

Ingenieurgesellschaft für  
Technische Gebäudeausrüstung

**Geschäftsführer:**  
**Dipl.-Ing (FH) Peter Sperber**  
**Dipl.-Ing (FH) Knuth Sperber**

Wärme - Kälte - Klima - Lüftung  
Sanitär - Elektro - MSR-Technik

Friedrich-Bergius-Ring 24  
97076 Würzburg

Tel. (09 31) 7 96 30-0  
Fax. (09 31) 7 96 30-50

info@sperber-ingenieure.de  
www.sperber-ingenieure.de

---

Bauvorhaben: Generalsanierung der Grundschule in Giebelstadt  
Schulstraße 1  
97232 Giebelstadt

Auftraggeber: Markt Giebelstadt  
Marktplatz 3  
97232 Giebelstadt

Architekt: Architekturbüro Werner Haase Karlstadt



## 1. Allgemeine Projektinformationen

### Ingenieurleistungen

Alle Gewerke der Technischen Gebäudeausrüstung (AWG+WWR)  
Elektrotechnik (ARGE)

Leistungsphasen 1-9 HOAI:

- Wärmeversorgungsanlagen
- Raumluftechnische Anlagen
- Sanitäre Anlagen
- Wärmedämmung + Technischer Brandschutz
- Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, zentrale Gebäudeleittechnik (GLT)

Bauzeit: 2010 bis 2011

### Kurzbeschreibung der Maßnahme

Die Volksschule besteht im Wesentlichen aus drei Bauteilen:

BT A Schulgebäude	BJ 1972	HNF: 1.351 m <sup>2</sup>
BT B Schulgebäude Anbau	BJ 1989 / Erweiterung 1998	HNF: 2.381 m <sup>2</sup>
BT C Turnhalle	BJ 1972	HNF: 251 m <sup>2</sup>

Nach dem Wegfall der Hauptschulklassen im Schuljahr 2007/2008 wird die Volksschule als Grundschule mit Mittags- und Ganztagsbetreuung betrieben.

Die Beheizung erfolgt im Bestand mittels Elektrodirektheizung. Die Heizregister sind im Estrich des Fußbodenaufbaus eingebaut. In den Räumen sind zusätzlich Elektrokonvektoren im Brüstungsbereich angebracht. In der Pausenhalle sind Nachtspeicheröfen aufgestellt.

Die Elektrofußbodenheizung wird elektrisch freigeschaltet. Die Elektrokonvektoren sowie die Nachtspeicheröfen werden demontiert.

Für die energetische Gebäudesanierung stehen der Altbau der Schule (BT A) und die Turnhalle (BT B) an. Das Sanierungskonzept umfasst alle Gebäudeteile.

### Jahresenergiebedarf nach VDI 2067 Teil 10 und 11

Gebäude im Bestand:	199.200 kWh/a
Gebäude nach Sanierung des Bauwerks:	67.300 kWh/a
Einsparung durch RLT-Anlagen:	- 27.000 kWh/a
Einsparung durch Solaranlage + Wärmepumpe:	- 12.000 kWh/a
Summe:	28.000 kWh/a

## 2. Beschreibung Heizungsanlage

### 2.1. Allgemein

Die Wärmeversorgung erfolgt über ein Wärmepumpensystem mit Erdsonden und thermischen Sonnenkollektoren.

Die von den Sonnenkollektoren aufgenommene Energie wird je nach Temperaturniveau zur direkten Beladung der Pufferspeicher, zur Wärmepumpe oder in die Erdkollektoren geleitet. Durch eine hydraulische Steuereinheit wird der Wärmepumpe immer die optimale Quelltemperatur vom Sonnenkollektor und/oder vom Erdreich zugeführt. Durch die Versorgung der Wärmepumpe aus dem Sonnenkollektor wird auch geringe solare Energie genutzt. Die Wärmepumpenanlage erreicht durch den geringen Temperaturhub eine sehr hohe Leistungszahl. Solare Überschussenergie wird in den Sommermonaten über die Erdsonden in das Erdreich abgegeben.

Um in Zukunft eine solarthermische Warmwasserbereitung in der Schulsporthalle zu ermöglichen, wird eine Fernleitung zur Sporthalle vorverlegt.

### 2.2. Wärmeerzeugung

Als Wärmeerzeuger dienen zwei Sole-Wasser-Wärmepumpen sowie Sonnenkollektoren auf dem Flachdach.

#### 2.2.1.1. Heizlast und Energiebedarf

Die nach DIN EN 12831 berechnete Heizlast des Bauteils beträgt 43,2 kW. Der Heizenergiebedarf nach DIN EN 12831 beträgt pro Jahr ca. 40.000 kWh. Als Wärmeertrag der solarthermischen Anlage sind 12.000 kWh angenommen.

#### 2.2.1.2. Wärmepumpe

Die beiden Sole-Wasser-Wärmepumpen arbeiten mit einem an einen Solekreislauf angeschlossenen Wärmetauscher als Verdampfer und einem Wärmetauscher als Kondensator und erwärmen so das Heizungswasser. Die Sole wird als Wärmeträgermedium mittels Pumpe durch den geschlossenen Kreislauf (Solekreislauf) gefördert.

Die beiden Wärmepumpen sind speziell für Wärmequellen entwickelt, welche direkt mit solarthermischen Anlagen gekoppelt sind. Durch angepasste Expansionsventile und Wärmetauscher ist die Verarbeitung hoher Wärmequellentemperaturen möglich.

Die technischen Daten sind im Wesentlichen:

Heizleistung	S0/W35:	22,3 kW
Leistungsaufnahme	S0/W35:	5,0 kW
Leistungszahl (COP)	S0/W35:	4,4
Kältemittel:		R-407c
Heizstab:		6,0 kW (deaktiviert)
Gesamtheizleistung	S0/W35:	44,6 kW



**2.2.1.3. Erdsonden**

Die Sonden bestehen aus temperaturbeständigen, 40 m langen Kunststoffrohren der Abmessung 25 x 2,3 mm, welche spiralförmig auf eine Installationslänge von 3 m und einen Durchmesser von etwa 40 cm gewickelt sind.

Jeweils drei der soledurchströmten Sonden werden zu einer Länge von 9 Metern gekoppelt und in einer Bohrung mit ca. 50 cm Durchmesser in das Erdreich eingebracht. Von den vier Soleverteilern werden insgesamt 16 Sonden angeschlossen. Die Verteiler werden in Schächten eingebaut und im „Tichelmannsystem“ verrohrt.

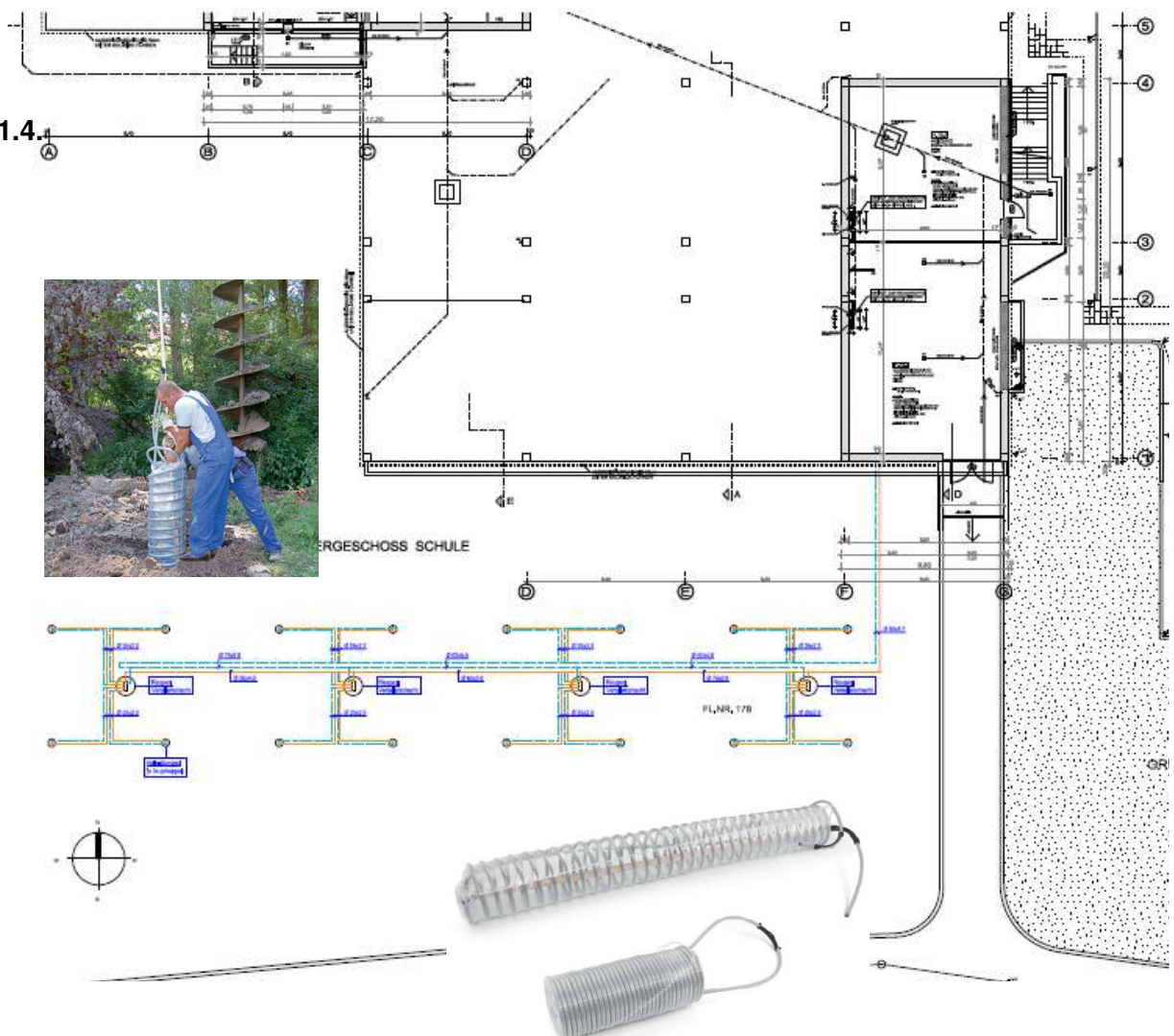
An einer repräsentativen Sonde wird in 2, 5 und 8 Metern Tiefe ein Temperaturfühler eingebaut. Dadurch kann der Temperaturverlauf des Erdreichs beobachtet und dokumentiert werden.

Die Messwerte dienen zur Beobachtung und Dokumentation des Temperaturverlaufs im Erdreich.

Entzugsleistung = 34.200 Watt

Sondenanzahl = 48 Sonden (16x3)

**2.2.1.4.**



#### 2.2.1.4. Solarthermische Anlage

Auf dem Flachdach des Gebäudes werden 29 Flachkollektoren mit insgesamt 60 m<sup>2</sup> Fläche unter 45° Neigung aufgestellt. Die Kollektoren werden über eine hydraulische Regeleinheit mit dem Solekreislauf verbunden. Der Solarertrag wird je nach Bedarf entweder zu den Wärmepumpen, in die Pufferspeicher oder in das Erdkollektorfeld geleitet.



#### 2.2.1.5. Hydraulische Steuereinheit (EnergyControler)

Die Steuereinheit dient zur stufenweisen Abladung des Solarertrags auf drei Ebenen. Wärme auf hohem Temperaturniveau wird in die Pufferspeicher geladen. Zur Nutzung der Sonnenenergie bei geringer Einstrahlung und zur Erhöhung der Leistungszahl wird die Sole direkt zu den Wärmepumpen geführt. Zur Regeneration der Erdsonden und zur Zwischenspeicherung der gewonnenen Energie wird die Sole durch das Sondenfeld geleitet.

Alle hydraulischen Komponenten sind integriert (Durchflussmesser, Wärmemengenzähler, Solarumwälzpumpe, strömungsoptimierter Rotgussverteiler, Spül- und Füllrichtung etc.)



#### 2.2.1.6. Pufferspeicher

Zur Bewältigung von Leistungsspitzen im Aufheizbetrieb und zur Zwischenspeicherung von solarem Ertrag werden zwei Speicher mit jeweils 1.500 Litern Inhalt aufgestellt. Die Puffer sind mit Heizungswasser gefüllt und werden mittels soledurchströmter Rohrwendel beheizt.



#### 2.2.1.7. Wärmemengenzähler

Es sind Wärmemengenzähler mit Ultraschall-Durchfluss-Sensor vorgesehen. Die Werte werden per M-Bus auf die Gebäudeleitzentrale übergeben.

Gemessen werden:

Solarer Gesamtertrag

Heizarbeit Wärmepumpe 1

Heizarbeit Wärmepumpe 2

#### 2.2.1.8. MSR-Anlage Wärmeerzeuger

Die Regelung und Steuerung der gesamten Wärmeerzeugungsanlage geschieht über die integrierte MSR-Anlage. Die Regelgeräte der Wärmepumpen beinhalten folgende Funktionen:

- Wärmepumpen
  - Minimaltemperaturbegrenzung
  - Maximaltemperaturbegrenzung
  - Schaltdifferenzen
  - Außentemperatursperre
  - Zeitsperren
- Kaskadierung der Wärmepumpen
  - Schaltdifferenz
  - Zuschaltverzögerung
  - Abschaltverzögerung
  - Führungsstufenwechsel
- Störmeldeanzeige
- Schaltzeiten – Heizbetrieb
- Sommer- / Winterzeitprogramm
- Automatische Sommerabschaltung
- Anlagenfrostschutz
- Heizkennlinien mit Gebäudeartkorrektur
- Pumpenzwanglauf / Pumpennachlauf
- Pufferladung mit Absenkbetrieb
- Heizkennlinienadaption
- Einschaltoptimierung
- Heizgrenze

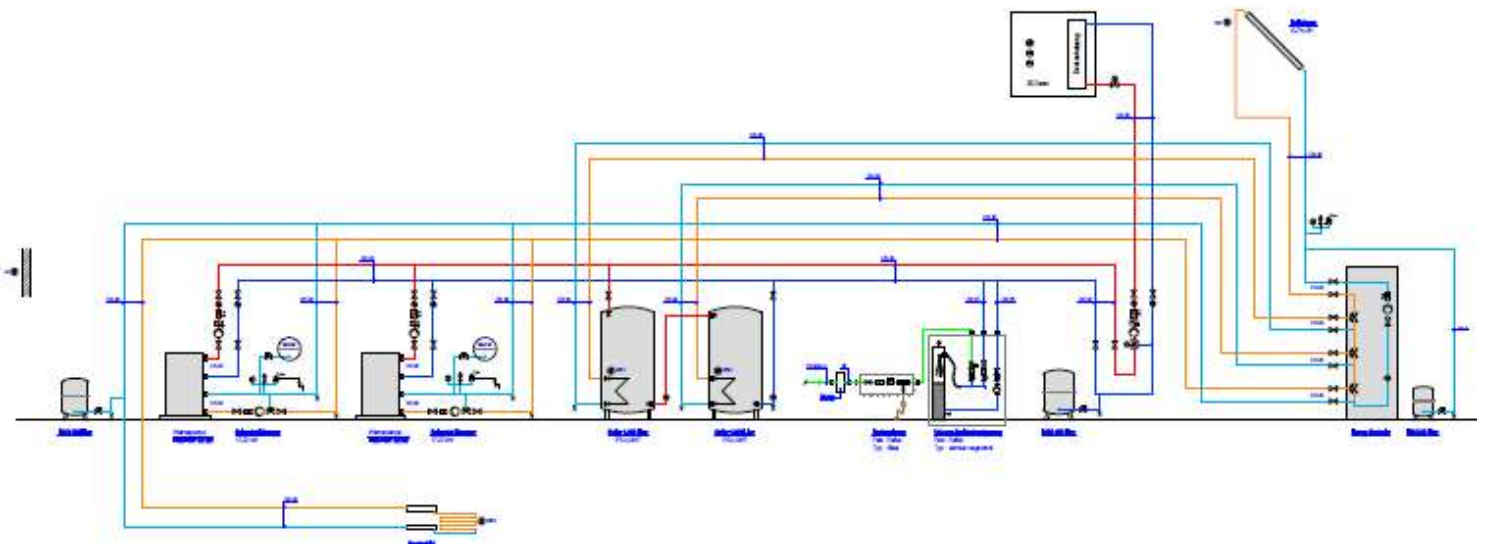
#### 2.2.1.9. MSR-Anlage (EnergyController)

Die Regelgeräte der hydraulischen Steuereinheit sind über Datenbus mit der Regelung der Wärmepumpen verbunden.

Die Regelung übernimmt die Steuerung der Solaranlage, ermöglicht große Flexibilität bei der Ausnutzung solarer Energie und trägt durch die Optimierung der Schaltdifferenzen und durch Prioritätenschaltung zum Erreichen von Zieltemperaturen zur Effizienzsteigerung bei. Der Regler beinhalten folgende Funktionen:

- Solarkollektorpumpe
  - Schaltzeiten
  - Laufzeit zur Abfrage der Kollektortemperatur
  - Nachlaufzeit
  - Betriebsstundenzählung
  - Sicherheitstemperaturbegrenzung
  - Maximaltemperatur Kollektor
  - Art der Wärmebilanzierung
  - Abtau- und Frostschutzfunktion
- Ladeebenen
  - Einschaltdifferenz
  - Ausschaltdifferenz
  - Mindestlaufzeit
  - Speicher Maximalbegrenzung
  - Speicher Minimalbegrenzung

- Vorrangschaltung
- Endabschalttemperatur
- Einschalt- / Ausschaltdatum
- Passives Kühlen
  - Solltemperatur
  - Einschalt Differenz
  - Ausschalt Differenz
  - Einschalt- / Ausschaltzeit



### 2.2.2. Absicherung / Druckhaltung / Nachspeisung

Die Absicherung der Anlage geschieht nach DIN EN 12828 als Einzelabsicherung der Wärmeerzeuger über Sicherheitsventile und Membrandruckausdehnungsgefäße. Die Gesamtanlage erhält ein separates Ausdehnungsgefäß. Als Nachspeisesystem dient eine automatische Einheit mit Kontaktwasserzähler, zur direkten Verbindung an das Trinkwassernetzen, bestehend aus Absperrarmatur mit Schmutzfänger, Kontaktwasserzähler und DVGW-geprüftem Systemtrenner. Zur Herstellung der erforderlichen Heizungswassergüte wird über einen Patronenentsalzer gefüllt und nachgefüllt (salzarme Fahrweise). Das Heizungswasser wird durch eine Vakuum-Sprührohr-Anlage entgast.

## 2.3. Wärmeverteilung

Die Umwälzung von Heizungswasser und Sole passiert mit Hocheffizienzpumpen.

## 2.4. Heizflächen

Es kommen Heizflächen zum Einsatz, deren überwiegende Wärmeabgabe durch Wärmestrahlung erfolgt. Die Heizflächen sind auf Systemtemperaturen von VL/RL 36/31 °C ausgelegt.

### 2.4.1.1. Pausenhalle / Mehrzweckraum / Nebenräume

Deckenstrahlplatten mit Rohrregister aus Kupferrohr und planer, gelochter Sichtfläche aus Strahlblechen mit oberer Wärmedämmung.

### 2.4.1.2. Klassenzimmer / Lehrerzimmer

Heizelemente mit Perforierung in selbsttragender Bauweise aus Aluminium, Rohrregister aus Kupferrohr mit Akustikmatten 40 mm zur Isolierung und Schallabsorption. Die Heizelemente erhalten eine bauseitige Unterverkleidung mit Thermo-Gipskartonplatten.



### 2.4.1.3. Werkräume im UG

Da im Untergeschoss die Deckenverkleidung in Kombination mit der bestehenden Rippendecke eine Brandschutzfunktion übernimmt, werden die beiden Räume mit einer Wandheizung ausgestattet. Das Wandheizsystem in Trockenbauweise bestehend aus einer Gipsplatte mit holzfaserverstärktem Gipskern mit integriertem PE-Xa Rohr.

## 2.5. Raumtemperaturregelung

Es werden LON-Bus Raumregler eingesetzt. Die Geräte sind Bedieneinheit und Regler in einem und werden in einer Standard-Unterputzdose bzw. in einem Elektrokanal eingebaut. Die Regler werden mittels Busleitung miteinander und mit der Gebäudeleitzentrale verbunden. Folgende Werte werden erfasst, eingestellt oder geregelt.



- Sollwerteeinstellungen
  - Raumtemperatur (Taster +/-)
  - Anwesend oder Abwesend oder Nutzungszeitverlängerung (Taster)
  - Lüftung Ein/Aus/Auto und Lüftungsstufen
- Messeingänge
  - Raumtemperatur Istwert
  - Belegung über Präsenzfühler

Der jeweilige Raumregler steuert die Luftvolumenstromregler sowie die Heizungszonenventile an und hält die Raumtemperatur und den Luftvolumenstrom auf dem Sollwert. Ohne Eingriff durch den Raumregler wird auf die Sollwerte gemäß Zeitprogramm geregelt.



## 3. Beschreibung Lüftungsanlage

### 3.1. Allgemein

Für die Schule sind raumluftechnische Anlagen nach DIN EN 13779, DIN EN 15251 und AMEV geplant.

Der Bemessung der Luftmengen liegen folgende Werte zugrunde:

Sprechzimmer und Lehrerzimmer etc.:	2 1/h Luftwechsel
Klassenräume:	15 m <sup>3</sup> /h pro Person
Toilettenräume:	30 m <sup>3</sup> /h pro WC / Urinal mindestens 5 1/h

Das Lüftungssystem ist in vier Anlagen aufgeteilt. Jeweils eine Anlage versorgt die Räume in den Gebäudeachsen 1-2, 3-4, 5-6, und 7-8.

Die Anlagen dienen im Wesentlichen:

- zur Be- und Entlüftung der Räume
- zur Reduzierung des Heizenergiebedarfs mittels Wärmerückgewinnung
- zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Konzentrationen in den Räumen
- zur Sommer-Nachtkühlung

### 3.2. Lüftungsgeräte

Die Lüftungsgeräte werden in den Dachaufbauten aufgestellt.

Geräte mit folgenden Einbauten sind vorgesehen:

- Zu- und Abluftventilatoren, schwingungsgedämpft, frei laufenden Zentrifugallaufträgern mit Direktantrieb über stufenlose EC-Motoren
- Schalldämpfer druck- und saugseitig im Kanalsystem
- Wärmerückgewinnungssystem (Gegenstromtauscher)
- Sommerbypass Wärmerückgewinnung
- Luftfilter in Abluft (F5) und Außenluft (F7)
- Lufterhitzer bzw. Luftkühler je nach Anforderung
- Verschlussklappen Außen-/Fortluft
- Unterlagen (Schallschutz) aus Schalldämmunterlagen
- Vereisungsschutz über elektrisches Vorheizelement
- Zulufttemperaturerhöhung über elektrisches Nachheizelement

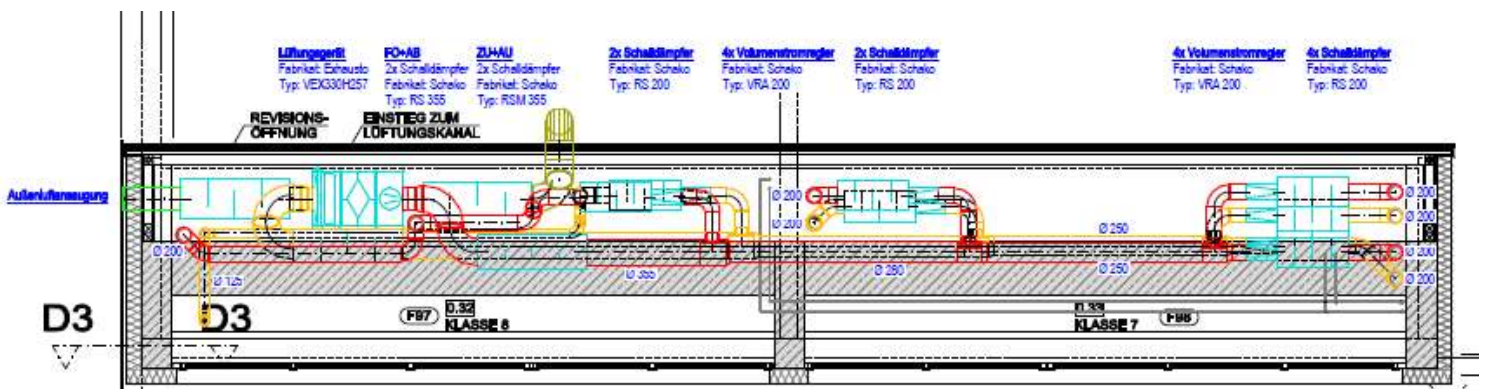


### 3.3. Luftverteilung / Dämmung / Brandschutz

Die Luftführung wird mit Wendelfalzrohren, Formstücke und Befestigungsmaterial aus verzinktem Blech ausgeführt.

Alle Kanäle in den Dachaufbauten werden gegen Wärmeverlust und Tauwasseranfall gedämmt.

- Die Fort- bzw. Außenluftansaugung geschieht über Rundrohre mit eingebautem Kleintierschutz direkt durch die Dachaufbauten
- Die Zu- und Abluftleitungen werden in den Dachaufbauten verzogen
- Jeder Bereich erhält Volumenstromregler mit nachgeschalteten Schalldämpfern
- Die Lüftungsleitungen werden mittels Kernlochbohrungen im Dach in die darunter liegenden Bereiche geführt
- Die Zuluftverrohrung in den Räumen erfolgt über sichtbare verzinkte Wendelfalzrohre, in welche Zuluftgitter eingebaut sind. Die Absaugung der Raumluft erfolgt über einen Ablufteinlass an einer Stelle im Raum
- Bei der Durchdringung von F30-F90-Wänden werden Brandschutzklappen gemäß DIN 4102 vorgesehen. Zur Vermeidung von Feuer- und Rauchübertragung sind die Klappen mit Temperatursicherung und Stellmotor ausgestattet. Zur Entlüftung des Putzraumes und des Hausmeisterraumes werden Brandschutzventile mit Kaltrauchsperrn verwendet.
- In Nebenräumen wie z.B. Kopierraum, Lehrmittelraum sowie in den WC-Anlagen wird lediglich Luft abgesaugt. Die Luft strömt in diesen Räumen über Undichtigkeiten bzw. über Türeinbaugitter nach. Die gleiche Zuluftmenge wird über Luftauslässe in den Fluren bzw. in der Pausenhalle einblasen.



### 3.4. MSR – Anlage

Für das Projekt ist die notwendige Automationsstation eingeplant. Die Feldgeräte sind zum Teil in den Lüftungsgeräten integriert. Die Anlage wird auf die bereits vorhandene Gebäudeleitzentrale zur Visualisierung und Überwachung aufgeschaltet.

Die Anlage beinhaltet folgende Funktionen:

- Betriebsarten
  - Notbetrieb / Handbetrieb
  - Automatikbetrieb  
Die Lüftungsanlage wird über Nutzzeit freigegeben und über die in den Räumen befindlichen Fernbedienungen eingeschaltet
  - Betrieb über die Gebäudeleittechnik (GLT)
- Anlagenschaltbefehle AUS / AUTO / EIN.
- Verriegelnde Anlagenabschaltung
  - Frostschutz
  - fehlende Betriebsmeldungen bei Stellbefehlen
- Nicht verriegelnde Anlagenabschaltung
  - Unterbruch oder Kurzschluss Zuluft-Temperaturfühler
  - Reparaturschalter Zuluft- und Abluftventilator
  - Meldung extern, z.B. Brandschutzklappe
- Wiederkehr bei Spannungsausfall
- Überwachungen
  - Filterüberwachung
  - Vereisungsschutz WRG
  - Luftstromüberwachung
  - Brandschutz / Rauchmelder
- Regelungsfunktionen
  - Temperatur  
Die Zulufttemperaturregelung erfolgt über die DDC-Anlage mit Verknüpfung zu den Einzelraumregelungen
  - Luftmengenregelungen  
Die Luftmenge der einzelnen Bereiche wird durch ein Zeitprogramm und die Erfassung der Raumbelagungen gesteuert. Durch die eingebauten Volumenstromregler mit Grund- und Bedarfsluftmenge variieren die zu fördernden Luftmengen. Der Differenzdruck im Zu- und Abluftsystem wird mittels Drucktransmitter und Drehzahl Anpassung der Ventilatoren konstant gehalten.