

FFT *testing*
**Multifunktionale
Klimakammer
(MFKK)**

one step ahead in **INTELLIGENT** production systems



FFT *safest* **MFKK**

- 1 Einführung
- 2 Klimakammer
- 3 Luftaufbereitungssystem
- 4 Steuerungs- und Überwachungssystem
- 5 Referenzprojekt
- 6 Kontakt

Einführung

Beschreibung

Die **FFT** *safest* **MFKK** – **Multifunktionale Klimakammer** besteht aus:

- Klimakammer
- Luftaufbereitungssystem

Zweck

Der Luftstrom, die Temperatur und die Luftfeuchtigkeit sind regelbar, um verschiedene Umgebungsbedingungen zu erzeugen.

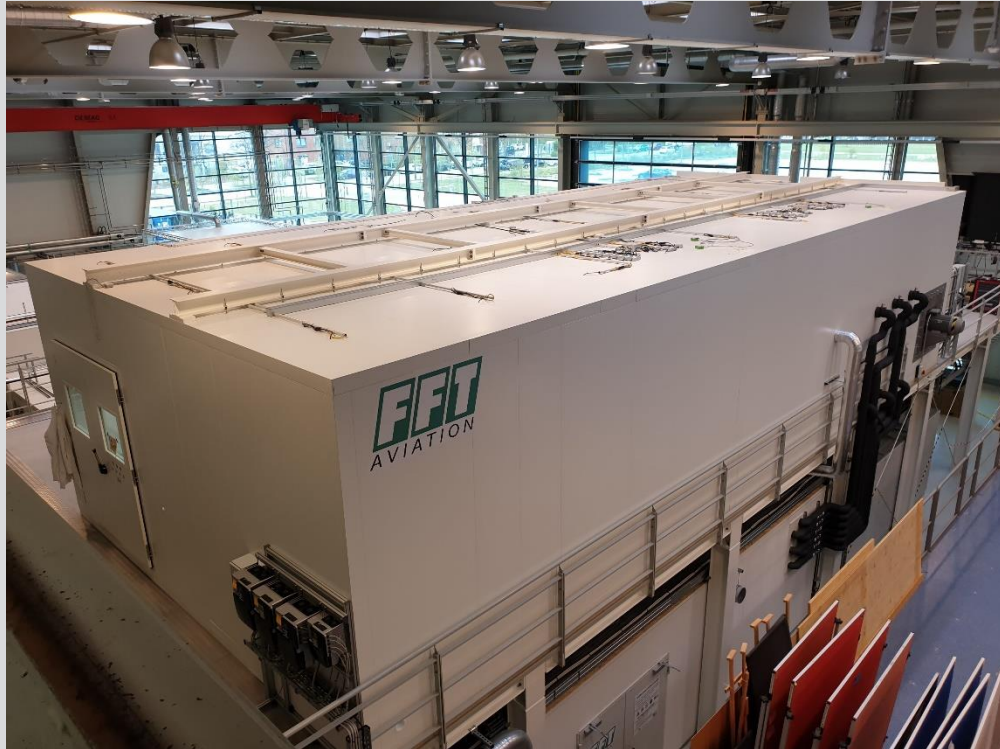
Anwendungsbereich

Die **FFT** *safest* **MFKK** ist flexibel an die Bedürfnisse des Kunden anpassbar (z.B. Abmessungen der Klimakammer und Leistung des Luftaufbereitungssystems), was ein breites Anwendungsspektrum ermöglicht.

Einführung

Übersicht

Klimakammer



Luftaufbereitungssystem



Wasseraufbereitungsanlage



Luftaufbereitungskanal



Dampferzeuger



Kältemaschine

Einführung

Highlights

- Kundenspezifisch anpassbar
- Umweltfreundliche (Grüne) Kälteerzeugung
- Integriertes Sicherheitssystem
- Kammergröße anpassbar
- Umluftbetrieb des Luftaufbereitungssystems
- Steuerungs- und Überwachungssystem
- Schnelle und einfache Montage sowie Rekonfiguration der Klimakammerkomponenten

2

Klimakammer

FFT
AVIATION

one step ahead in **INTELLIGENT** production systems

Klimakammer

Allgemeines Design

- Klimakammer-Design kundenspezifisch **anpassbar**
- Verwendung von **Standardpaneelen** für Boden, Wand und Decke
 - Statik der Decke durch eine HE-Trägerstruktur gewährleistet
- Schnelle und einfache Montage sowie Rekonfiguration
 - Nut-Feder-System zum Verbinden der Wand-, Boden- und Deckenpaneele
- Aufbau innerhalb weniger Tage dank des **modularen Systems**
- Luftaufbereitungskanal befindet sich innerhalb der Klimakammer
- Einbau einer **versetzbaren Zwischenwand** möglich
- **Standard-Konfiguration:**
 - Außenmaße: 14950 mm x 7050 mm x 3900 mm (L x B x H)
 - Klimakammer durch Zwischenwand in zwei Räume unterteilt
 - Raum 1 (enthält Luftaufbereitungskanal): 8500 mm x 6750 mm x 3340 mm (Innenmaße)
 - Raum 2: 6000 mm x 6750 mm x 3340 mm (Innenmaße)

Klimakammer

Technische Daten der Paneele

Standardisierte Sandwichpaneele

- Standardbreite 1.200 mm

Isolierung

- 150 mm Polyurethan-Hartschaum, FCKW-frei
- Wärmedurchgang: $U = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$

Oberflächen

- 0,75 mm beidseitig verzinktes Stahlblech
- Polyester-Lackierung, RAL 9010, reinweiß

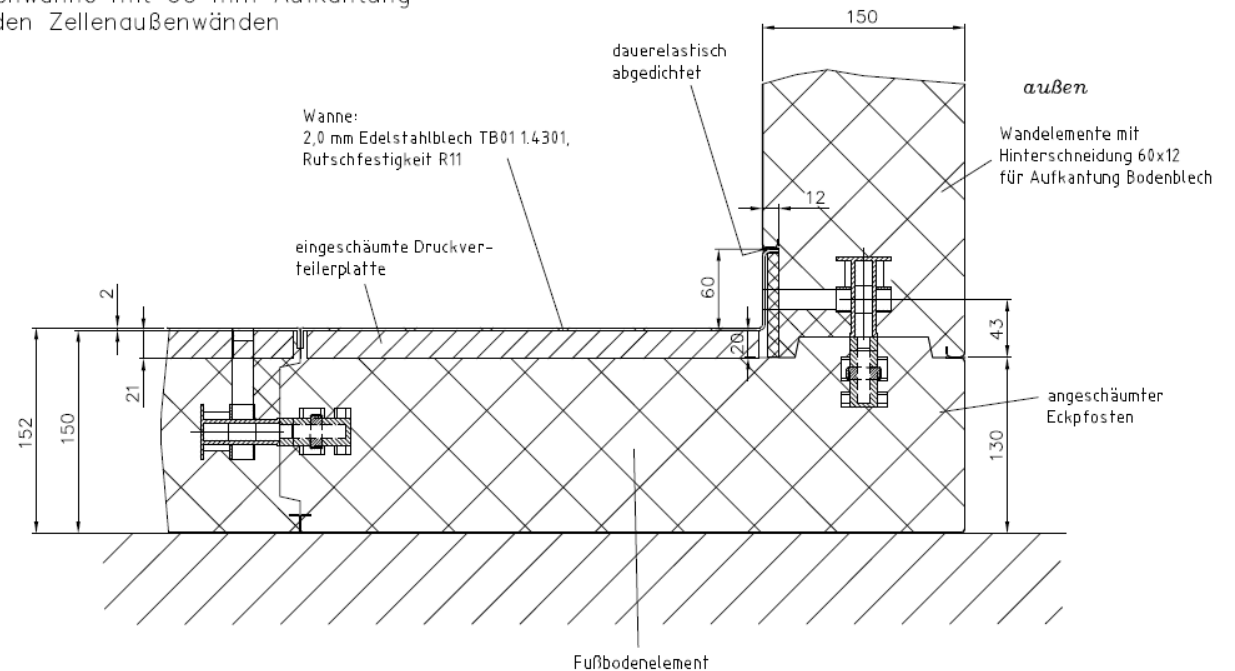
Deckenkonstruktion

- Statik gewährleistet durch HE-Trägerstruktur
- Lastverteilung realisiert

Boden

- Edelstahlblech, 1.4301; $t = 2 \text{ mm}$
- Rutschfestigkeit (R11)
- Integrierte Druckverteilerplatte
- Flächenlast: 50 kN/m^2 , Radlast: 4 kN/Rad ($> 4 \text{ cm}^2$ Aufstandsfläche)
- Hygienische Lösung mit Spezialdichtmittel
- Bodenwanne mit 60 mm Aufkantung

Prinzipdarstellung
Bodenwanne mit 60 mm Aufkantung
zu den Zellenaußenwänden

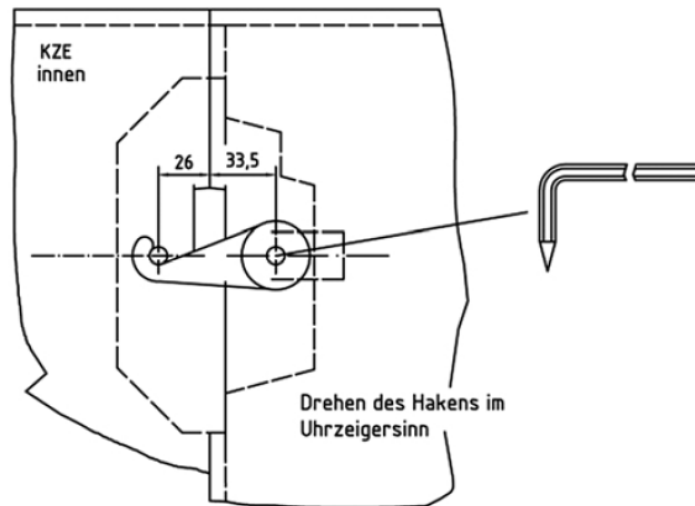


Klimakammer

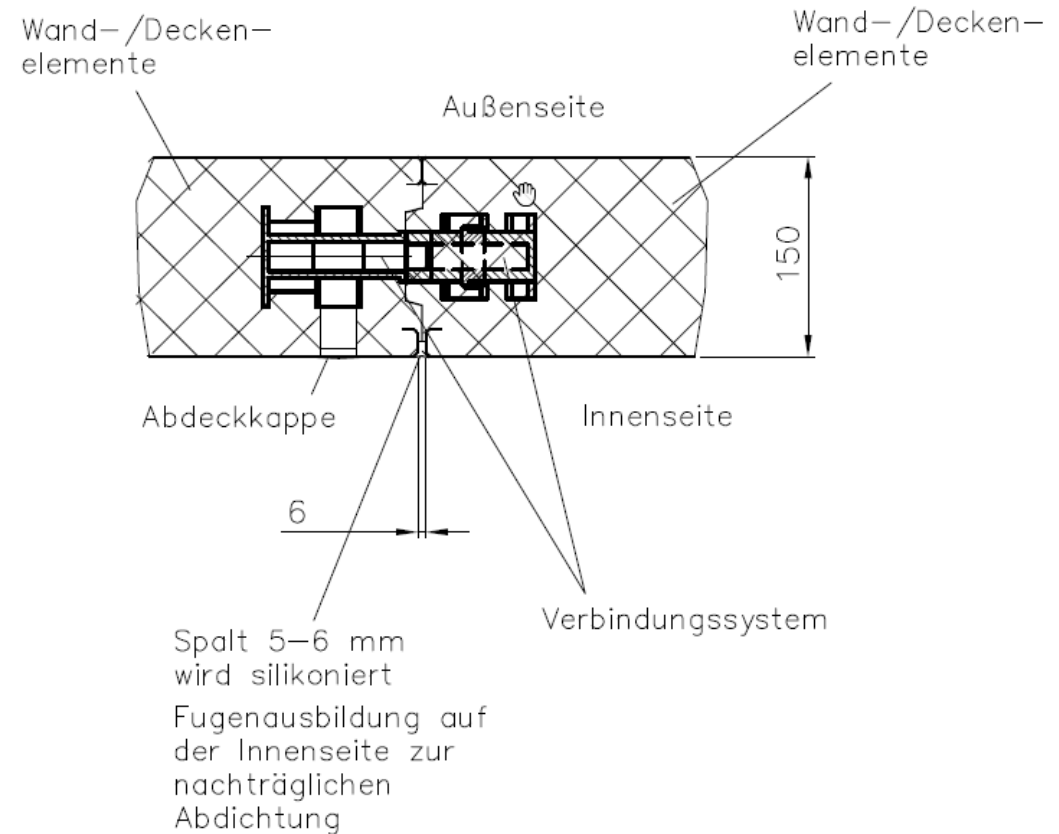
Technische Daten der Paneele

▪ Verbindung

- Nut-Feder-System
- Kraftschlüssige Verbindung
- Exzenterhaken zum Verbinden der Paneele untereinander
- Hygienische Lösung mit speziellem Dichtstoff
- Keine Überlappung der Komponenten → Durchgängige Oberfläche
- Schnelle und einfache Montage der Paneele



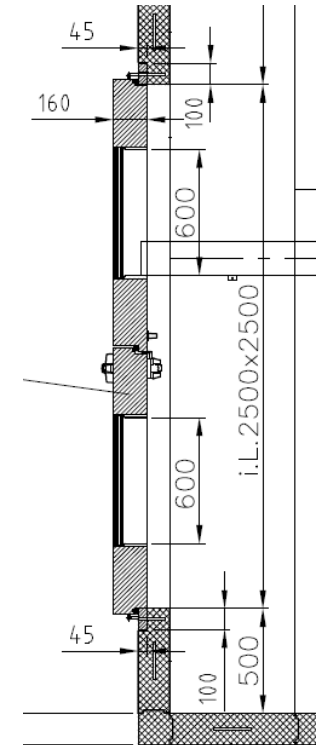
Prinzip Verbindung Elemente



Klimakammer

Türen und Fenster

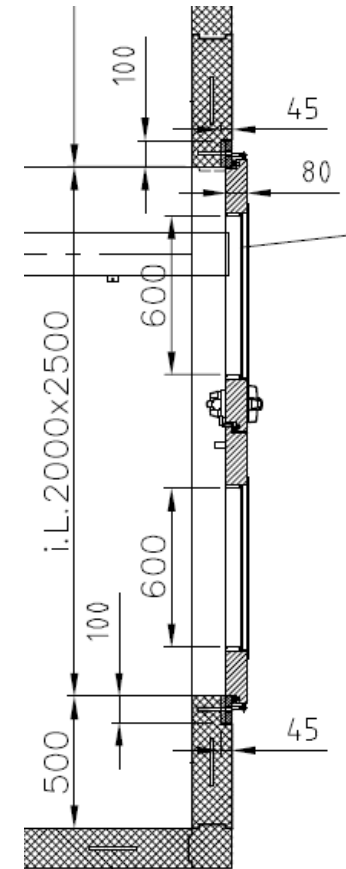
- **Doppelflügeltür** (für Temperaturen -50°C bis $+50^{\circ}\text{C}$)
 - Doppelflügeltür, in der Mitte geteilt, Begehflügel rechts, Standflügel mit Treibriegelstange
 - 160 mm Türstärke
 - Lichte Breite: 2.500 mm, Lichte Höhe: 2.500 mm
 - 3-Punkt-Presshebelverschluss
 - Abschließbar
 - Notentriegelung
 - Türrahmenheizung (230 V)
 - Flachrahmen bündig in die Zellenwand integriert
 - Fenster in beiden Flügeltüren
 - Beheizte Fenster (48 V Innen- und Außenflächenheizung)
 - Größe: ca. 600 mm x 600 mm, 5-fach-Verglasung



Klimakammer

Türen und Fenster

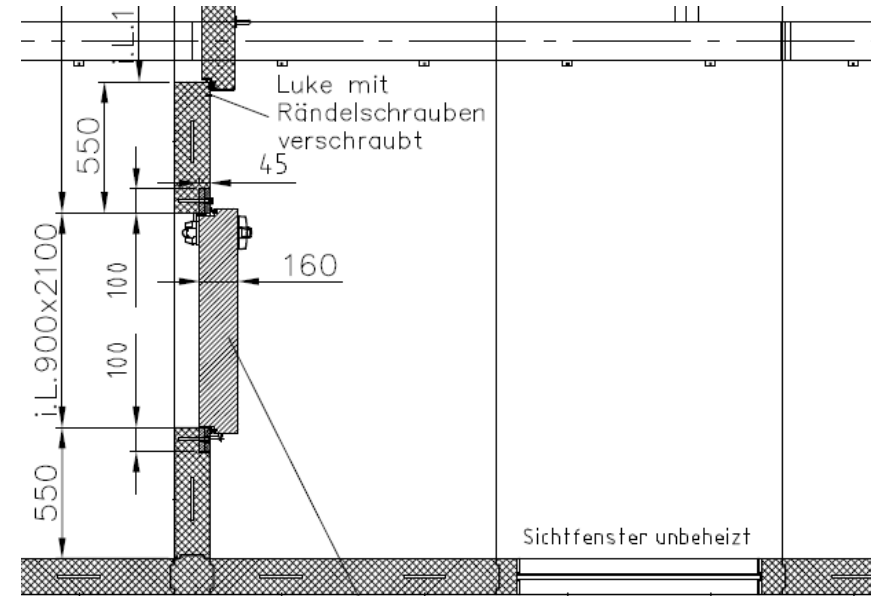
- **Doppelflügeltür** (für Temperaturen von 0°C bis +50°C)
 - Doppelflügeltür, in der Mitte geteilt, Begehflügel rechts, Standflügel mit Treibriegelstange
 - 80 mm Türstärke
 - Lichte Breite: 2.000 mm, Lichte Höhe: 2.500 mm
 - Presshebelverschluss
 - Abschließbar
 - Notentriegelung
 - Flachrahmen bündig in die Zellenwand integriert
 - Fenster in beiden Flügeltüren
 - Größe: ca. 600 mm x 600 mm, Doppelverglasung



Klimakammer

Türen und Fenster

- **Zwischentür** (zwischen den beiden Räumen in Zwischenwand)
 - 1-flg., DIN links
 - 160 mm Türstärke
 - Lichte Breite: 900 mm, Lichte Höhe: 2.100 mm
 - 3-Punkt-Presshebelverschluss
 - Abschließbar
 - Notentriegelung
 - Türrahmenheizung (230V)
 - Flachrahmen bündig in die Zellenwand integriert



1 Stück Drehtür 900 x 2.100 mm i.L., 1-flg.,
DIN links, 3-Punkt-Presshebel-Verschluss,
abschließbar, Notentriegelung, Türrahmenheizung
(230V), Flachrahmen bündig in Zellenwand integriert

Klimakammer

Türen und Fenster

- **Fenster (-50°C bis +50°C)** in den Kammerpaneelen
 - Größe 1.000 mm x 1.000 mm
 - Beheizt (48 V Innen- und Außenflächenheizung)
 - 5-fach Verglasung

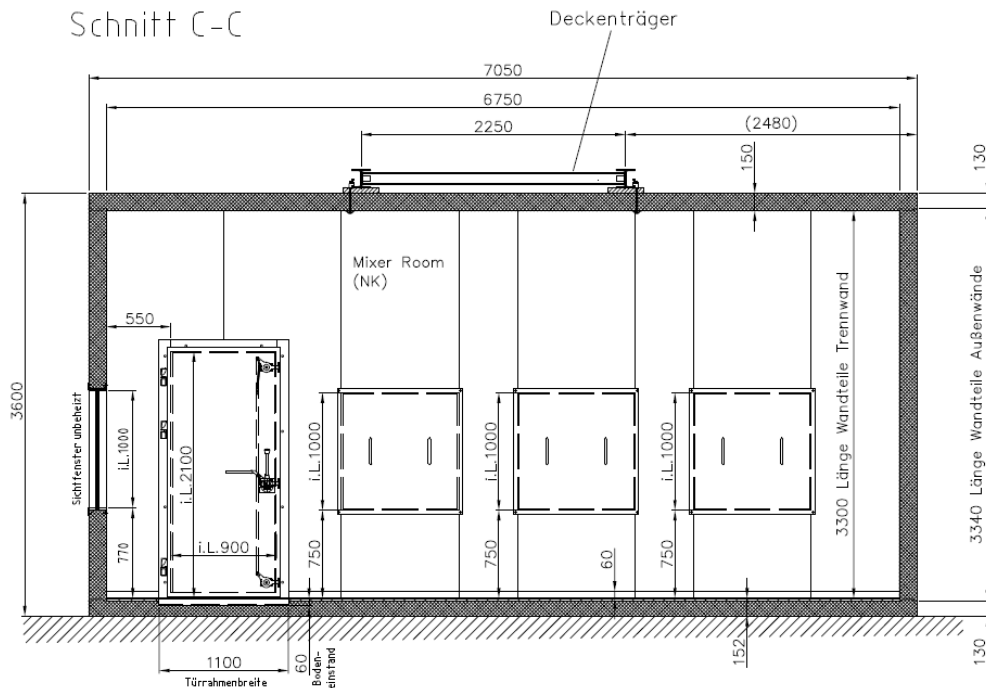
- **Fenster (0°C bis +50°C)** in den Kammerpaneelen
 - Größe 1.000 mm x 1.000 mm
 - Doppelverglasung



Klimakammer

Zwischenwand

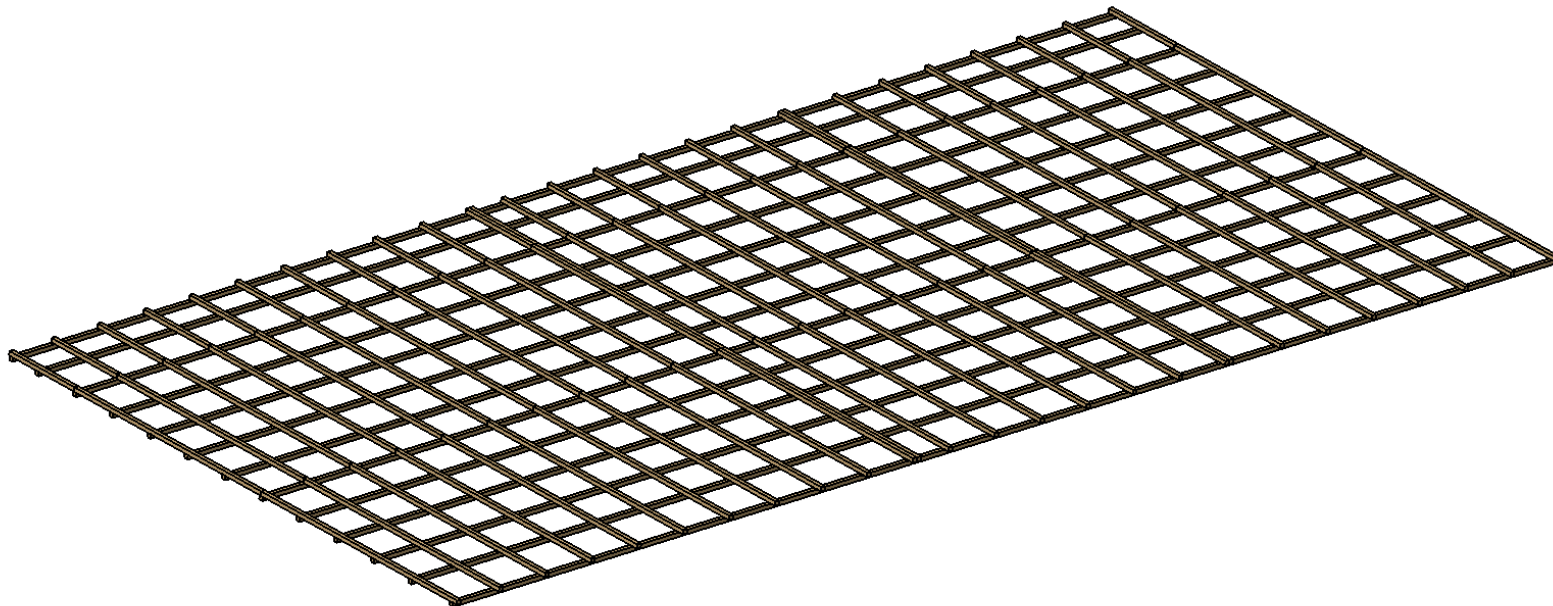
- **Versetzbare** Zwischenwand
- **Optional** können Durchbrüche mit **Revisionsluken** realisiert werden
- Die Revisionsluken werden mittels Gewindestifte an der Zwischenwand befestigt
- **Zusätzliche Durchbrüche** (z.B. zur Kabelführung) können realisiert werden



Klimakammer

Unterbau

- Die Klimakammer wird auf einem **Holzgerüst** errichtet
- Der Sockel wird aus 40 mm x 60 mm KVH-Balken gefertigt.
- Dies gewährleistet die notwendige **Belüftung** der Klimakammer
- Falls die Klimakammer auf einer Plattform errichtet wird, wird der Holzunterbau gemäß der Plattformstruktur ausgerichtet
→ **Direkte Lastabtragung** auf die Plattform



Klimakammer

Bodenauslässe

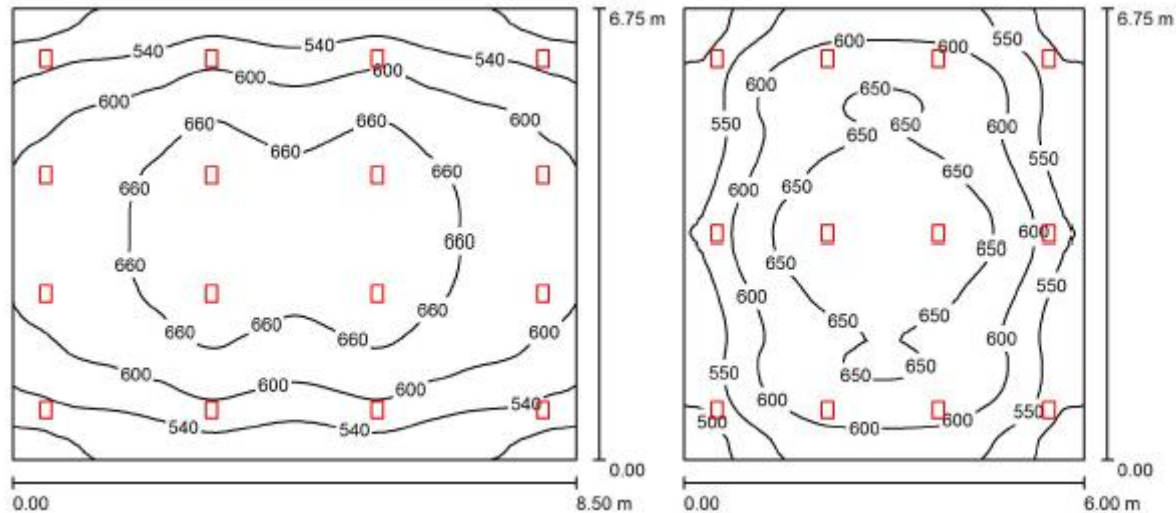
- **Edelstahl-Bodenauslässe:** eingeschweißter V2A-Kasten, ca. 250 mm x 250 mm x 50 mm, mittig mit Edelstahlrohr DN 50
- Edelstahlrohr **beheizt** (230 V)
- Gerader Rohrabschnitt nach unten ca. 100 mm
- **Herausnehmbares Gitter**
- Manuelles Entfernen von Restwasser durch Wischen oder mittels Industriestaubsauger



Klimakammer

Beleuchtung

- **LED-Projektoren** an Klimakammerdecke montiert
- Anzahl und Position der LED-Projektoren werden entsprechend den Beleuchtungsanforderungen des Kunden festgelegt



Beleuchtungsanalyse (Beispiel)

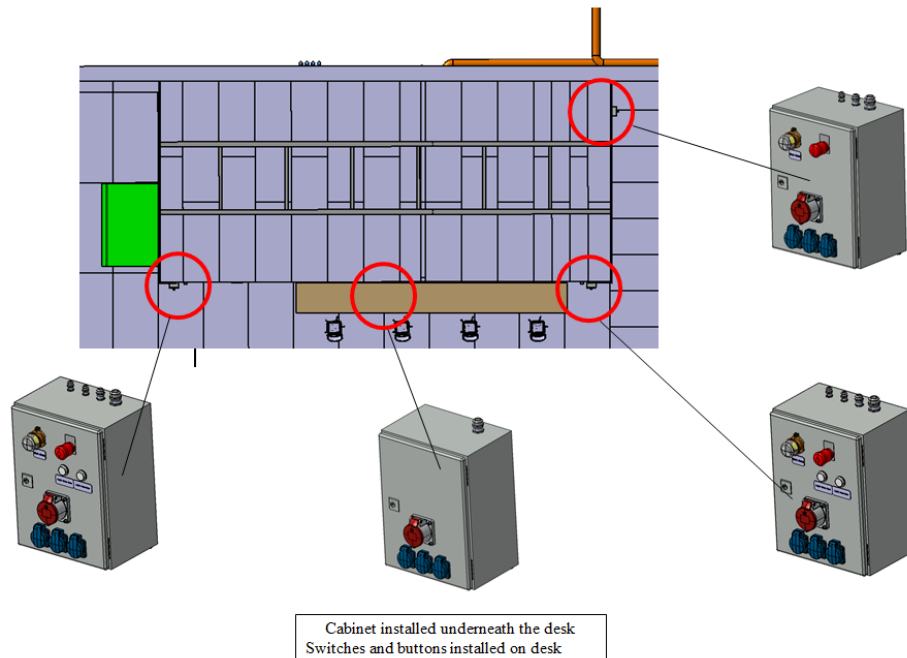


AlphaLUXX 25 W

Klimakammer

Elektrokästen

- Die **Elektrokästen** werden **außerhalb der Klimakammer** montiert
→ Schnittstelle zur Elektrik
- Das Design wird den Kundenwünschen entsprechend angepasst
- Steckdosen, Abschalttaster, Lichtschalter und Nottaster** können in die Schaltkästen integriert werden



Klimakammer

Weitere Komponenten und Design-Aspekte

Druckausgleichsventile

- Druckausgleichsventile sind vorgesehen, um die Druckdifferenz zwischen Klimakammer und Umgebung auszugleichen
- Integrierte Heizung

Durchbrüche

- Durchbrüche, z.B. Durchmesser 100 mm, werden z.B. als Kabelführung vorgesehen

Not-Aus-Schalter

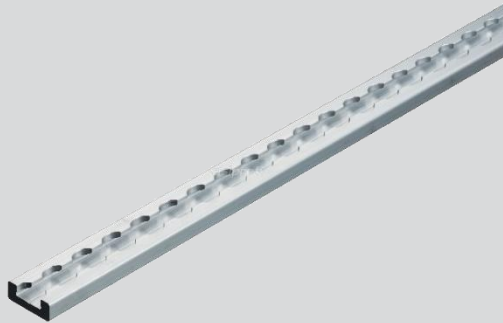
- Not-Aus-Schalter werden im Inneren der Klimakammer angebracht

Klimakammer

Upgrade-Optionen

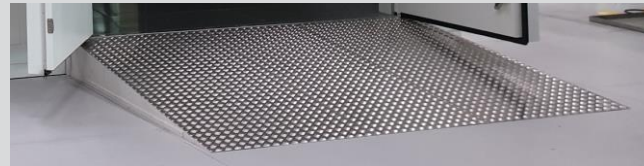
Airlineschienen

Befestigungsschienensystem zur Montage im Inneren der Klimakammer.



Rampe

Rampe mit integriertem Ablaufsystem für einfaches Be- und Entladen.



Revisionsluken

In der Zwischenwand können Revisionsluken implementiert werden.



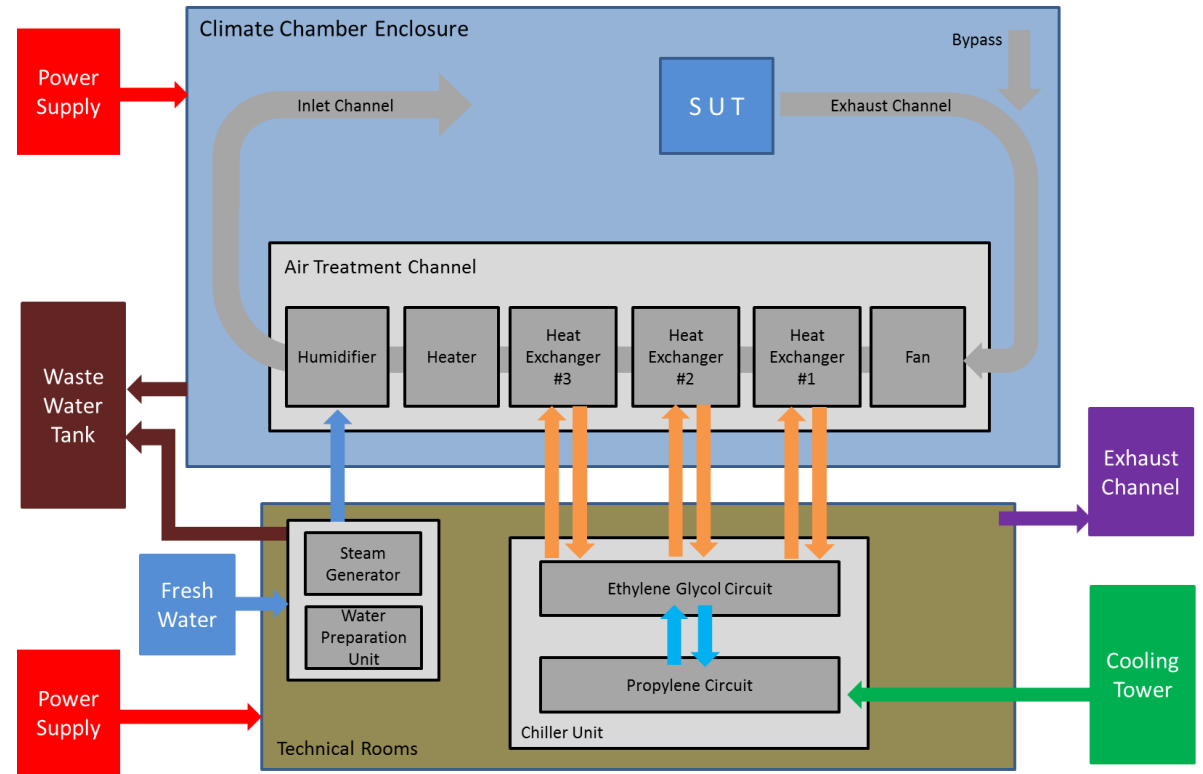
3

Luftaufbereitungssystem

one step ahead in **INTELLIGENT** production systems

Luftaufbereitungssystem

Übersicht

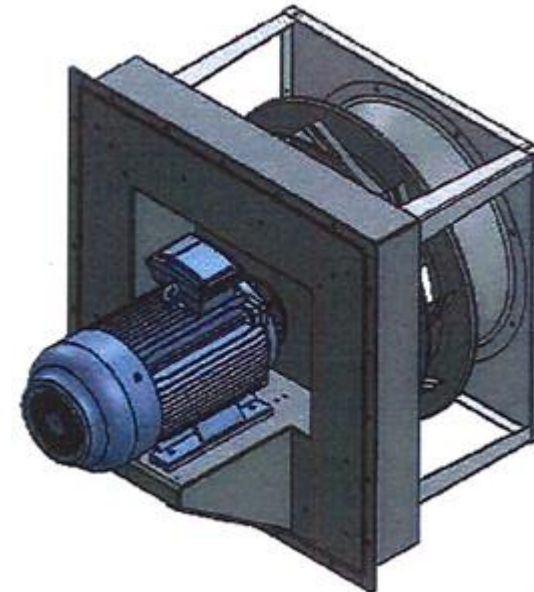


Übersicht über das Luftaufbereitungssystem (Beispiel für Prüfstands-anwendung)

Luftaufbereitungssystem

Luftaufbereitungskomponenten - Ventilator

- **Ventilator (Impeller) in Wandpaneel integriert**
- **Ventilatormotor befindet sich außerhalb der Klimakammer**, um eine zusätzliche Wärmelast in der Klimakammer zu vermeiden und den Motor keinen extremen Umgebungsbedingungen auszusetzen
- Ventilatorbetrieb bei Temperaturen zwischen **-50°C bis 150°C** möglich
- **Luftstrom: 8 kg/s**
- Ventilator regelbar zwischen **5 Hz und 50 Hz**
 - 50 Hz: 100% - (~8 kg/s)
 - 5 Hz: 10% - (~0,8 kg/s)
- Steuerung: **Frequenzregler**



Luftaufbereitungssystem

Luftaufbereitungskomponenten - Kältemaschine und Wärmetauscher

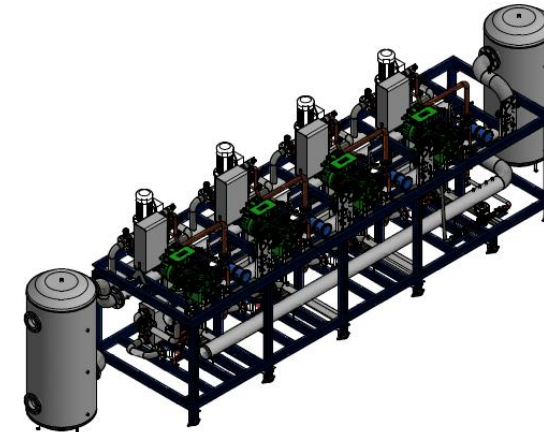
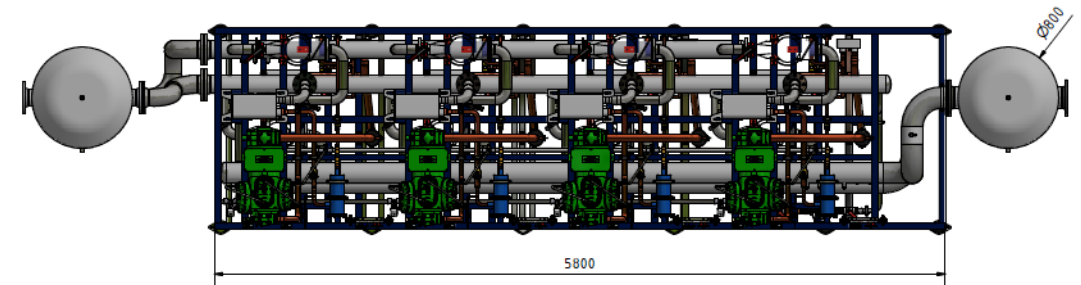
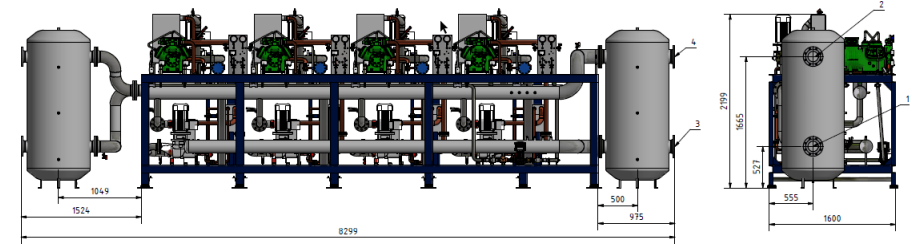
Kühlleistung

- Lufttemperatur: -23°C bis $+50^{\circ}\text{C}$
- Stabilität der Lufttemperatur: $\pm 1\text{ K}$
- Abführbare Wärmelasten: 150 kW bei -23°C , 250 kW bei $+50^{\circ}\text{C}$

Luftaufbereitungssystem

Luftaufbereitungskomponenten - Kältemaschine und Wärmetauscher

- Kältemaschine in separatem Technikraum
- Verwendete Kühlmedien: **Ethylenglykol** und **Propen** (R-1270, GWP: 3)
- **Grüne Kälteerzeugung** durch Verwendung natürlicher Kältemittel
- **Kaskadenkühlung**
 - Das Kühlwasser der Infrastruktur wird zur Abkühlung des komprimierten Propens verwendet. Während der Expansion kühlt Propen das Ethylenglykol ab, welches dann in die Wärmetauscher gepumpt wird.
- **Gassensor und Absaugsystem** in Technikraum integriert



Luftaufbereitungssystem

Luftaufbereitungskomponenten - Kältemaschine und Wärmetauscher

- **Drei Wärmetauschereinheiten** integriert im RLT
- Jede Einheit besteht aus:
 - Wärmetauscher
 - Ausziehbarer Tropfenabscheider
 - Beheizte Auffangwanne
- **Einschubschienen** für Wärmetauschereinheiten vorhanden
- Jeder Wärmetauscherkreislauf kann durch **3-Wege-Mischventile unabhängig gesteuert werden**

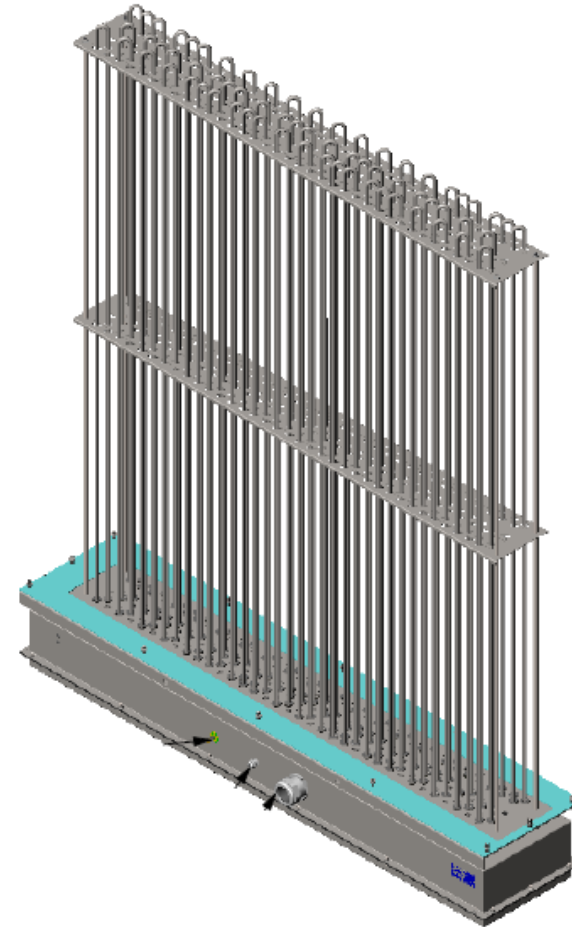


Im RLT installierte Wärmetauschereinheit mit gezogenem Tropfenabscheider

Luftaufbereitungssystem

Luftaufbereitungskomponenten - Erhitzer

- Elektrischer Erhitzer im RLT integriert
- Heizleistung: **110 kW**
- Steuerung: Leistungsregler (**Thyristor**)
- **Heizleistung stufenlos regelbar** zwischen 0 - 100%
- **Heizleistungsbegrenzung** zur Vermeidung von Überhitzung bei niedrigen Ventilator Drehzahlen
- Ein zusätzliches **Sicherheitsthermostat** zwischen den Heizstäben dient als weiterer Überhitzungsschutz



Heizgerät - 3D-Modell (links)
Heizgerät installiert im RLT (rechts)

Luftaufbereitungssystem

Luftaufbereitungskomponenten - Befeuchter

- **Dampfbefeuchter** im RLT integriert
- **Wasseraufbereitungsanlage und drei Dampferzeuger** in separatem Technikraum
- Der erzeugte Dampf wird über Rohre zum Befeuchter in die Klimakammer geleitet
- Befeuchtung (stufenlos regelbar): **90% rF**
- Begrenzt auf 35 g/kg zwischen 10°C bis 50°C
- Befeuchtungsstabilität: **+/- 0,5 g/s**



Wasseraufbereitungsanlage (links) und Dampferzeuger (rechts)



Dampfbefeuchter

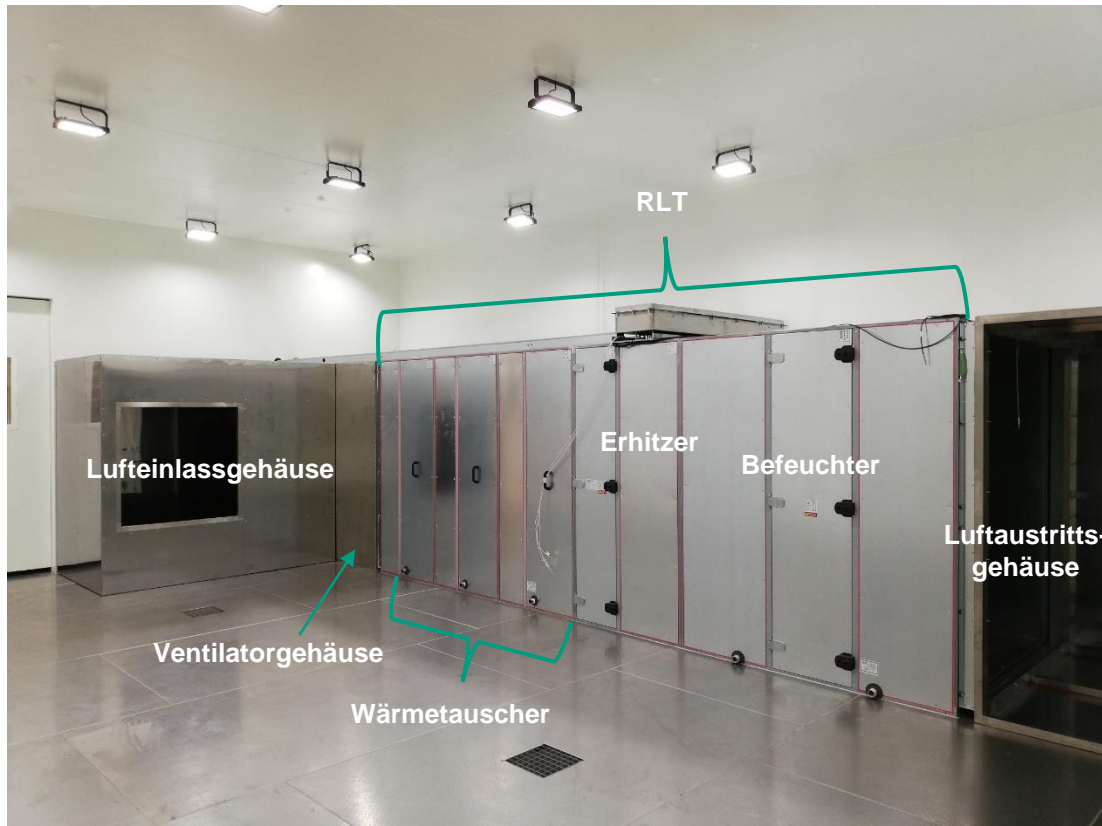
Luftaufbereitungssystem

Luftaufbereitungskomponenten - Luftaufbereitungskanal

- Der **Luftaufbereitungskanal** besteht aus:
 - Lufteinlassgehäuse
 - Ventilatorgehäuse
 - RLT (Raumluftechnische Anlage)
 - Luftaustrittsgehäuse
- Das **Lufteinlassgehäuse** kann **Temperaturen** von bis zu **150°C standhalten**, falls eine zusätzliche Wärmelast von 250 kW bei +50°C in der Klimakammer vorliegt
- Am Ventilatorgehäuse und Austritt des Luftaufbereitungskanals werden **Sicherheitsgitter** vorgesehen
- Verbraucher, wie z.B. Klimageräte, Prüflinge, etc. können über eine **Verbindungsplatte** direkt an das Lufteinlassgehäuse angeschlossen werden
- Ein manuell **verstellbares Bypass-Ventil** wird in das Lufteinlassgehäuse integriert

Luftaufbereitungssystem

Luftaufbereitungskomponenten - Luftaufbereitungskanal



Ungefähre Abmessungen (L x B x H)

Lufteinlassgehäuse

- 2000 mm x 1250 mm x 1900 mm

Ventilatorgehäuse, RLT & Luftaustrittsgehäuse

- 8500 mm x 1900 mm x 1900 mm

Luftaufbereitungssystem

Upgrade-Optionen

-50°C Upgrade-Option

- -50°C bis +50°C (100 kW @ -50°C)
- Vier Ethan (R-170) Direktverdampfungskreisläufe werden hinzugefügt
- Ein zusätzlicher Verdampfer wird in der Klimakammer installiert
- Die Ethan-Kreisläufe werden durch das Ethylenglykol gekühlt und verflüssigt, wodurch ein effizienter und sicherer Betrieb gewährleistet wird.
- Alle drei vorhandenen Wärmetauscher können beibehalten werden.

→ Diese Kaskadenschaltung gewährleistet einen stabilen Kühlkreislaufbetrieb und eine hohe Betriebssicherheit auch bei starken Systemschwankungen.

START STOP

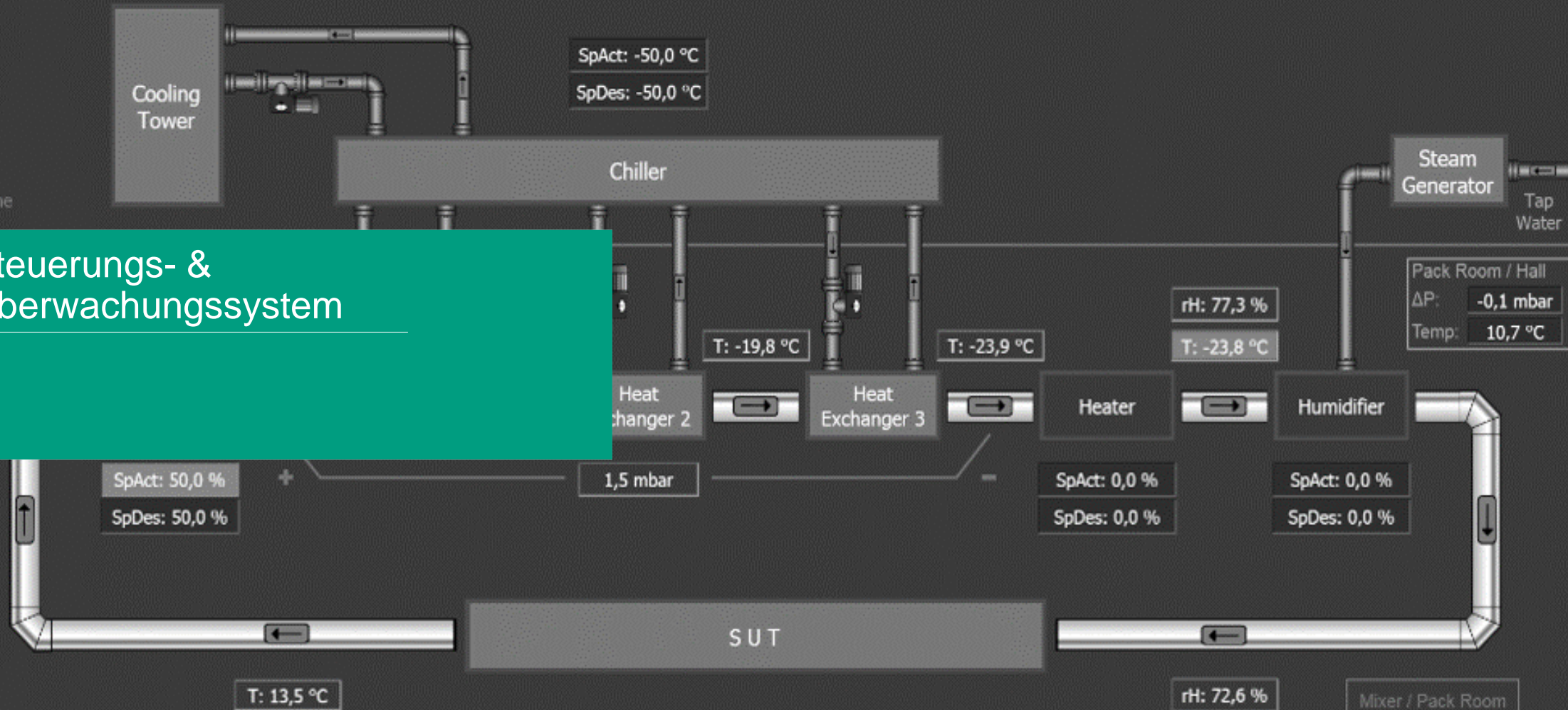
State: Operational

Overview

Home NI Overview Alarm Trends Settings Ext

4

Steuerungs- & Überwachungssystem



one step ahead in INTELLIGENT production systems

Steuerungs- und Überwachungssystem

Hardware & Software

Hardware

- Beckhoff Steuerrechner
- Beckhoff Terminal-Karten
- Modulares System nach Kundenwunsch

Software

- Windows OS
- TwinCAT 3

Steuerungs- und Überwachungssystem

Betriebsmodus und Abschaltphilosophien

Betriebsmodus - Standardmodus

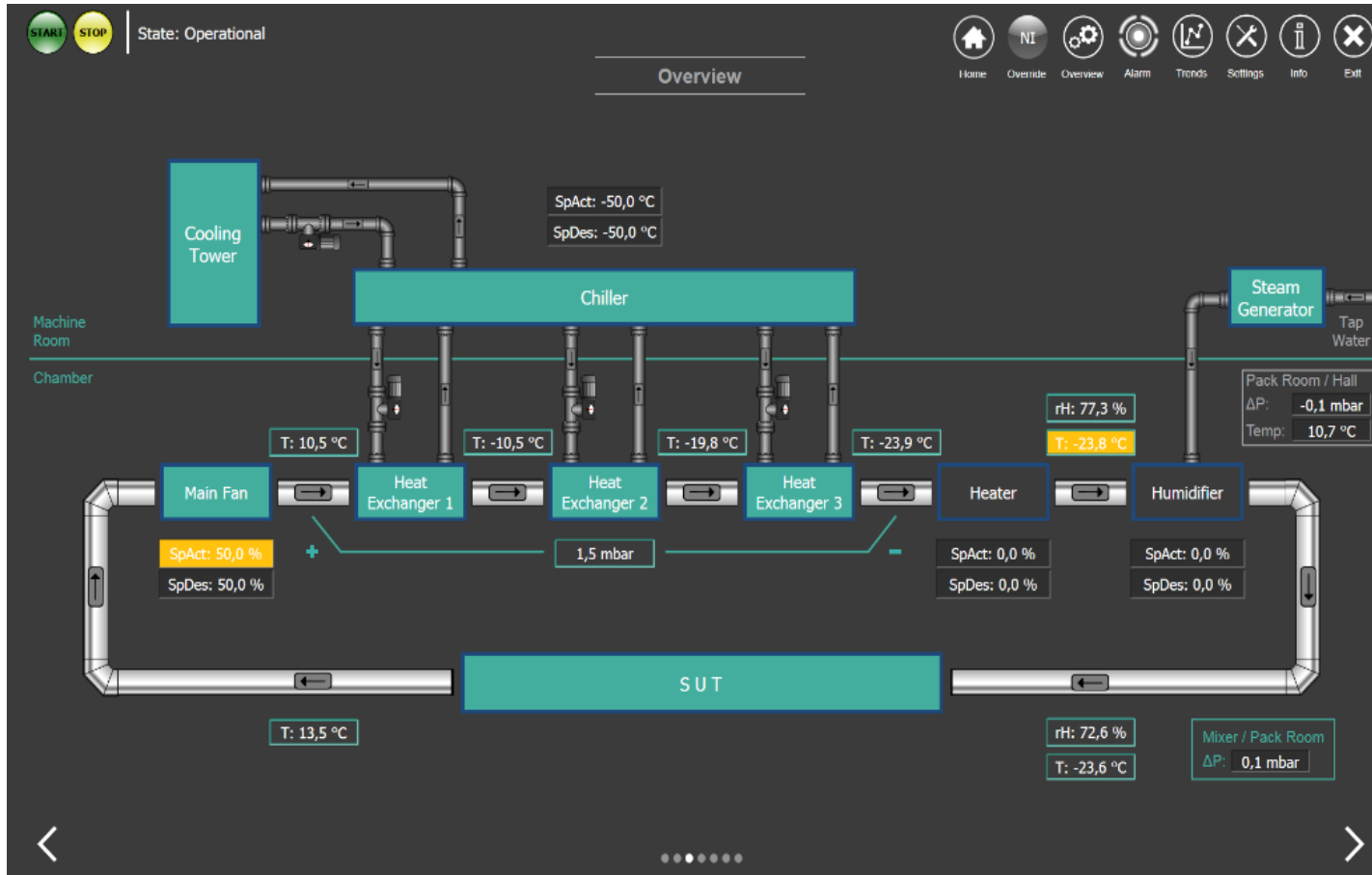
- Steuerungs- und Überwachungssystem begrenzt aktiv die Eingaben, die zu Überschreitungen führen (Grenzwerte können manuell geändert werden)
- Verhindert unsichere Situationen - verhindert vorzeitiges Abschalten

Abschaltphilosophien

- Warnmeldung
 - Sicherheitsbedingungen - erster Grenzwert erreicht
- Alarmmeldung
 - Sicherheitsbedingungen - zweiter Grenzwert erreicht
 - Steuerungsreaktion vom Steuerungs- und Überwachungssystem
 - Soft Shut Down Schalter
- Soft Shut Down
 - Soft Shut Down Schalter
- Notabschaltung
 - Notabschalttaster
 - „Watch Dog“ ausgelöst
 - Gassensor

Steuerungs- und Überwachungssystem

HMI



HMI – Übersichtsseite



HMI – Verschiedene Graphen

Steuerungs- und Überwachungssystem

Upgrade-Optionen

Bedienpult

Konstruktion, Fertigung und Inbetriebnahme eines Bedienpultes:

- 4 x integrierte und versenkbare Verteiler für 230V Netzspannung, Netzwerk (RJ45) und USB
- Integrierte PC-Halterung im Unterbaukorpus
- Integrierte Schubladen im Unterbaukorpus
- Halterung für 6 Monitore 24"

Optional:

- 6 Monitore 24"
- 4 Bürostühle
- Mülleimer
- Garderobe



5

Referenzprojekt

one step ahead in **INTELLIGENT** production systems

Referenzprojekt

AVANT - Prüfstand

AVANT - Prüfstand

Kunde: Airbus Operations & ZAL (Zentrum für Angewandte Luftfahrtforschung)

Standort: Hamburg (Deutschland)

Prüflinge: Aktuelle und zukünftige Flugzeugklimaanlagen

Projektabschluss: 2020

Zentrale Themen

Qualifizierung /
Zertifizierung

Klima-
kammer

Luft-
aufbereitung

Grüne
Kälteerzeugung



SERVICE OPTIONEN

Wir unterstützen Ihr Projekt von der Idee bis zur Realisierung und gerne darüber hinaus.



Wir berücksichtigen Ihre Qualitäts- sowie Terminanforderungen und übernehmen gerne die Gesamtverantwortung des Projekts.



Beratung

Nutzen Sie unsere Erfahrung für Ihre Aufgaben



Projektmanagement

Betreuung von der Idee bis zum Serienanlauf



Risikoanalyse

Identifizierung von Risiken im Prozess



Individuell

Erstellung individueller Lösungen



Produktion

Erfolgreich Fertigen mit modernsten Technologien



Dokumentation

Übersichtlich und logisch



Konformität

Einhaltung von Normen und Vorschriften



After Sales

Kompetenter Service durch FFT



KONTAKT

Ihr persönlicher Ansprechpartner

Steffen Krüger
Projektleiter – Systems & Test Operations

FFT Produktionssysteme GmbH & Co. KG
Airbus-Allee 2, DE-28199 Bremen
Telefon: +49 (0) 421 / 377 088 19
Mobil: +49 (0) 171 / 601 666 2
E-Mail: steffen.krueger@fft.de
www.fft.de



VIELEN DANK

Zögern Sie nicht, uns zu kontaktieren.

WWW.FFT.DE | INFO@FFT.DE
TEL.: +49 (0) 661 2926-0

