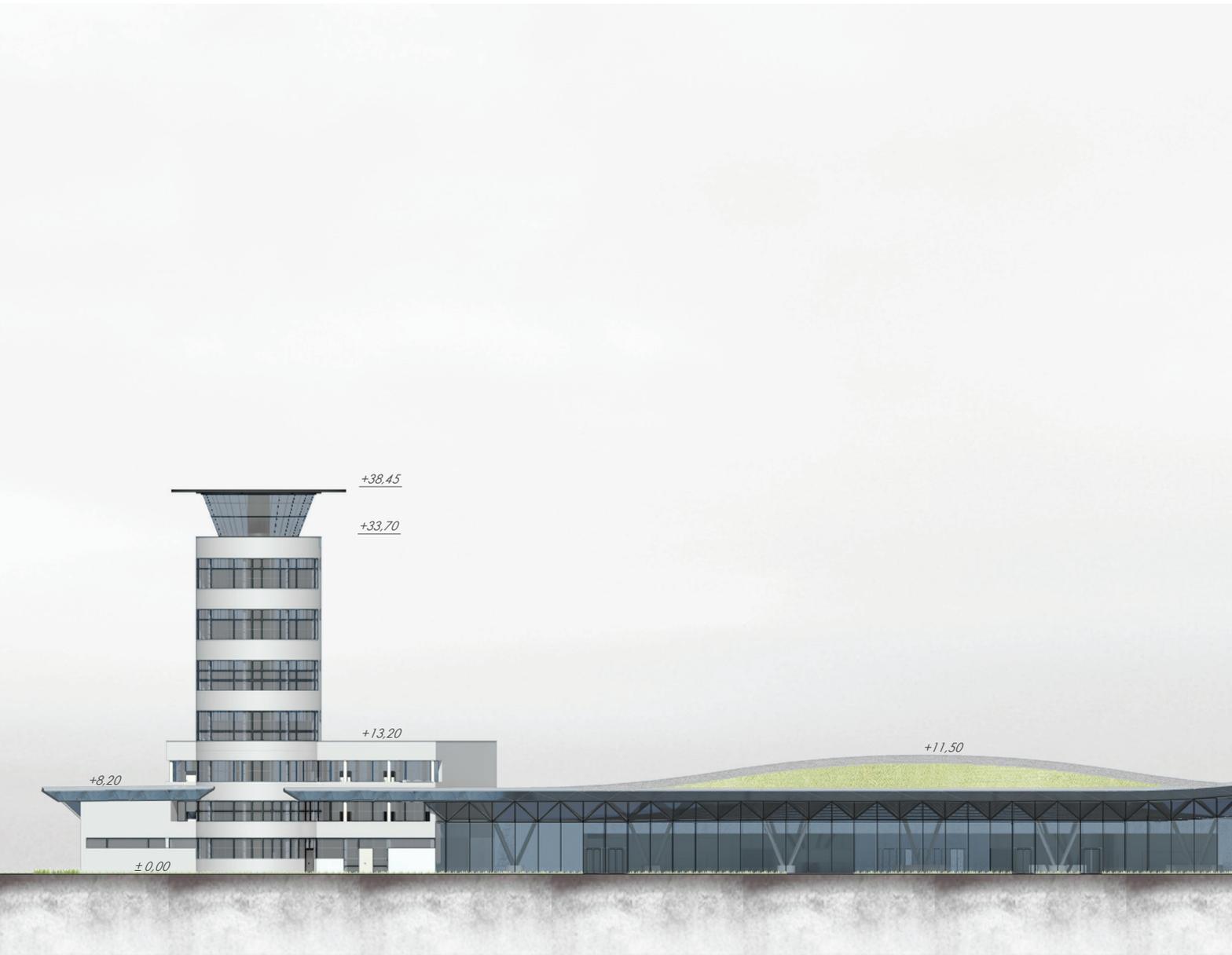


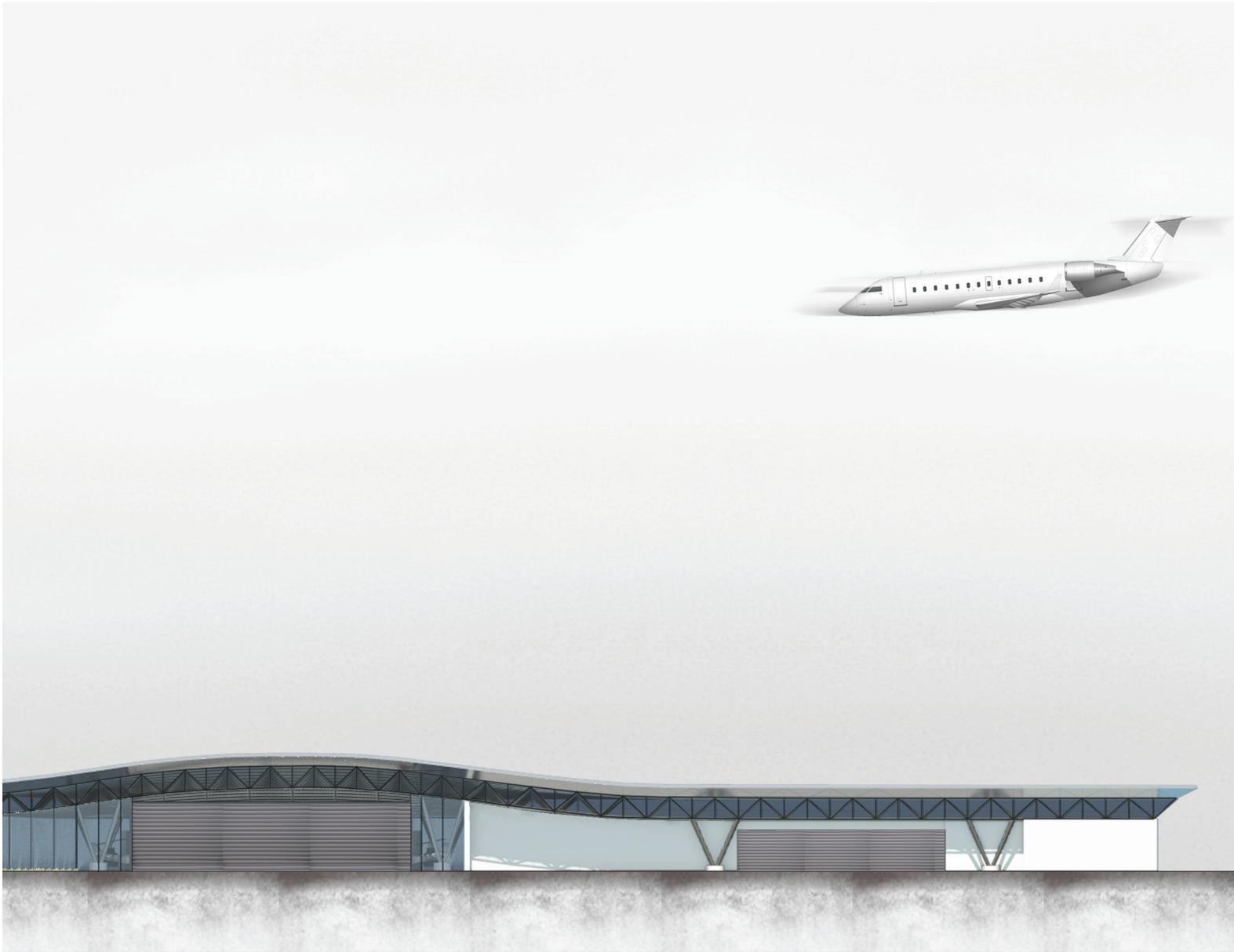
ANSICHT NORD M 1:500





ANSICHT OST M 1:500





ANSICHT WEST M 1:500

5

Tragwerkentwurf

5.1. KONSTRUKTIONSPRINZIP⁵²

ECKDATEN:

Fläche	10 313m ²
Abmessungen	255 x 52m
Max Höhe	38,45m (Turm) 8,20 - 13,20m (Gebäude)
Konstruktionsprinzip	parallelgürtige, 2-fach gekrümmte Fachwerkplatte
Lagerung	gelenkiv, unverschieblich
Funktion	Flughafen (Terminal-/ Hangar- / Cargogebäude)

Das Fachwerk ist ein Stabwerk „aus zug- und druckbeanspruchten Stäben, deren Enden in den Knotenpunkten miteinander verbunden sind.“⁵³ Die beruhen auf der Bildung von den Dreiecksnetzen wesentlicher Stäbe, die gelenkig miteinander verbunden sind. Greifen alle Lasten in den Knoten der Stäbe, spricht man von einem idealen Fachwerk, in welcher die Lastabtragung nur durch die Normalkräfte (Zug- und Druckkraft) erfolgt.

Bei einem Fachwerk können andererseits die Knoten auch biegesteif sein. Es entstehen Momente und Biegespannungen in den Stäben, weshalb sie verbogen werden können. Die Stabachsen treffen sich nicht genau in einem Knotenpunkt.

Klassifizierung:

ebenes Fachwerk (zweidimensional): Besteht aus Stäben und äußeren Kräften, die alle in einer Ebene liegen.

Räumliches Fachwerk/Stabwerk (dreidimensional): die Stäbe bilden eine stabile dreidimensionale Konstruktion und liegen nicht in einer Ebene. Die Räumlichkeit des Fachwerkes erfolgt durch die Anordnung der Stäbe in mehreren Lagen (Untergurt, Diagonalen, Obergurt), oder/und durch Anordnung der Stäbe im Raum.

Vordimensionierung räumliches Fachwerk:

$$20 \text{ m} > l > 120 \text{ m}$$

$$h = l/30-115$$

5

⁵²Vgl: Supruangthong, Jessada/ Yuthayanon, Itti - Einfach statisch unbestimmtes ebenes Fachwerk; München, 18.04.2007,

https://www.unibw.de/rz/dokumente/fakultaeten/get-FILE?fid=1824606/Supruangthong_Yuthayanon.pdf
Block/ Gengnagel/ Peters: Faustformeln - Tragwerksentwurf, 2015, S.98-99 und <https://de.wikipedia.org/wiki/Fachwerk>.

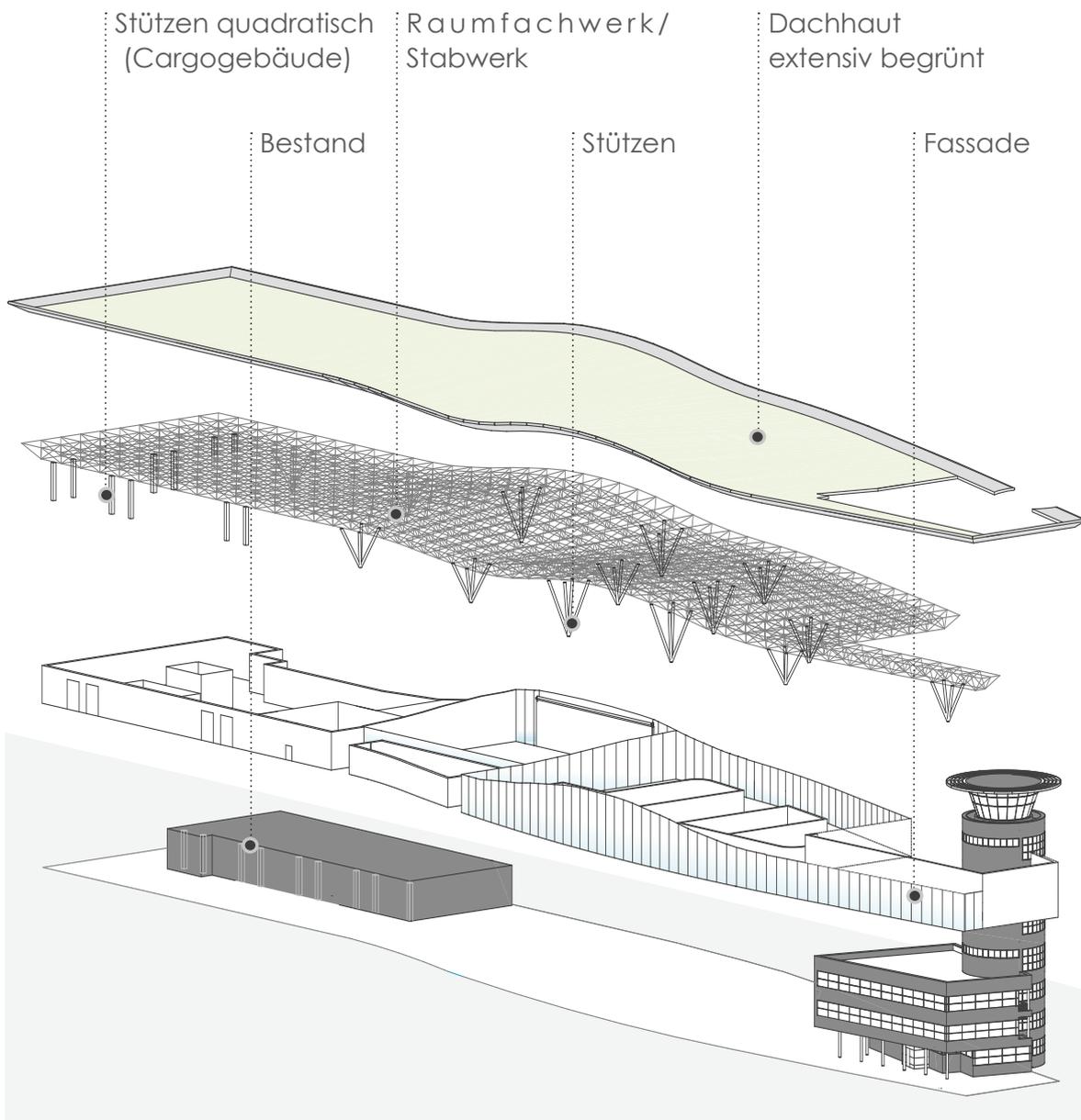


Abb. 5.1. Explosionszeichnung

⁵³ Fritz Stüssi: *Baustatik I*. Birkhäuser Verlag, 1971, S. 116.

5.2. STATISCHE BERECHNUNG - RFEM

Statisches Modell der Dachkonstruktion wurde mit "Finite-Elemente-Methode"⁵⁴ im RFEM Programm berechnet. Die Berechnung erfolgte nach dem ULS - ultimate limit state design⁵⁵.

Lastfälle

LF1- Eigengewicht

LF2-Ausbaulasten – $156,8 \text{ kg/m}^2 = 1,54 \text{ KN/m}^2$

LF3- Schnee – $125 \text{ kg/m}^2 = 1,23 \text{ KN/m}^2$

LF4- Wind lotrecht – $0,54 \text{ KN/m}^2$

LF5- Seitenwind von Osten – $0,54 \text{ KN/m}^2$

LF6- Seitenwind von Westen – $0,54 \text{ KN/m}^2$

Temperatur nicht berücksichtigt!

Lastkombinationen

LK1- ULS-Schnee Führend/Wind Lotrecht
 $1,35 \cdot \text{LF1} + 1,35 \cdot \text{LF2} + 1,5 \cdot \text{LF3} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{LF4}$

LK2-ULS-Wind Führend/Wind lotrecht
 $1,35 \cdot \text{LF1} + 1,35 \cdot \text{LF2} + 1,5 \cdot \text{LF4} + 1,5 \cdot 0,7 \cdot \text{LF3}$

LK3-ULS-Schnee Führend/Seitenwind von Osten
 $1,35 \cdot \text{LF1} + 1,35 \cdot \text{LF2} + 1,5 \cdot \text{LF3} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{LF5}$

LK4- ULS-Wind Führend/Seitenwind von Osten
 $1,35 \cdot \text{LF1} + 1,35 \cdot \text{LF2} + 1,5 \cdot \text{LF5} + 1,5 \cdot 0,7 \cdot \text{LF3}$

LK5- ULS-Wind Führend/Seitenwind von Westen
 $1,35 \cdot \text{LF1} + 1,35 \cdot \text{LF2} + 1,5 \cdot \text{LF3} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{LF6}$

LK6- ULS-Schnee Führend/Seitenwind von Westen
 $1,35 \cdot \text{LF1} + 1,35 \cdot \text{LF2} + 1,5 \cdot \text{LF6} + 1,5 \cdot 0,7 \cdot \text{LF3}$

⁵⁴ Ein allgemeines, bei unterschiedlichen physikalischen Aufgabenstellungen angewendetes numerisches Verfahren.

⁵⁵ Design für die Sicherheit einer Struktur und ihrer Benutzer, indem sie den Stress, den die Materialien erfahren, begrenzt.

Ergebniskombinationen

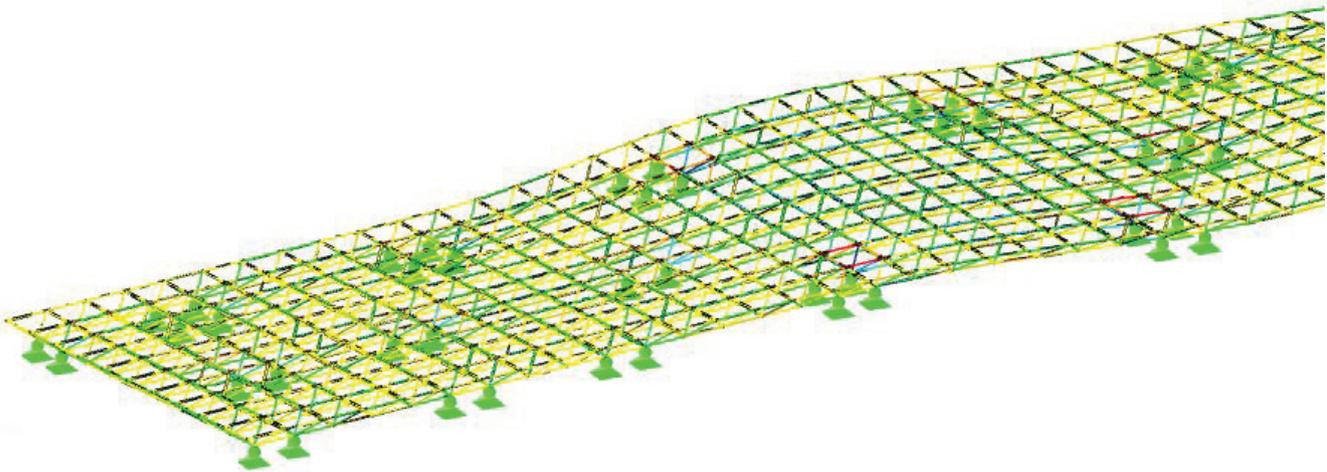
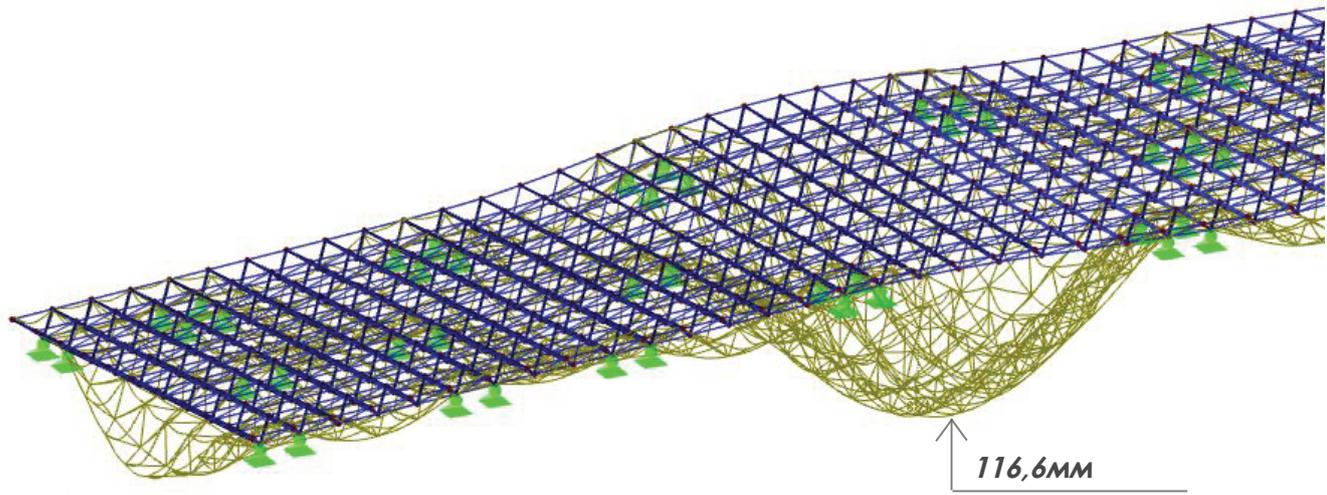
Berechnet werden alle Lastkombinationen um herauszufinden, welche die schlimmste Auswirkung auf die Tragkonstruktion hat. **LK1** oder bis **LK6** – Laut den Ergebnissen sind die größten Verformungen und Spannungen bei der LK1.

ERGEBNISSE - ULS-LK1 (Schnee Führen/Wind Lotrecht)

Verformung und Spannungen unter Volllast

Die höchstzulässige Durchbiegung bei dem räumlichen Fachwerk/Stabwerk entspricht der von dem Einfeldträger $l/300$. Die Tragkonstruktion des Flughafen-dachs hat die größte stützenfreie Überspannung von 35 m, im mittleren Bereich, weshalb die maximale Durchbiegung die 116,6 mm nicht überschreiten darf. Unter Einwirkung der Volllast⁵⁶ kommt es zu einer Durchbiegung von maximal 88,1 mm und entspricht so den Anforderungen. Die größten Spannungen der Stäbe treten bei den Auflagerpunkten auf und sind mit der dunkelroten Farbe gekennzeichnet (siehe Abb. 5.2. - 5.3.).

⁵⁶ Alle vorhanden Lasten: Eigengewicht, Ausbausatten, Schnee und Wind.



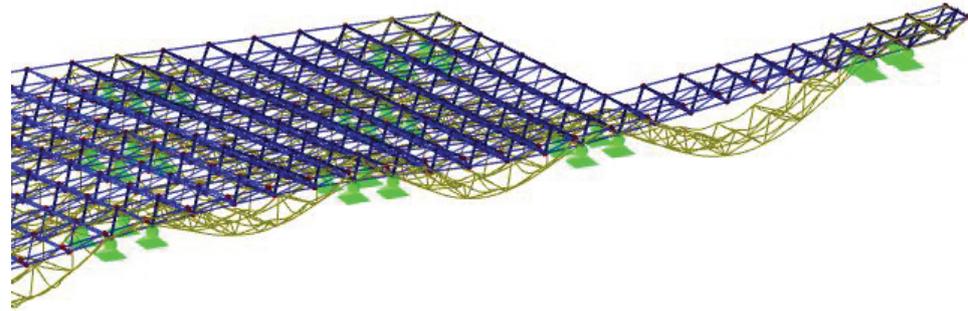


Abb. 5.2. - globale Verformung

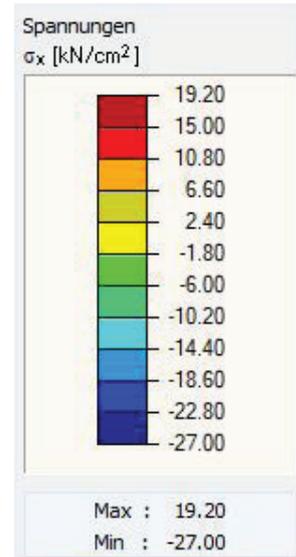
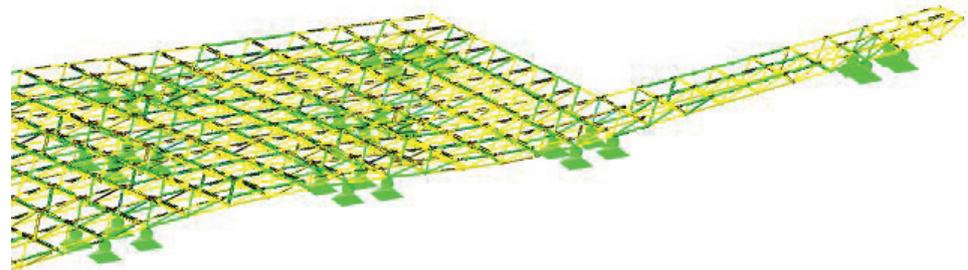
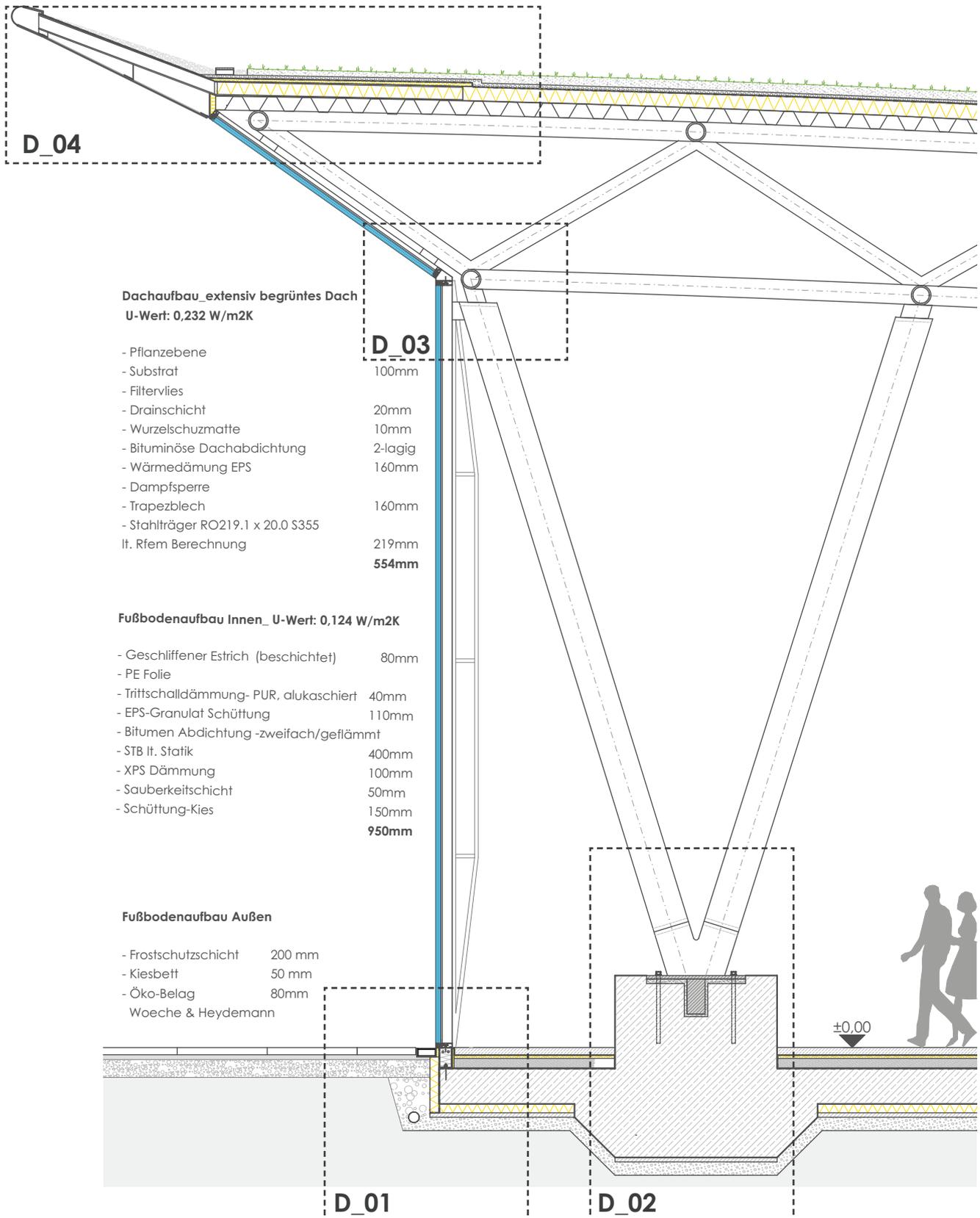


Abb. 5.3. - Spannungen



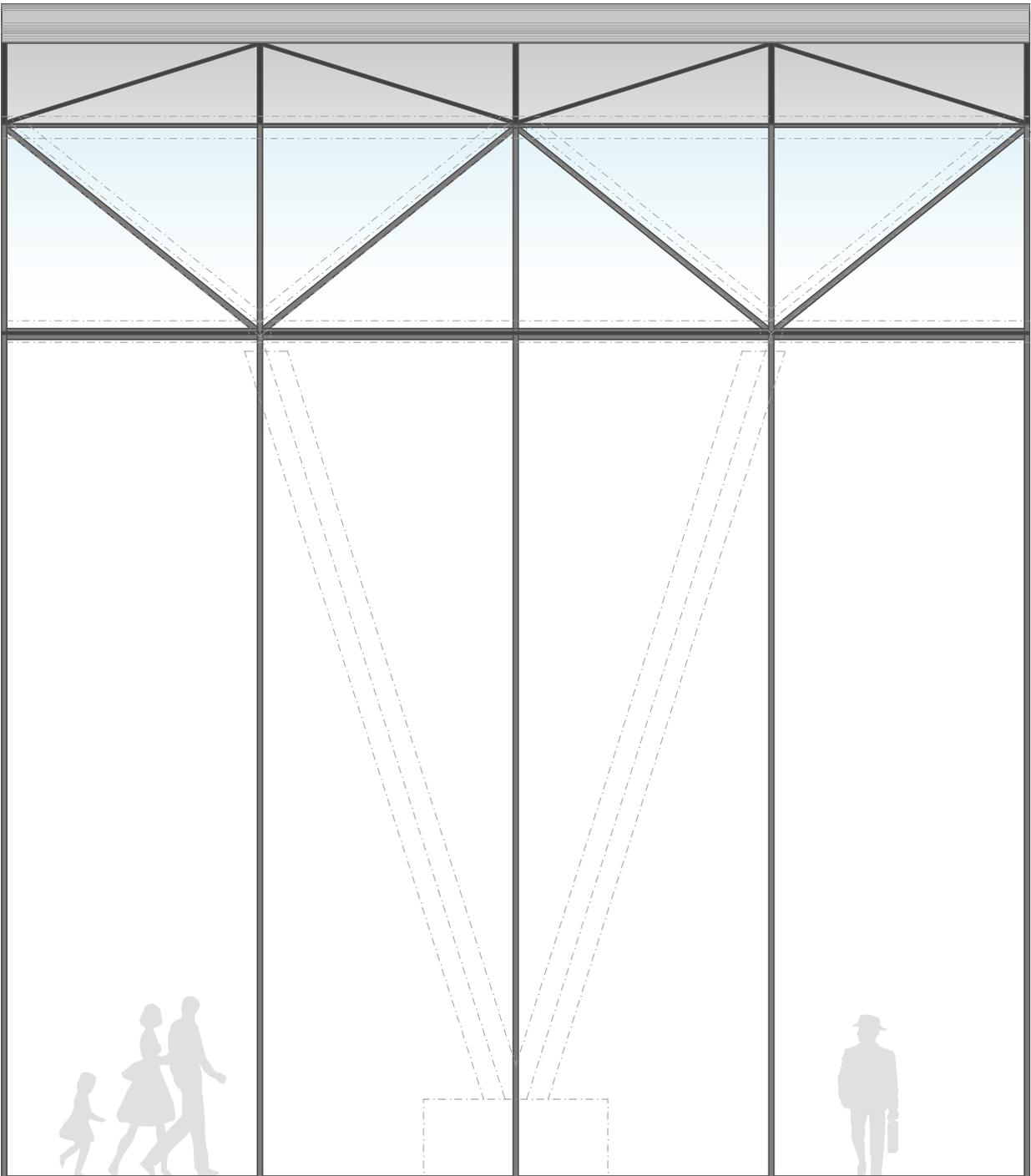


Abb. 5.6 - Fassadenansicht M 1:50

<---- **Abb. 5.7** - Fassadenschnitt M 1:50

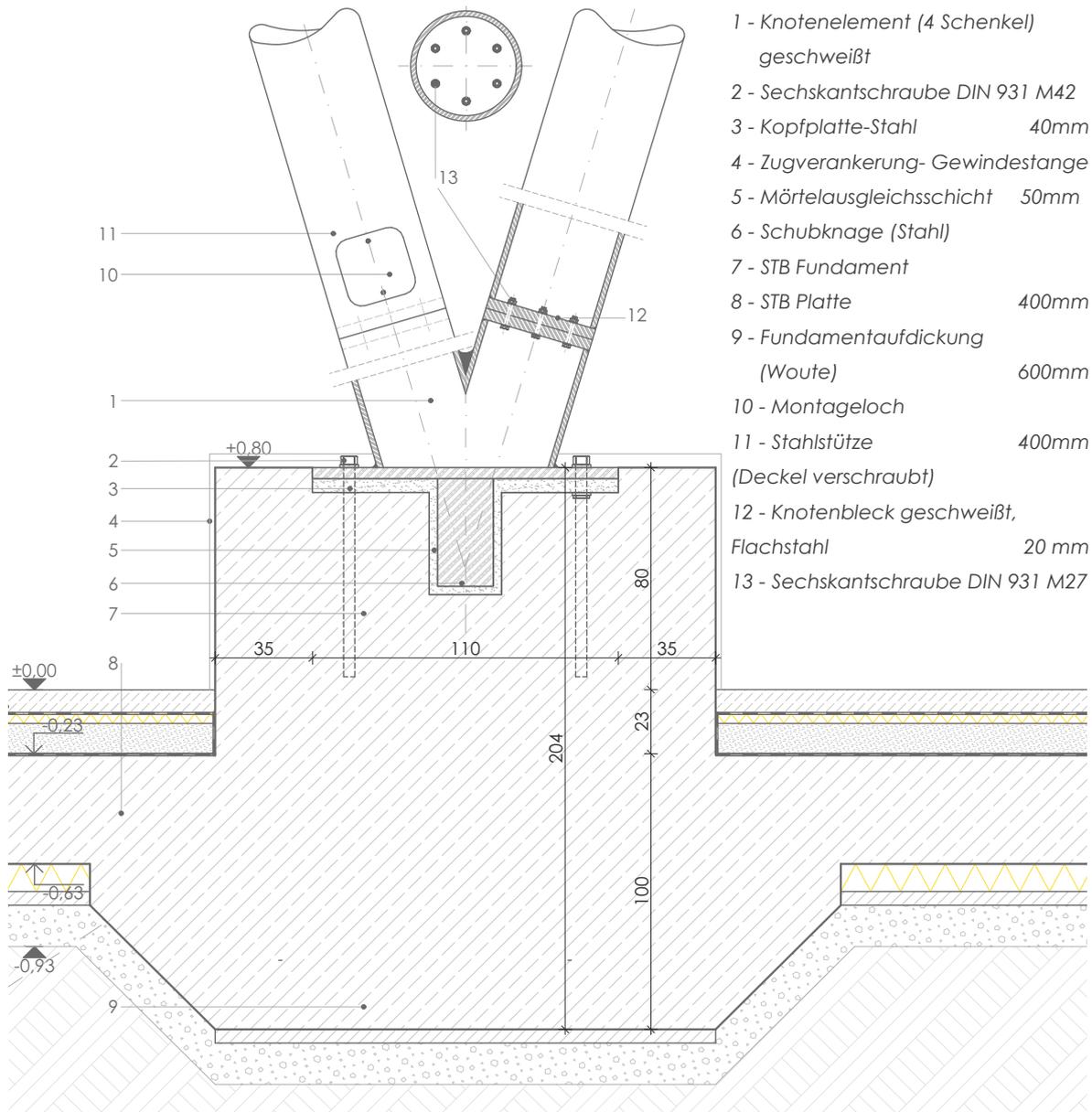
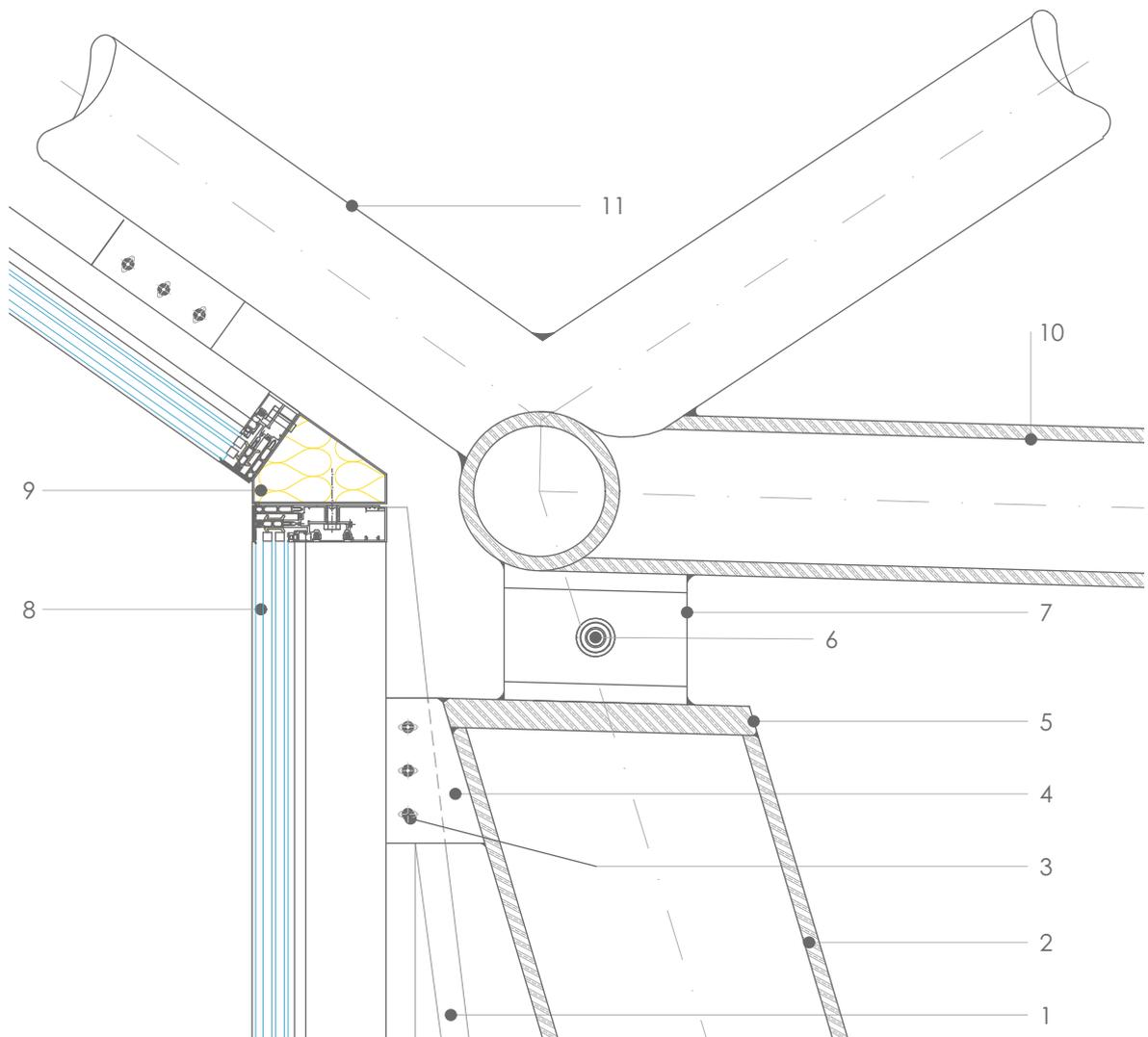


Abb. 5.9 - Detail 02 - Anschluß Stütze - Fundament / M 1:25

- 1 - Fassade Aussteifung > Fachwerk Formrohr
 2 - Stahlstütze d= 400mm
 3 - Sechskantschraube DIN 931 M12

- 4 - Fassade Befestigung - Flansche
 an dem Stütze geschweißt 5mm
 5 - Knotenblech geschweißt, Flachstahl 40 mm



5

Abb. 5.10 - Detail 03 - Anschluß Stütze - Dachkonstruktion, Fassadenanschluß (Querschnitt und Längsschnitt) / M 1:10

6 - Befestigung (Bolzen)

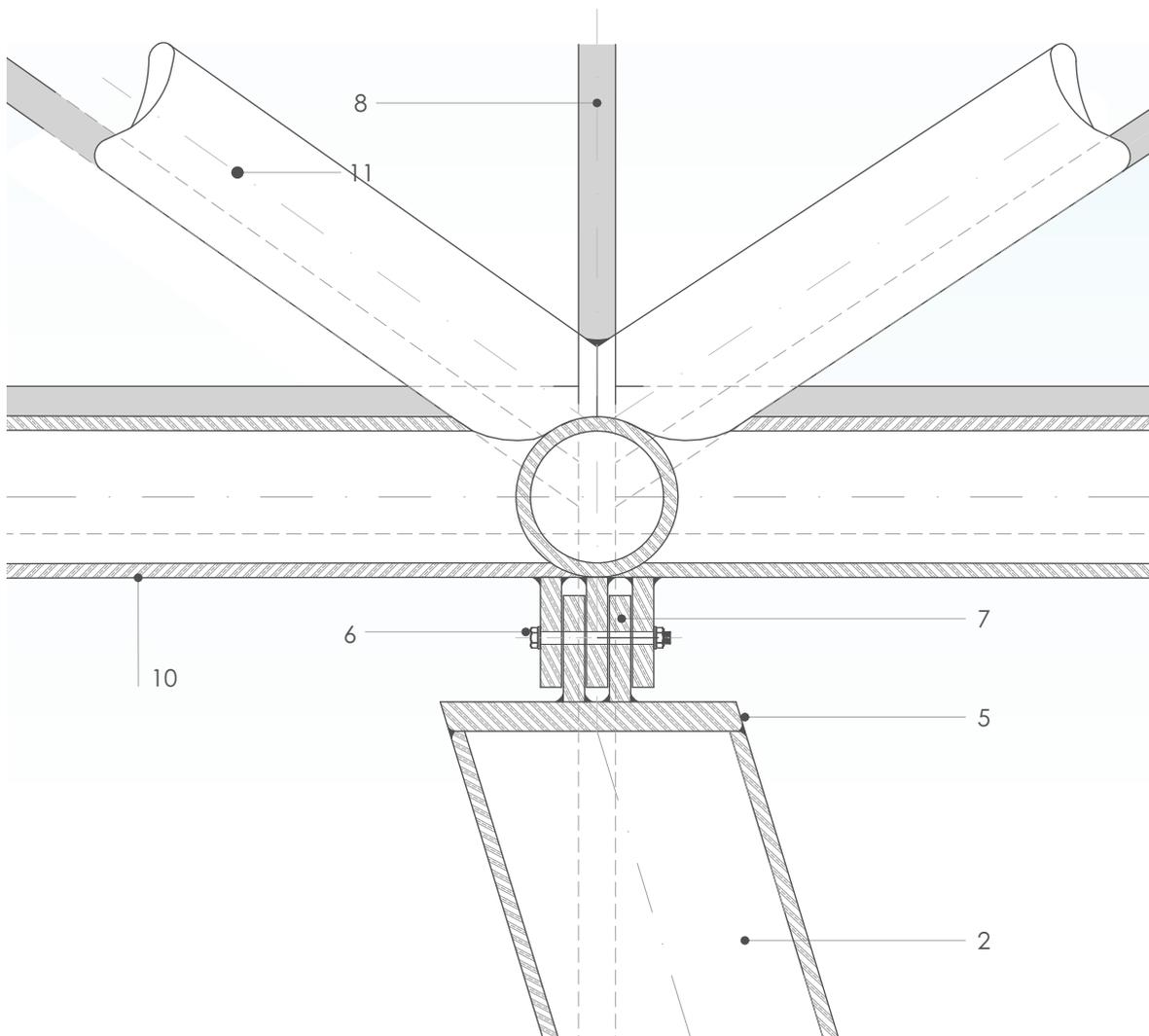
7 - Knotenblech, geschweißt, Flachstahl 30mm

8 - Pfosten-Riegel Fassade

9 - Fassade, Eckprofil - gedämmt

10 - Stahlträger RO219.1 x 20.0 S355

11 - Stahlträger RO219.1 x 16.0 S355



- | | |
|--|--|
| 1 - Stahlträger RO219.1 x 16.0 S355 | 8 - Vordachbeplankung > Paneel |
| 2 - Sechskantschraube DIN 931 M12 | 9 - Kontenblech geschweißt, Flachstahl
20mm |
| 3 - Fassade Befestigung - Flansche
an dem Stütze geschweißt | 10 - Stahlträger IPE 160 |
| 4 - Pfosten-Riegel Fassade | 11 - Flachblech |
| 5 - Beleuchtungskörper | 12 - Schattenfuge |
| 6 - Eckprofil gedämmt | 13 - Attikaabschlussbelement |
| 7 - Stahlflansche > an der IPE Träger geschweißt | 14 - Dachrinne |

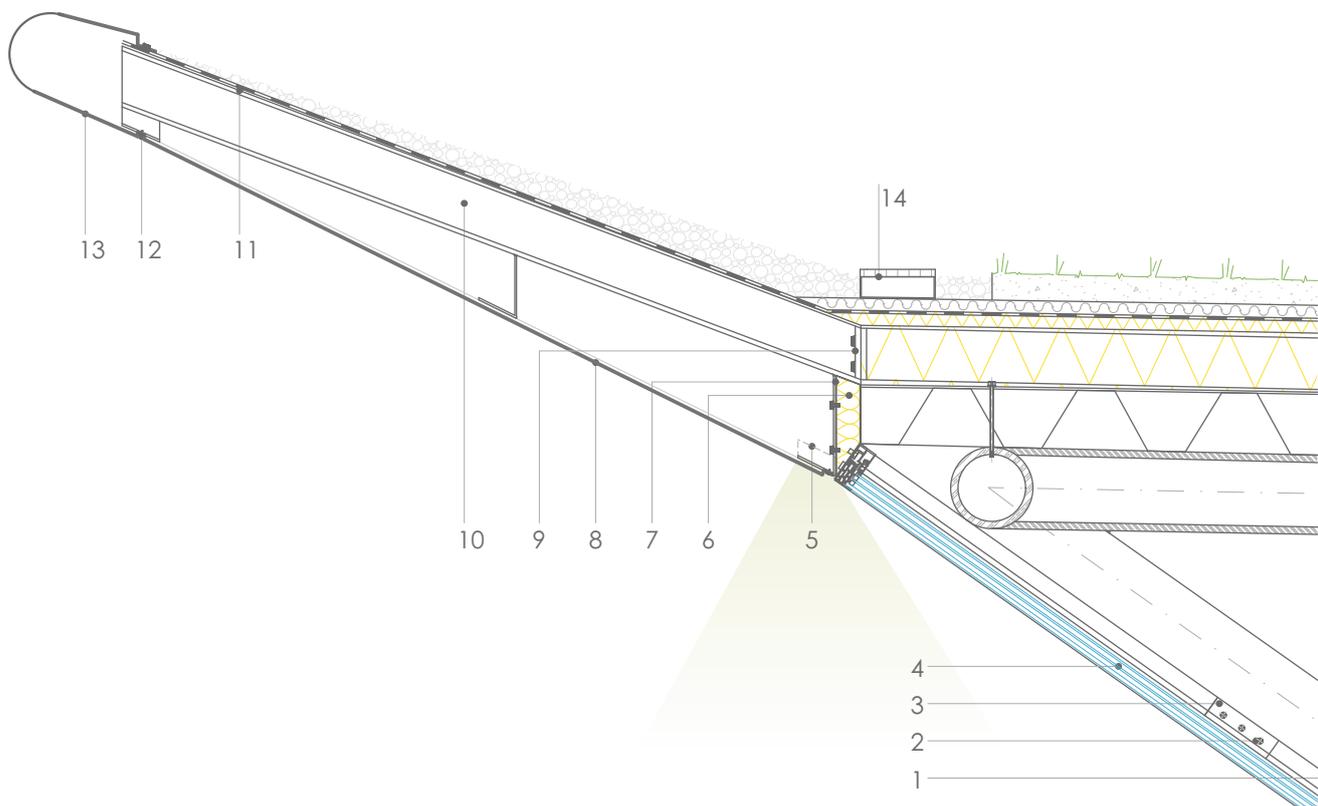
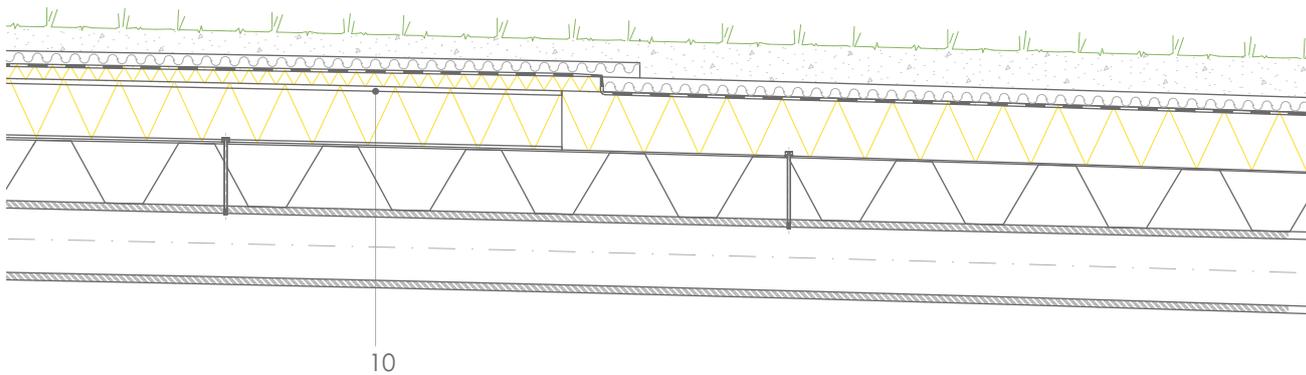


Abb. 5.11.- Detail 03 - Attika, Fassadenanschluß Dach/ M 1:20

Dachaufbau_extensiv begrüntes DachU-Wert: 0,232 W/m²K

- Pflanzebene		- Wärmedämmung EPS	160mm
Substrat	100mm	- Dampfsperre	
- Filtervlies		- Trpezblech	160mm
- Drainschicht	20mm	- Stahlträger RO219.1 x 20.0 S355	
- Wurzelschutzmatte	10mm	lt. Rfem Berechnung	219mm
- Bituminöse Dachabdichtung	2-lagig		



6

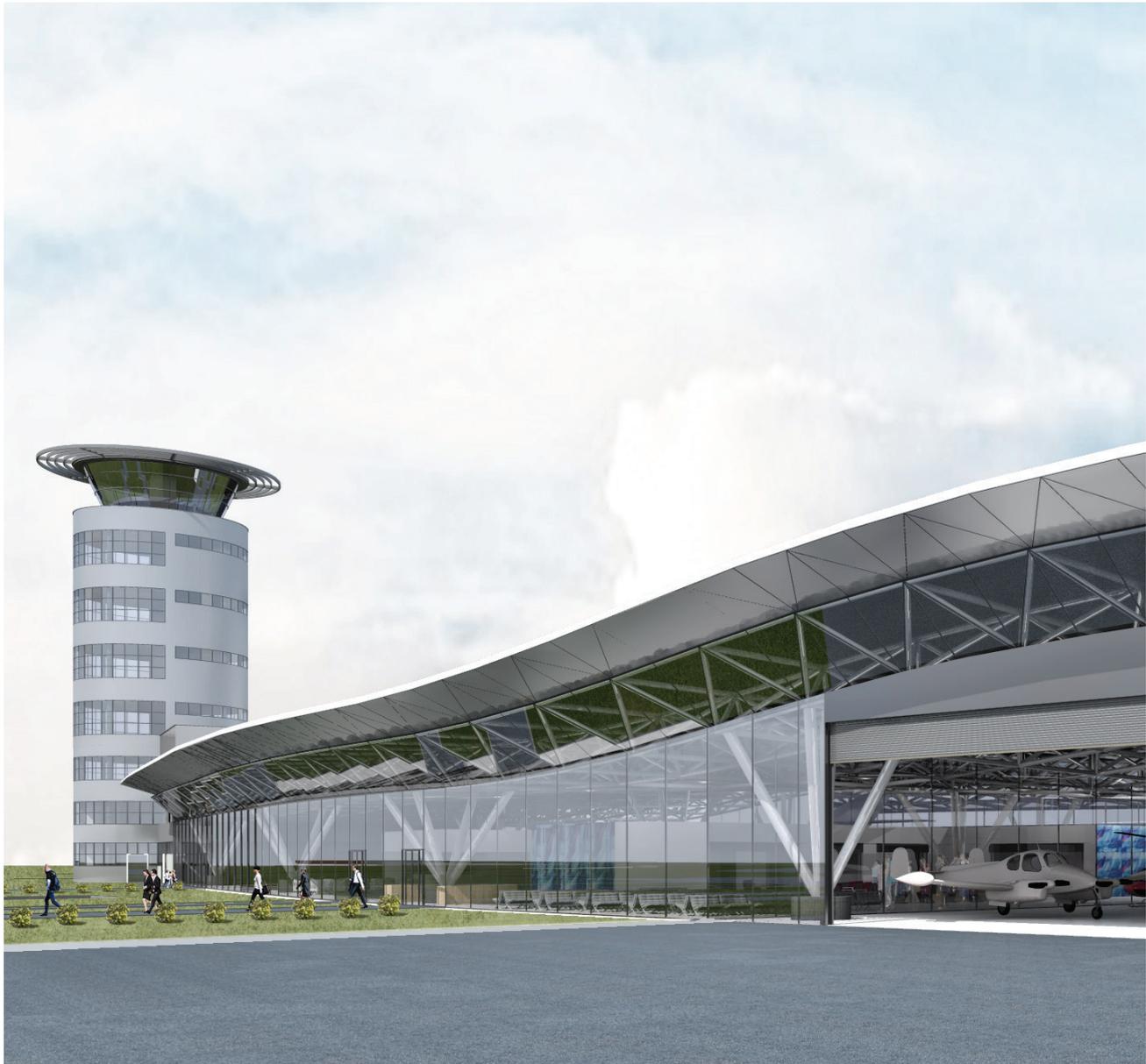
Visualisierung

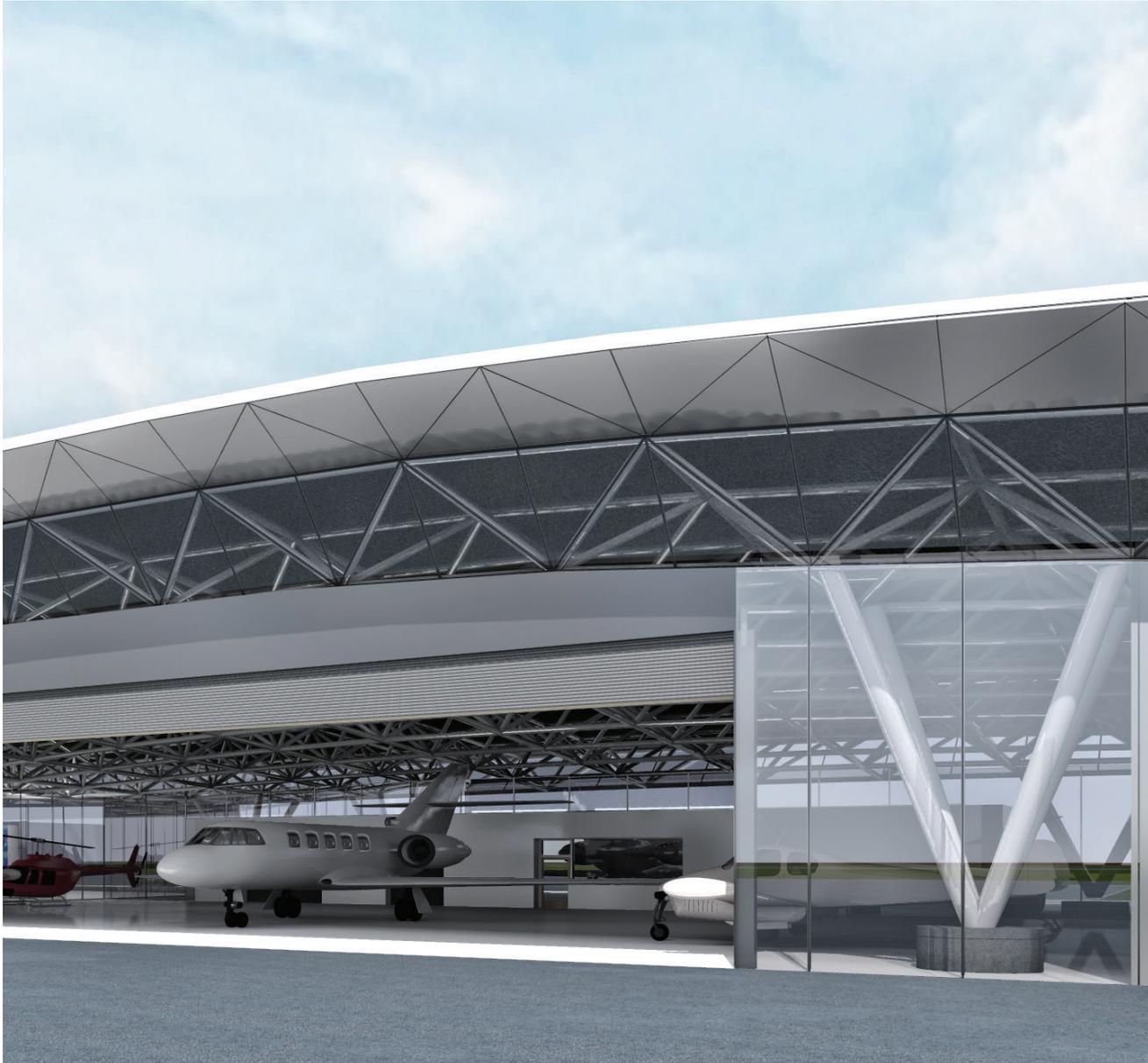




















7

Anhang

LITERATURVERZEICHNIS

- Block, Phillipe/ Gengnagel Christoph/ Peters Stefan: - Faustformeln - Tragwerksentwurf in: Deutsche Verlags-Anstalt, München 2013
- *Edwards, Brian: The modern terminal - New approach to airport architecture, in: E&FN Spon Verlag, an imprint of Routledge, USA/Canada 1998*
- Fejzić, Emir: Civilni aerodromi i aerodromski putnički terminali, Sarajevo 2005
- Güller, Michael / Güller, Mathis: From Airport to Airport city, in: Gustavo Gili Verlag, September 2003
- International Air Transport Association (IATA): Airport Buildings and Aprons - Principles and Guidance Material, publiziert von Technical Sekretariat, Montreal, Third Edition - August 1962
- International Civil Aviation Organisation (ICAO): Aerodrome Design Manual, Approved by the Secretary General and published under his authority, Fourth Edition 2005
- Wolf, Helmut: Privatisierung im Flughafensektor - Eine ordnungspolitische Analyse, in Springer Verlag, Berlin Heidelberg 2003

Publikationen / Regelwerke

- *Narodna skupština Republike Srpske: Program ekonomskih reformi Republike Srpske za period 2017–2019.godine, 2016*
- *National Institute of Building Sciences, McLaughlin Don : Aviation Hangar- Whole Building Design Guide, 21.03.2017*

- Službeni glasnik BiH broj 9/11: Pravilnik o aerodromima - dio prvi -Temeljne odredbe, 07.02.2011.

- Supruangthong, Jessada/ Itti ,Yuthayanon: Einfach statisch unbestimmtes ebenes Fachwerk, Universität der Bundeswehr München Fakultät für Luft- und Raumfahrt-technik - Institut für Mathematik und Rechneranwendung,18.04.2007

- Urbanistički zavod RS, a.d. BL: Prostorni plan RS do 2015. godine, April 2011

Zeitschriften

- Fiederer Luke: AD Classics: TWA Flight Center / Eero Saarinen | ArchDaily, 13. June 2016

- Gensler structures Jackson Hole Airport with wood trusses | Designboom, 04.09.2014

- Hangar H16 / COMte und Vollenweider | Architectes/ Archdaily, 26.09.2013

- Maier, Florian: Jackson Hole Airport in Wyoming | Detail, 22.01.2014

- Leaf Canopy: Kutsaisi International Airport | Detail, November 2013

Alle verwendeten Unterlagen betreff Flughafen "Banja Luka", dienen nur in der Zwecke Anfertigung der Masterarbeit!

QUELLENVERZEICHNIS

- Air Cargo Facility: http://www.aci-na.org/sites/default/files/chapter_4_-_air_cargo_facility_analysis.pdf
- Banja Luka: <http://www.banjaluka.rs.ba>
- BiH Bevölkerung in EU: <https://radiokameleon.ba/2016/06/05/foto-dijaspora-broje-vima-koliko-bosanaca-hercegovaca-svijetu-kojim-zemljama/>
- Billigfluggesellschaften: <https://de.wikipedia.org/wiki/Billigfluggesellschaft>
- Fachwerk: <https://de.wikipedia.org/wiki/Fachwerk>
- Flughafen Banja Luka: <http://www.banjaluka-airport.com>
- Hangars: http://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/aero_13/hangars
- Jackson Hole Airport: http://en.wikipedia.org/wiki/Jackson_Hole_Airport
- Klima in der Banja Luka: <http://www.blinfo.info/1-3PolozajKlimaSta/302klima.html>
- Kutsaisi Airport / UN Studio: <https://www.unstudio.com/en/page/3369/kutaisi-international-airport>
- Orvieto Hangars: <http://architectural-engineering.blogspot.co.at/2007/06/airplane-hangars-orvieto-italy.html>
- The Impact of low cost carriers in Europe: https://www.icao.int/sustainability/CaseStudies/StatesReplies/Europe_LowCost_En.pdf, Februar 2003
- TWA Terminal: http://faculty.arch.tamu.edu/media/cms_page_media/4433/TWA-Terminal.pdf

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Flughafen Logo: <http://pt.seacons.com/89127/>
(bearbeitet in PS)

Abb. 1.1. Luftschiff LZ 2
Flying with Machines - Zeppelin's machines - LZ1 , LZ 2 , LZ 3 , LZ 4 , amazing for its time...

Abb.1.2. Flughafen Berlin Tempelhof, 1923
John Zukowsky: Building for Air Travel, Oktober 1996, S. 35

Abb. 1.3. Flughafen Idlewild New York, 1950er
<https://theinvisibleagent.files.wordpress.com/2011/06/ia11606.jpg>

Abb.1.4. Flughafen Heathrow London, 21. Jh.
Brian Edwards: The modern terminal - New approach to airport architecture, 1998. S.17

Abb.1.5. Abläufphasen von Haupteingang bis zum Flugzeug
Eigene Zeichnung / Scheme

Abb.1.6. Terminalgebäude, vertikale Entwicklung
International Civil Aviation Organisation (ICAO): Airport Planning Manual, Second Edition 1987, S. 88

Abb. 1.7. Terminalgebäude, Schürze (Aprons)
International Civil Aviation Organisation (ICAO): Aerodrome Design Manual, Fourth Edition 2005, S. 67

Abb. 1.8. Parking Konfiguration
International Civil Aviation Organisation (ICAO): Aerodrome Design Manual, Fourth Edition 2005, S. 71

Abb. 1.9. TWA Terminalgebäude
<http://www.acontinuouslean.com/2014/09/26/remembering-golden-age-american-airport/>
<https://www.mcmdaily.com/the-photography-of-balthazar-korab/>

Abb. 1.10. TWA Flight Centre -Grundrisse und Schnitte
<https://nikkiikkin.files.wordpress.com/2012/10/00016v-use.jpg>

Abb. 1.11. Jackson Hole Airport - Grundriss mit Flächenaufteilung
<http://architypereview.com/project/jackson-hole-airport-expansion/>

Abb. 1.12. Jackson Hole Airport
<http://architypereview.com/project/jackson-hole-airport-expansion/>
Jackson Hole Airport in Wyoming | Detail, 22.01.2014

Abb. 1.13. Kutsaisi International Airport
Leaf Canopy: Kutsaisi International Airport | Detail, November 2013

Abb. 1.14. Grundriss, Schnitt
Leaf Canopy: Kutsaisi International Airport | Detail, November 2013

Abb. 1.15. Orvieto Hangar
John Zukowsky "Building for Air Travel", Oktober 1996, S. 37

Abb.1.16. Hangar H16
Hangar H16 / COMte und Vollenweider | Architectes/ Archdaily, 26.09.2013

Abb. 1.17. Funktionsschema Air-Cargo am Novosibirsk Flughafen

<http://www.archiprix.org/2017/qview/?id=3635>

Abb. 2.1. - Autobahnkreuzung "Mahovljanska petlja"

<http://tvk3.info/od-ponedjeljka-naplata-putarine-na-dionici-auto-puta-9-januar-2/>

Abb. 2.2. - Straßenverkehr- und Schienenverkehrsnetzwerk

Urbanistički zavod RS, a.d. BL: 21.4.2.Tehnicka_infrastruktura_transport_i_tf-Model

Abb. 2.3. - Wolken-, Sonne- und Niederschlagslage

https://www.meteoblue.com/de/wetter/vorhersage/modelclimate/banja-luka_bosnien-und-herzegowina_3204541

Abb. 2.4. - Windrose

https://www.meteoblue.com/de/wetter/vorhersage/modelclimate/banja-luka_bosnien-und-herzegowina_3204541

Abb. 2.5. - Grundriss und Schnitt

Republička direkcija za vazdušnu plovidbu Banja Luka i ODP Aerodromi Republike Srpske - Putnički Terminali i TCKL Banja Luka, Republika Srpska

Abb. 2.6. - Kontrollturmgebäude

<https://www.klix.ba/biznis/bhansa-svecano-obiljezila-pocetak-rada-kontrole-leta-sa-aerodroma-banja-luka/170314079#4> (Bild perspektivisch und färblich in PS bearbeitet)

Abb. 2.7. - Terminalgebäude

<http://www.srpskacafe.com/2016/11/obnavljanje-banjaluckog-aerodroma-vratice-iz-voz-mesa-u-tursku/> (Bild perspektivisch und

färblich in PS bearbeitet)

Abb. 2.8. - Terminalgebäude Grundriss von Verfasser selbst erstellt

Abb. 2.9. - Flughafen - Panorama

<http://mapio.net/pic/p-50810003/>

Abb. 3.1. - Zielgebiet und Ex-Yugoslawien Flughafennetzwerk

www.en.wikipedia.org/wiki/Yugoslavia (nachträglich bearbeitet im PS)

Abb. 3.2. - Hram Sv.Trojice, Kurort "Banja

Vrućica", Nationalpark "Mrakovica", Ethno Dorf "Ljubačke doline", Festung "Kastel"

<http://trendytravel.rs/en/banja-luka.html>

https://www.google.at/search?q=banja+teslic&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjb9Oap2JHXAhVHB-MAKHT8SDIkQ_AUICigB&biw=1920&bih=925#imgc=OIF2vPeWhNY-rM:

<http://eu-ssl.iaeste.at/cec/33/postCECtour>

<http://etno-muzej.com/en/etno-selo/>

Abb. 3.5. Cessna Citation X+

www.cessna.txtav.com

Abb. 3.6. Cessna Skylane

www.cessna.txtav.com

Abb. 3.7. Soko Gazelle

Eigenes Bild (bearbeitet in PS)

Alle Abbildungen, Diagramme, Pläne und Visualisierungen in den Kapiteln 4 -6 sind von Verfasser (Milorad Kremenovic) erstellt, 2017/2018

DANKSAGUNG

Diese Arbeit würde ohne die Unterstützung einiger Personen nicht möglich sein und an dieser Stelle möchte ich die Möglichkeit nutzen, um mich an all jenen zu bedanken, die mich während des Schreibens dieser Diplomarbeit unterstützt haben. Ein besonderer Dank gilt an meinen Betreuer Herrn Assoc.Prof. Dipl. -Ing. Dr.nat. techn. Andreas Trummer, welcher mir ermöglichte dieses Projekt als Abschlussarbeit durchzusetzen. Er ist mir jederzeit mit Rat und Tat zur Seite gestanden und mich mit konstruktiver Zwischenkritik unterstützt.

Weiters bedanke ich mich bei meiner Familie, vor allem bei meinen Eltern und meinem Bruder, die mir all dies ermöglichten und mich täglich durch das ganze Studium und tägliche Herausforderungen unterstützten. Auf diese Weise möchte ich mich auch bei meiner Freundin für die ständige Unterstützung und Motivation bedanken.

Ebenso bedanke ich mich bei allen Verwandten, Freunden, Arbeitskollegen/Innen, die mir in der Phase der Ausfertigung der Masterarbeit auf eine oder andere Weise geholfen haben. Weiters, danke ich meinem Chef, Herrn Kuchling Werner, architekt dipl.-ing. für das Verständnis und die Unterstützung.

Eine besonderer Dank gilt an Herrn Marković Milan, Mc Ecc, ATCO, CPL (A), ATC OJT INSTRUCTOR, welcher mir die fachspezifische Literatur und Unterlagen besorgte und den besten Einblick in die organisatorischen und funktionellen Aspekte des Flughafens erklärte.

