EVERSMANN beratende Ingenieure

Inhalt:

Lüftung von Schulen

- Entwicklung der Dichtheit von Gebäudehüllen
- Raumluftqualität
- Leistungsfähigkeit
- Systeme der Luftverteilung

- Machbarkeitsstudie

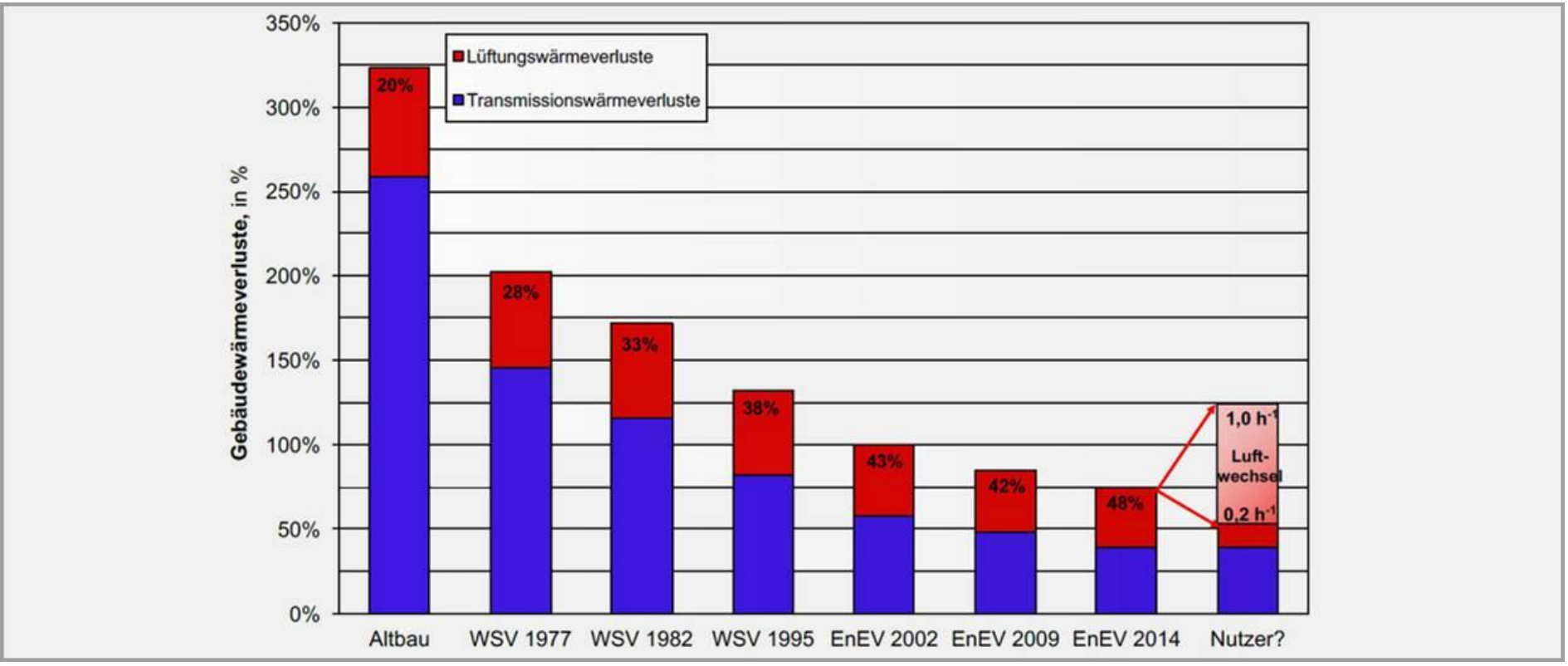
Innenansicht der Freilandversuchseinrichtung am Fraunhofer IBP Holzkirchen mit Dummies, die sowohl Wärme als auch CO2 emittieren
© Fraunhofer IBP

EVERSMANN beratende Ingenieure

Entwicklung der Dichtheit von Gebäudehüllen

EVERSMANN beratende Ingenieure

Entwicklung der Dichtheit von Gebäudehüllen



EVERSMANN beratende Ingenieure

Entwicklung der Dichtheit von Gebäudehüllen

EVERSMANN beratende Ingenieure

Raumluftqualität

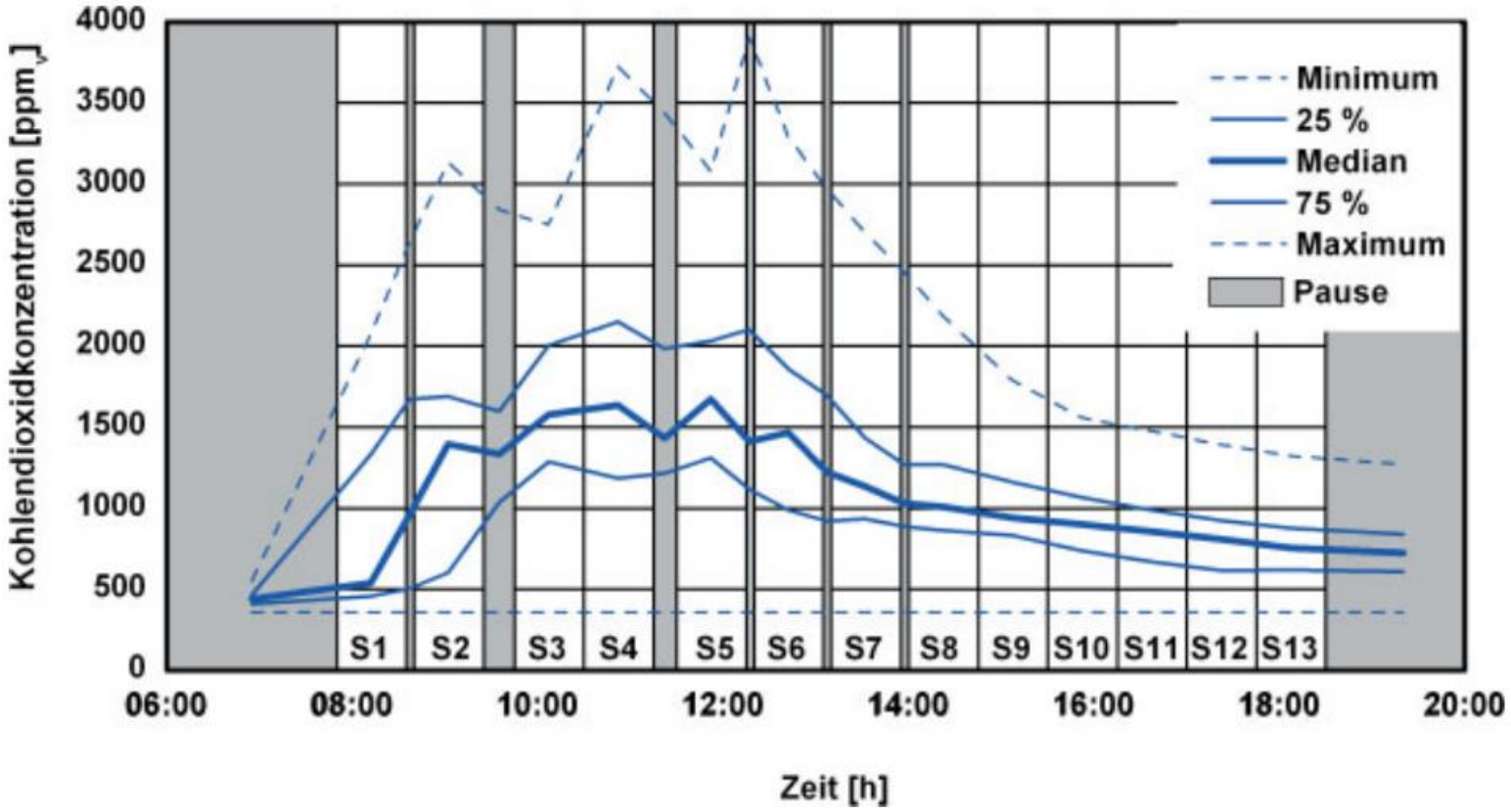
- Seit 150 Jahren gilt die Konzentration von Kohlendioxid in der Raumluft als Indikator für die Luftqualität in Räumen (Pettenkoferzahl).
- Der Mensch erzeugt beim Ausatmen CO2 und ist somit selbst eine Quelle für eine erhöhte CO2-Konzentration in der Raumluft.
- Die ausgeatmete Luft enthält etwa eine CO2-Konzentration von 40.000 ppm.
- Messungen in fensterbelüfteten Klassenzimmern zeigen, dass die Co^2- Konzentration im Winter auf Werte über 3.000 ppm ansteigen können.

CO^2-Konzentration	Hygienische Bewertung	Empfehlung
< 1.000 ppm	Hygienisch unbedenklich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich.
1.000-2.000 ppm	Hygienisch auffällig	Lüftungsmaßnahmen intensivieren, Lüftungsverhalten überprüfen und verbessern
> 2.000 ppm	Hygienisch inakzeptabel	Belüftbarkeit des Raumes prüfen, weitergehende Maßnahmen prüfen

EVERSMANN beratende Ingenieure

Raumluftqualität

- Typische CO^2-Konzentration in einem Klassenzimmern, gemittelt aus Werten der Monate Januar und Februar.

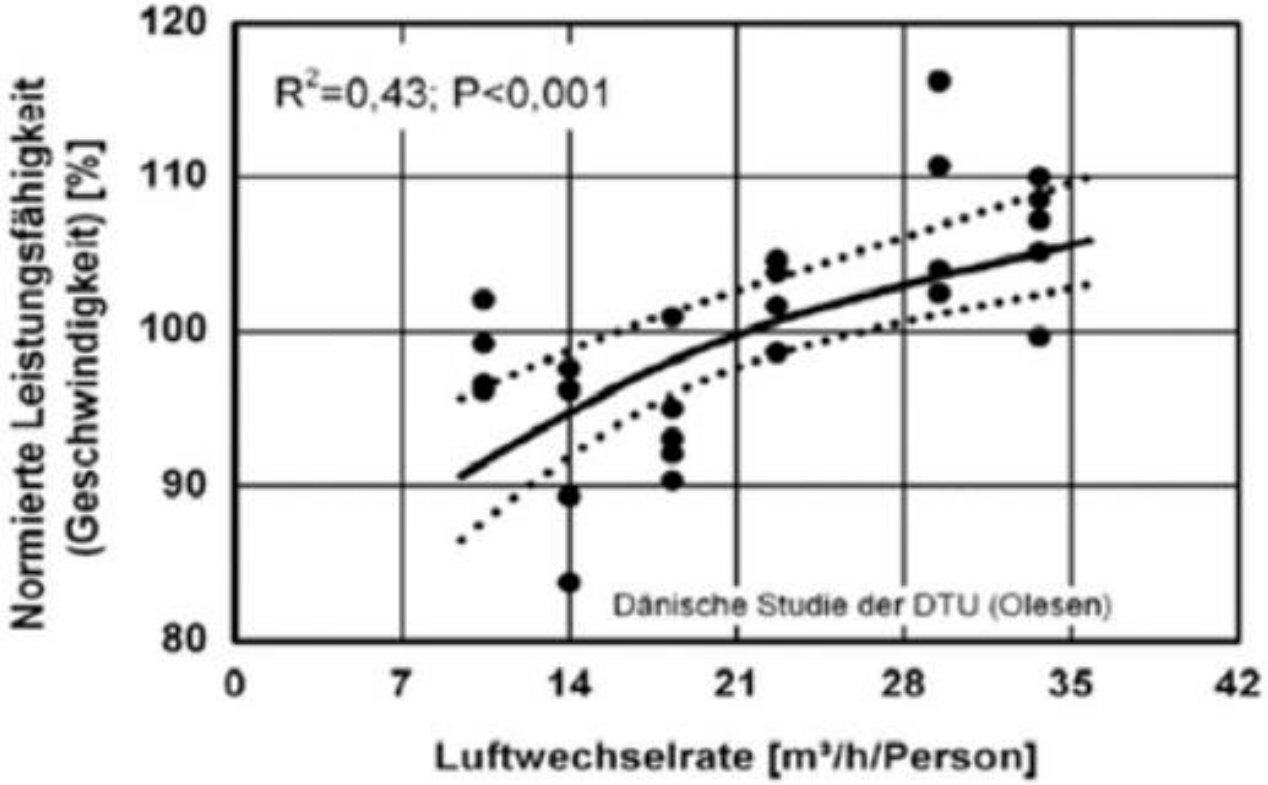


EVERSMANN beratende Ingenieure

Leistungsfähigkeit

- Forschungsergebnisse zeigen einen signifikanten Einfluss des Außenvolumenstromes auf die Leistungsfähigkeit von Schülern

(Quelle: https://orbit.dtu.dk/en/persons/bjarne-w-olesen/publications/)



EVERSMANN beratende Ingenieure

Raumluftqualität

Mit einem hohen Luftwechsel können sowohl niedrige CO2-Konzentrationen als auch niedrige Aerosolkonzentration erreicht werden. Je niedriger die Aerosolkonzentration, umso niedriger ist auch die Dosis an Aerosolen, die eine im Raum befindliche Person einatmet und daher auch das Infektionsrisiko.

Quelle: TU BERLIN – Studie zu Risikobewertung von virenbeladenen Aerosolen anhand der CO2-Konzentration – Seite 7

Forscher der TU Berlin empfehlen Schulen und Büros CO2-Ampeln, um die Aerosolkonzentration messen zu können.

Quelle: FAZ vom 23.07.2020

EVERSMANN beratende Ingenieure

Raumluftqualität

MAICO

Freie oder mechanische Lüftung in Schulen?

- „Wir stehen heute zweifelsohne vor einem gewissen Paradigmenwechsel im Denken und im Handeln."
- „Die aktuelle Situation in vielen Schulen zeigt, dass allein mit Aufforderungen zum regelmäßigen und intensiven Lüften das CO_2-Problem vielerorts nicht mehr in den Griff zu bekommen ist."
- „Lüftungstechnische Maßnahmen werden dann unerläßlich, um eine nutzerunabhängige und dauerhafte Luftgüte mit geringer CO_2-Konzentration zu erreichen."

Quelle: Leitfaden für die Innenraumhygiene in Schulgebäuden, Umweltbundesamt Berlin, 2008

ebök

Quelle/Referent: Matthias Laidig, Ing.-Büro ebök Tübingen Juli 2011

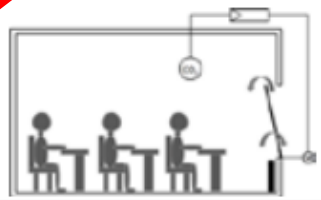
EVERSMANN beratende Ingenieure

Systeme

Fensterlüftung

Vorteile:
- Gering Investiv
- Nicht technisch, nur organistorisch

Nachteile:
- Hohe Wärmeverluste
- Eingeschränkte Behaglichkeit (Zugerscheinungen)
- Ständige Unterrichts-unterbrechungen für Fensterfüftung

Systeme Beispiel für einen Schulraum mit 60 m² Grundfläche und für 30 Schüler	**Fensterlüftung**	
Konzept, Gerätetyp	Lüftungsplan Lüftungsampel	geregelte, motorisch unterstützte Fensterlüftung
Schema		
Beschreibung	Einseitige, freie Lüftung über Fenster, Schachtlüftung, belegungsabhängigen Lüftungsplan erstellen. CO_2- oder andere geeignete Luftqualitätssensoren melden in den Klassenzimmern schlechte Luftqualität.	CO_2- oder andere geeignete Luftqualitätssensoren regeln die Luftqualität über motorisch verstellbare Fenster und Oberlichter.
Außenluftvolumenstrom pro Fenster und pro Gerät, Geräteanzahl pro Raum	Kippstellung für Dauerlüftung: 50–150 m³/h, Schwenkstellung für Stoßlüftung: 200–800 m³/h	Kippstellung: 200–400 m³/h, 2–3 Fensterstellantriebe pro Raum
Brandschutz	Brandschutzklappen bei Überströmung in notwendige Flure, Schächte als Brandabschnitt	Brandschutzklappen bei Überströmung in notwendige Flure, Schächte als Brandabschnitt

Unzureichend

EVERSMANN beratende Ingenieure

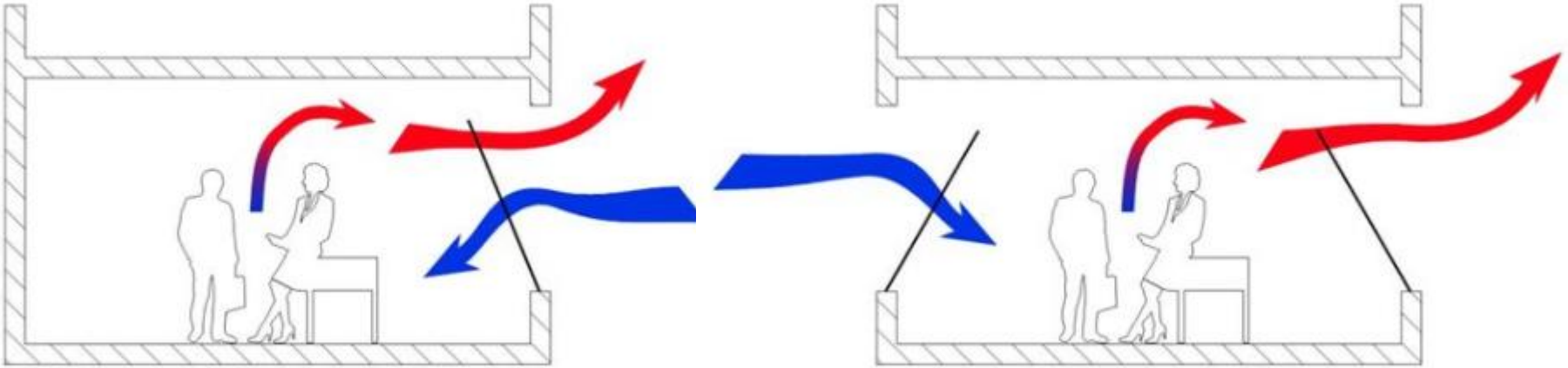
ASR A3.6 Lüftungsnachweis

System 1

Einseitige Lüftung
Max. Raumtiefe = 2,5 x Raumhöhe
Öffnungsfläche = min. 1,05
(m^2/10m^2 Grundfläche)

System 2

Quer- Lüftung
Max. Raumtiefe = 5 x Raumhöhe
Öffnungsfläche = min. 0,6
(m^2/10m^2 Grundfläche)



Alle Angaben der Öffnungsflächen sind für die Lüftungsart des Stoßlüften angedacht!

- Unter Stoßlüften wird der kurzzeitige (ca. 3-10 Minuten), intensive Luftaustausch zur Beseitigung von Lasten aus Arbeitsräumen verstanden.
- Eine Stoßlüftung ist in regelmäßigen Abständen nach Bedarf durchzuführen.
  Als Anhaltswerte werden empfohlen: alle 60 min in Büroräumen und alle 20 min in Besprechungsräumen
- Die Mindestdauer der Stoßlüftung ist von Temperaturdifferenz zwischen innen und außen abhängig.

EVERSMANN beratende Ingenieure

Systeme

Abluftsysteme mit Nachströmung

Vorteile:
- Technisch, automatisch

Nachteile:
- Eingeschränkte Behaglichkeit
- Keine Wärmerückgewinnung

Abluftsysteme
geregelte Abluftsysteme
Abluftsysteme mit Luftvolumenstromregelung nach einer geeigneten Führungsgröße in Verbindung mit motorisch verstellbaren Nach- bzw. Überströmöffnungen; bei Nachheizung ist wirksame Rückströmsperre erforderlich.
200–600 m³/h, 1–3 Überströmöffnungen pro Raum
Brandschutzklappen in Abluftleitung, Technikraum u. Vertikalschächte als Brandabschnitt

Unzureichend

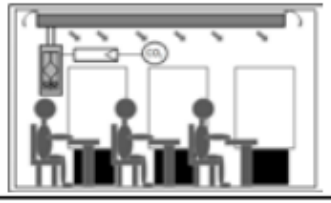
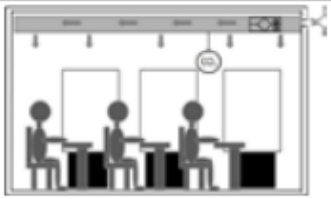
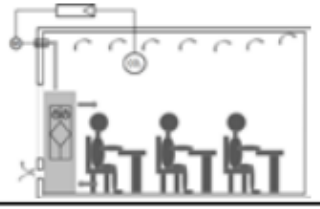
EVERSMANN beratende Ingenieure

Systeme

dezentrale, raumweise Lüftungssysteme

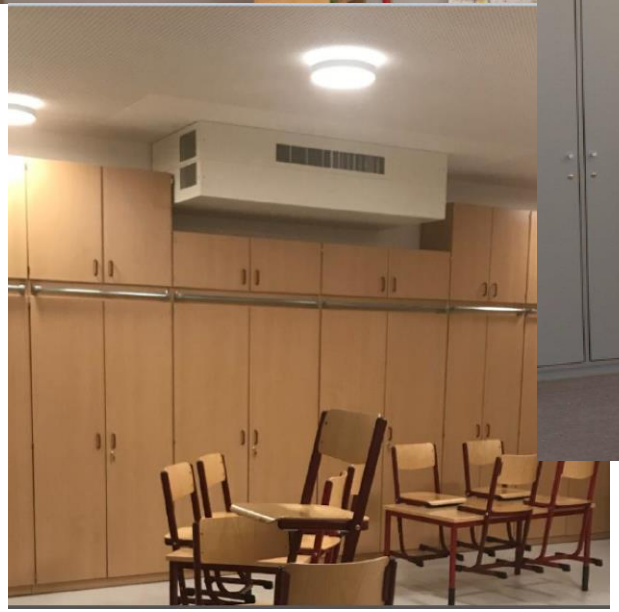
Vorteile:
- Automatisch, mit WRG, an jede Raumsituation individuell angepasst,
- Geringer baulicher Aufwand (keine Luftkanalführung durch Fremd- und Nebenräume)
- Kein Platzbedarf für Zentralgerät erforderlich (Keller, Dach, Außenfläche)

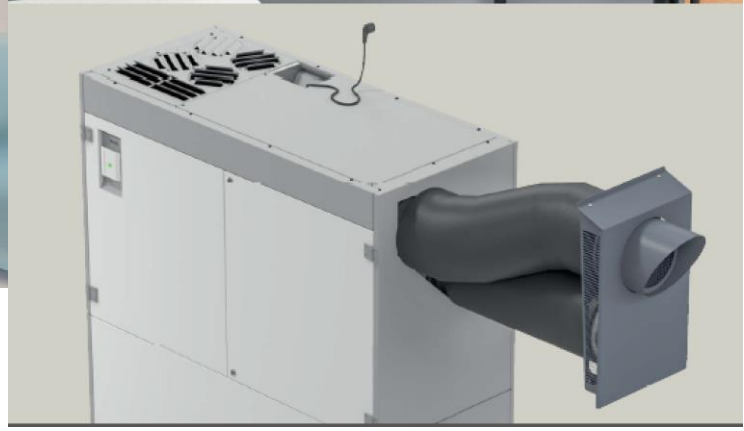
Nachteile:
- Je Klassenraum einmal Fassadendurchdringung für Außen-/ und Fortluft
- Wartungstätigkeit und –aufwand in jedem Klassenraum

dezentrale, raumweise Lüftungssysteme mit Zu- und Abluftventilator und mit Wärmerückgewinnung		
ein Lüftungsgerät pro Raum		
Wandgeräte	Deckengeräte	Standgeräte
		
Ein Lüftungsgerät als Wandgerät belüftet den Raum über ein kurzes Luftleitungssystem. Die Zuluftversorgung ist besonders gleichmäßig und zugfrei möglich. Vergleichbar mit einem zentralen Lüftungssystem.	Diese Geräte sind vergleichbar mit den Wandgeräten. Die Luftaufbereitung, Schalldämpfung und Luftverteilung kann in einem Deckenabsatz untergebracht oder in Sichtmontage ausgeführt werden.	Luftaufbereitung und Verteilung sind in einem kompakten Standgerät untergebracht.
500–900 m³/h, 1 Gerät pro Raum	500–900 m³/h, 1 Gerät pro Raum	600–1.000 m³/h, 1 Gerät pro Raum
selbsttätig schließende Klappe(n) für Fort- u. Außenluft	selbsttätig schließende Klappe(n) für Fort- u. Außenluft	selbsttätig schließende Klappe(n) für Fort- u. Außenluft

Lüftung von Schulen

EVERSMANN beratende Ingenieure





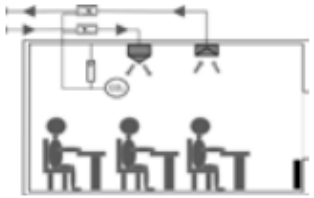
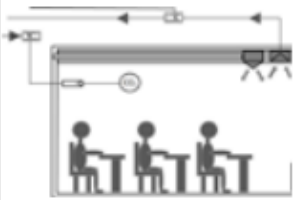
EVERSMANN beratende Ingenieure

Systeme

Zentrale Lüftungssysteme

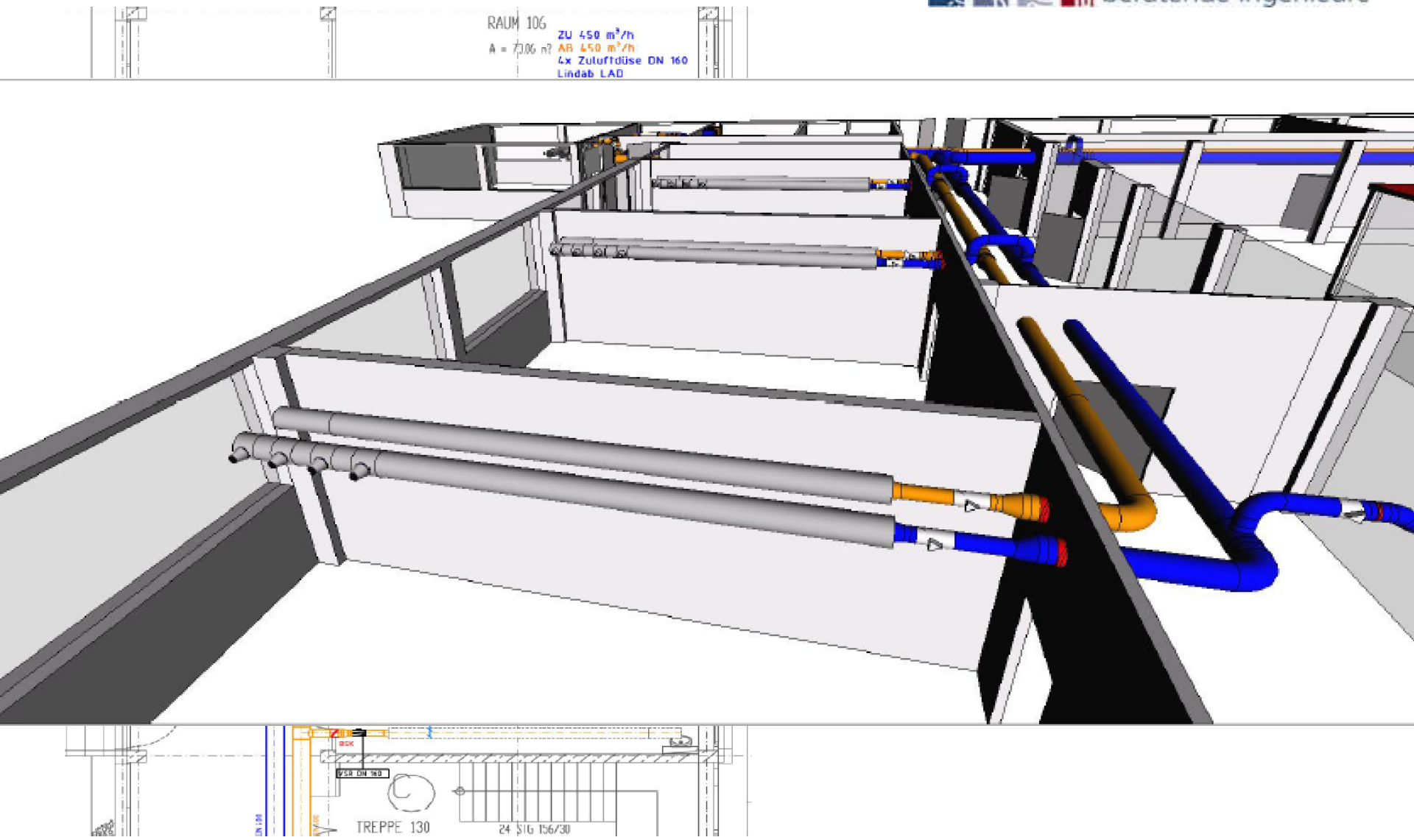
Vorteile:
- Wartung- nur an einem Zentralgerät
- Aktive Nachtkühlung möglich
- Energieersparnis durch Wärmerückgewinnung

Nachteile:
- Platzbedarf für Zentralgerät erforderlich (Keller, Dach, Außenfläche)
- Hoher baulicher Aufwand (Luftkanalführung durch Fremd- und Nebenräume bis zum Zentralgerät)

(semi-) zentrale Lüftungssysteme	
ein Lüftungsgerät für mehrere Räume	Betonkerntemperierung mit Zuluft
Lüftungsgerät Innen-/Außengerät (Dachzentrale)	Lüftungsanlage mit in die Betondecke integrierten Rippenrohren
	
Ein Lüftungsgerät versorgt mehrere Klassenzimmer mit zentral aufbereiteter Außenluft. Luftleitungssystem erforderlich.	Je nach Erfordernis sind in den Decken der Klassenräume Aluminiumrippenrohre integriert, durch die die Zuluft in den Raum gelangt. Die freie Kühlung kann über weite Zeiträume des Jahres zum Kühlen der Räume kostenlos genutzt werden.
1.200–12.000 m³/h, 1 Gerät für 2–20 Räume	1.200–12.000 m³/h, 1 Gerät für 2–20 Räume
Brandschutzklappen in Luftleitung, Technikraum u. Vertikalschächte als Brandabschnitte	Brandschutzklappen bei Durchtritt in anderen Brandabschnitt

Lüftung von Schulen

EVERSMANN beratende Ingenieure



EVERSMANN beratende Ingenieure

Was die TGA-Branche seit Jahrzehnten fordert, nimmt endlich Fahrt auf: die Ausstattung von Schulen mit Lüftungstechnik für eine saubere, sichere und leistungsfördernde Atmosphäre zum Lernen.

Beflügelt durch ein Förderprogramm des Bundeamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), in welchem nun auch „der Neueinbau stationärer RLT-Anlagen“ in Bestandsgebäuden berücksichtigt wird.

EVERSMANN beratende Ingenieure

Machbarkeitsstudie

Vollständige maschinelle Lüftung von Klassenräumen und den dazugehörigen Nebenräumen

Das Ingenieurbüro Eversmann – beratende Ingenieure wurde durch den Bauherrn (Stadt Rheine) beauftragt eine Machbarkeitsstudie durchzuführen.

Ziel der Machbarkeitsstudie war die Überprüfung der Umsetzbarkeit einer vollständigen maschinellen Lüftung in Klassenräumen.

Untersucht wurden hier die Projekte **Canisiusschule** und **Michaelschule**.

EVERSMANN beratende Ingenieure

Machbarkeitsstudie

Vollständige maschinelle Lüftung von Klassenräumen und den dazugehörigen Nebenräumen

Als Vorleistung sind die notwendigen zu be- und entlüftenden Räume ermittelt und mit den notwendigen Luftmengen beaufschlagt worden.

Aus den einzubringenden Luftmengen resultieren die Anzahl und Größe der Luftein- und –auslässe sowie die zugehörigen Trassen und Größen der Lüftungskanäle bis hin zum Zentrallüftungsgerät.

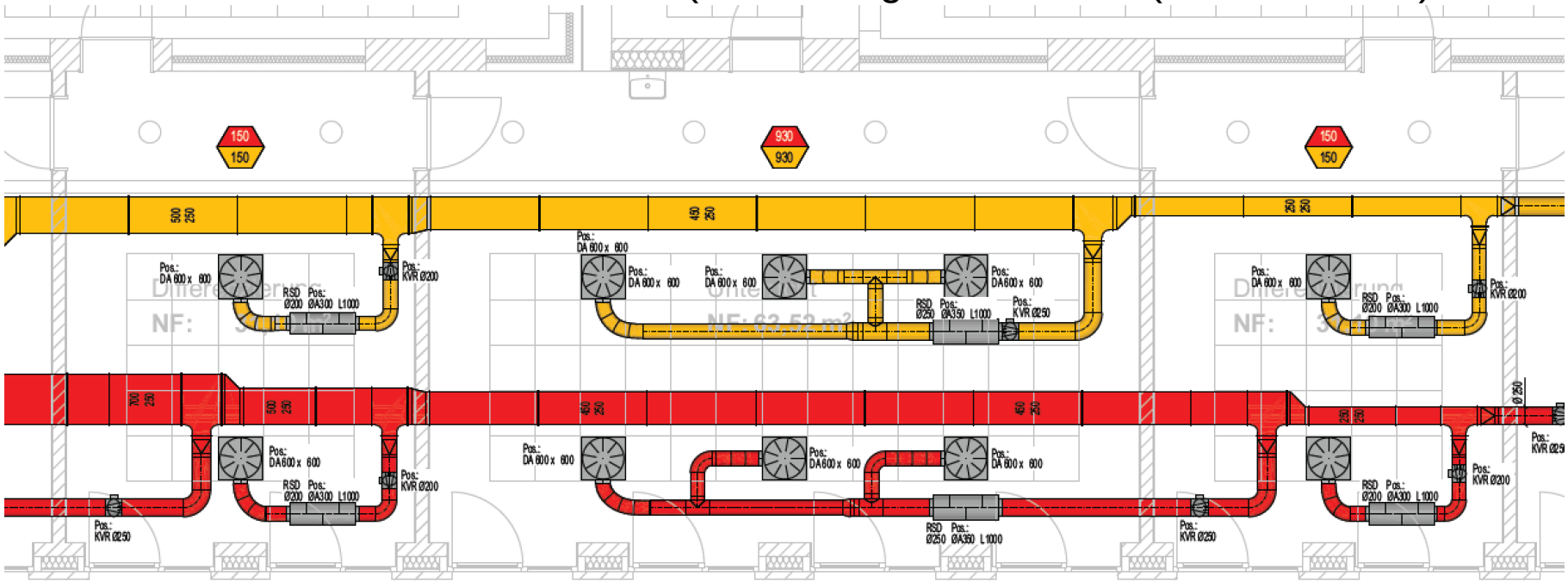
Um die Machbarkeit bezüglich der Unterbringung des Kanalnetzes nachzuweisen, wurden die Kanäle in 3D mit realen Maßen vordimensioniert und eingezeichnet. (Beispiele siehe nachfolgende Planausschnitte)

EVERSMANN beratende Ingenieure

Machbarkeitsstudie (Canisiusschule)

Vollständige maschinelle Lüftung von Klassenräumen und den dazugehörigen Nebenräumen

Die Luftmengenberechnung ergibt
3.300 m³/h (Aufstellung Keller) und 9.000 m³/h
(Aufstellung Dachboden. (= 12.300 m³/h)

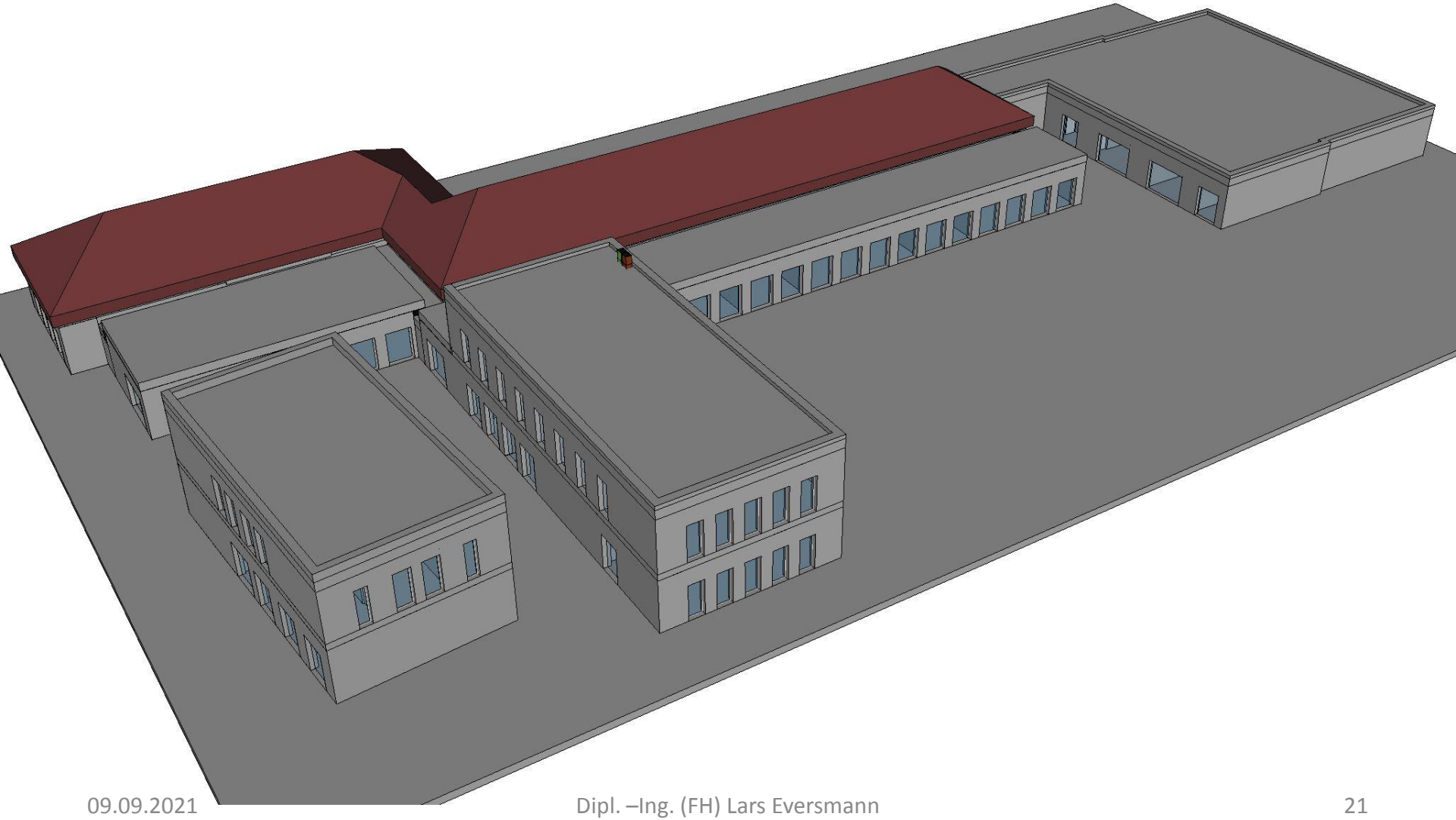


Planausschnitt Canisiusschule

EVERSMANN beratende Ingenieure

Machbarkeitsstudie (Canisiusschule)

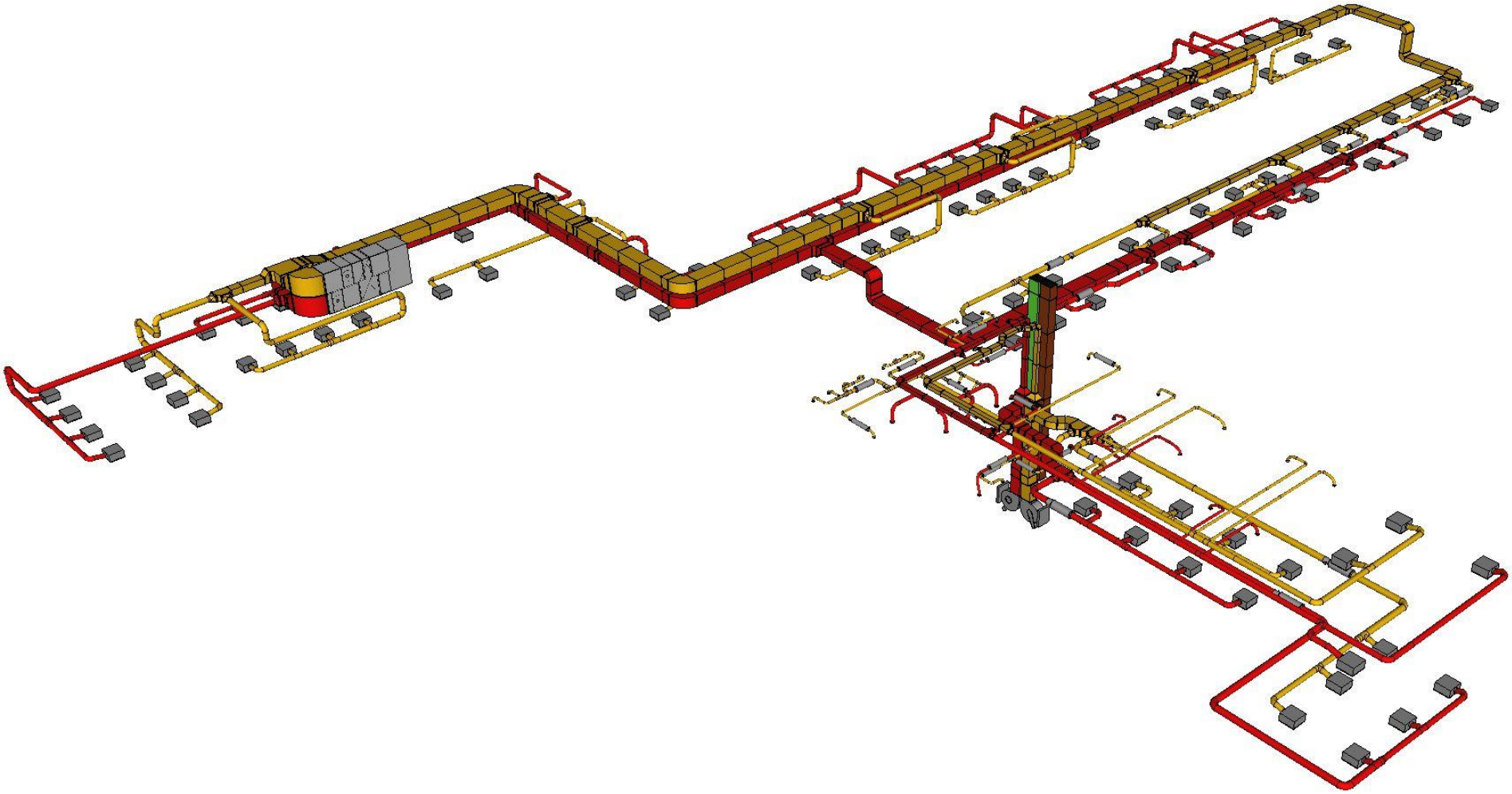
Vollständige maschinelle Lüftung von Klassenräumen und den dazugehörigen Nebenräumen



EVERSMANN beratende Ingenieure

Machbarkeitsstudie (Canisiusschule)

Vollständige maschinelle Lüftung von Klassenräumen und den dazugehörigen Nebenräumen



EVERSMANN beratende Ingenieure

Machbarkeitsstudie (Michaelschule)

Vollständige maschinelle Lüftung von Klassenräumen und den dazugehörigen Nebenräumen

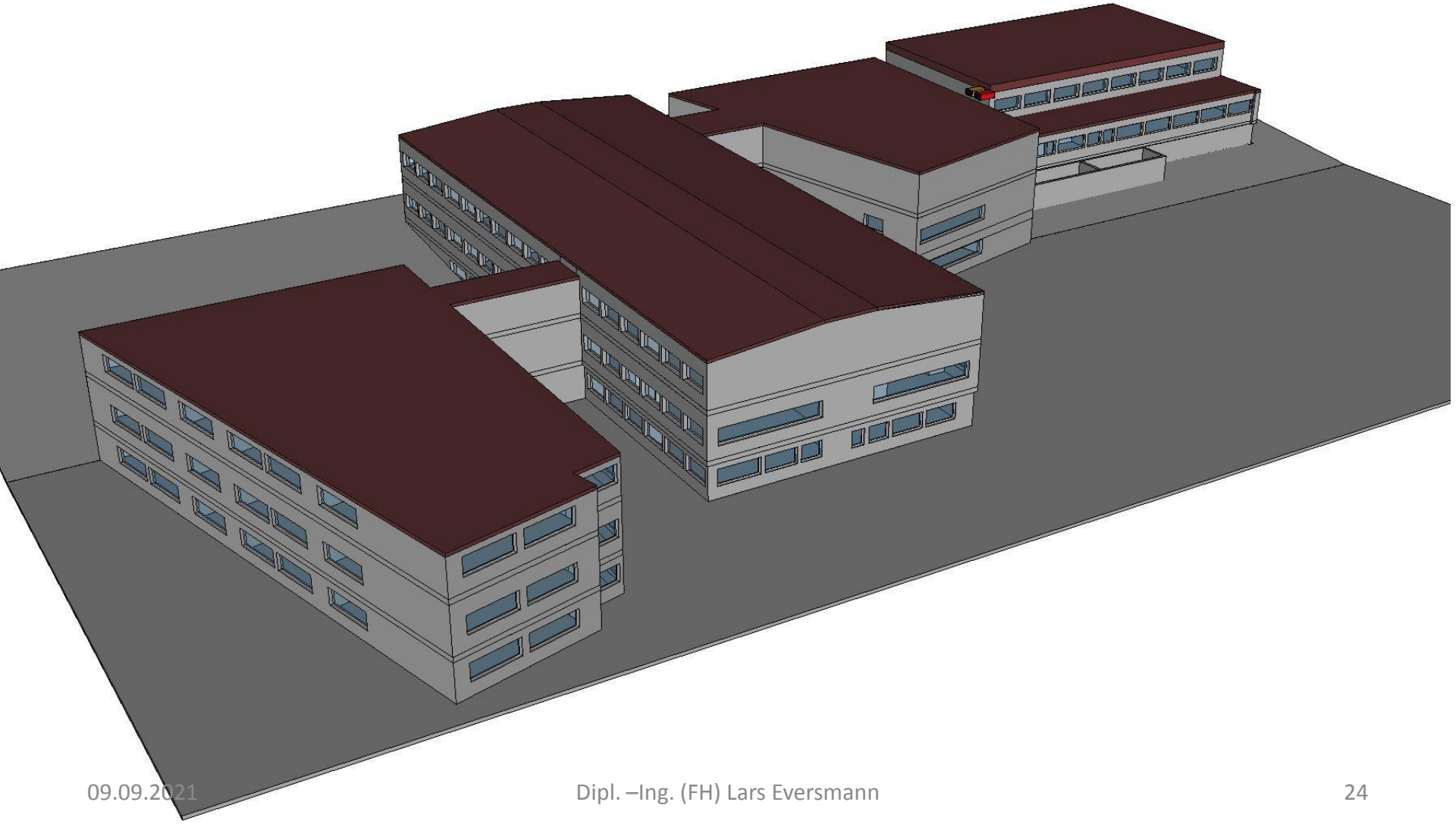
Planausschnitt Michaelschule

Die Luftmengenberechnung ergibt für den Westflügel und den Bestand einen Gesamtvolumenstrom von jeweils ca. 16.000 m³/h. (= 32.000 m³/h)

EVERSMANN beratende Ingenieure

Machbarkeitsstudie (Michaelschule)

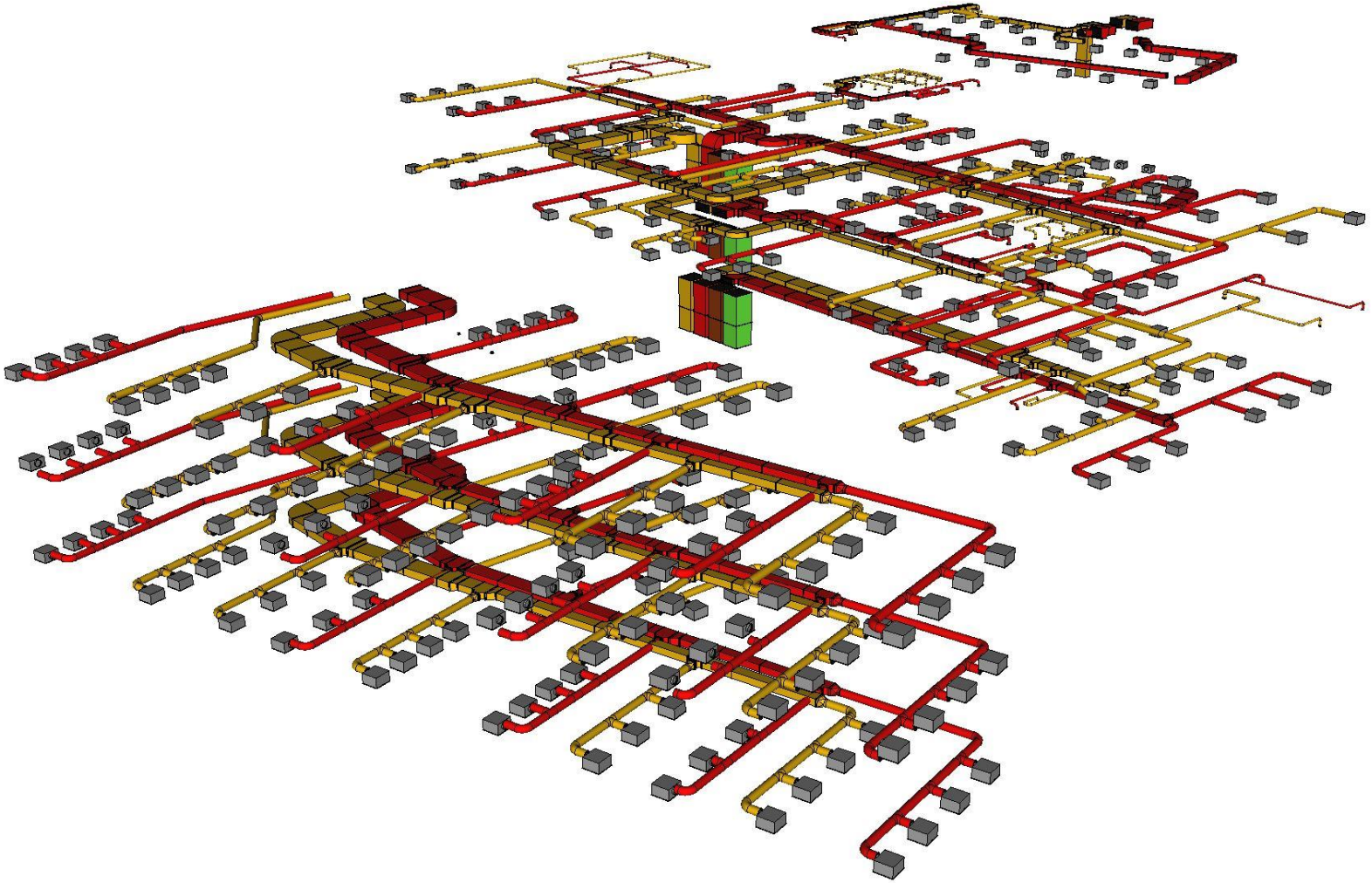
Vollständige maschinelle Lüftung von Klassenräumen und den dazugehörigen Nebenräumen



EVERSMANN beratende Ingenieure

Machbarkeitsstudie (Michaelschule)

Vollständige maschinelle Lüftung von Klassenräumen und den dazugehörigen Nebenräumen



EVERSMANN beratende Ingenieure

Machbarkeitsstudie (Canisiusschule)

Vollständige maschinelle Lüftung von Klassenräumen und den dazugehörigen Nebenräumen

Zentrale Lüftung

	Anzahl	Einheit	EP	GP
RLT-Gerät	1	St	40.000 €	40.000 €
RLT-Gerät	1	St	20.000 €	20.000 €
Kanal	350	m²	80 €	28.000 €
Formteile	260	m²	90 €	23.400 €
Wickelfalzrohr	400	m	30 €	12.000 €
Brandschutzklappen	12	St	1.300 €	15.600 €
Volumenstromregler	29	St	400 €	11.600 €
Schalldämpfer	29	St	150 €	4.350 €
Drallauslässe	98	St	400 €	39.200 €
Tellerventile	33	St	150 €	4.950 €
MSR	1	psch	35.000 €	35.000 €
			Summe netto	**234.100 €**
			MwSt	**44.479 €**
			Summe brutto	**278.579 €**

Dezentrale Lüftung

	Anzahl	Einheit	EP	GP
Geräte Klassen	10	St	14.000 €	140.000 €
Geräte Nebenräume	9	St	10.000 €	90.000 €
Geräte WC-Anlagen	2	St	10.000 €	20.000 €
Kernbohrungen	42	St	250 €	10.500 €
Gitter	42	St	150 €	6.300 €
zusätzliche Verkabelung	1	psch	3.000 €	3.000 €
			Summe netto	**269.800 €**
			MwSt	**51.262 €**
			Summe brutto	**321.062 €**

EVERSMANN beratende Ingenieure

Machbarkeitsstudie (Michaelschule)

Vollständige maschinelle Lüftung von Klassenräumen und den dazugehörigen Nebenräumen

Zentrale Lüftung für Westflügel und Bestandsbau

	Anzahl	Einheit	EP	GP
RLT-Gerät	2	St	60.000 €	120.000 €
Kanal	410	m²	80 €	32.800 €
Formteile	370	m²	90 €	33.300 €
Wickelfalzrohr	700	m	35 €	24.500 €
Brandschutzklappen	12	St	1.300 €	15.600 €
Volumenstromregler	84	St	400 €	33.600 €
Schalldämpfer	84	St	150 €	12.600 €
Drallauslässe	300	St	400 €	120.000 €
Tellerventile	20	St	150 €	3.000 €
MSR	1	psch	50.000 €	50.000 €
			Summe netto	**445.400 €**
			MwSt	**84.626 €**
			Summe brutto	**530.026 €**

Lüftung Mensa, Küche, Aula, Sporthalle

	Anzahl	Einheit	EP	GP
RLT-Gerät	1	St	50.000 €	50.000 €
RLT-Gerät Küche	1	St	80.000 €	80.000 €
Kanal	200	m²	80 €	16.000 €
Kanal, fettdicht	150	m²	100 €	15.000 €
Formteile	180	m²	90 €	16.200 €
Formteile, fettdicht	130	m²	110 €	14.300 €
Wickelfalzrohr	250	m	30 €	7.500 €
Brandschutzklappen	12	St	1.300 €	15.600 €
Volumenstromregler	32	St	400 €	12.800 €
Schalldämpfer	32	St	150 €	4.800 €
Drallauslässe	32	St	400 €	12.800 €
Tellerventile	20	St	150 €	3.000 €
MSR	1	psch	35.000 €	35.000 €
			Summe netto	**283.000 €**
			MwSt	**53.770 €**
			Summe brutto	**336.770 €**

Dezentrale Lüftung für Westflügel und Bestandsbau

	Anzahl	Einheit	EP	GP
Geräte Klassen	23	St	14.000 €	322.000 €
Geräte Nebenräume	21	St	10.000 €	210.000 €
Geräte WC-Anlagen	3	St	10.000 €	30.000 €
Kernbohrungen	92	St	250 €	23.000 €
Gitter	92	St	150 €	13.800 €
zusätzliche Verkabelung	1	psch	5.400 €	5.400 €
			Summe netto	**604.200 €**
			MwSt	**114.798 €**
			Summe brutto	**718.998 €**

Unser Fazit

1) Ein maschinelle, kontrollierte Be- und Entlüftung ist bei beiden Projekten sowohl mit einem dezentralen wie zentralen Lüftungssystem möglich.

2) Eine kontrollierte Be- und Entlüftung von Klassenräumen durch ein Lüftungssystem mit Wärmerückgewinnung ist unserer Meinung nach langfristig zielführend und nachhaltig.

3) Durch die maschinelle Be- und Entlüftung verbessert sich das Raumklima und die Aufenthaltsqualität sowie die Lufthygiene wird wesentlich erhöht.

4) Aufgrund des aktuellen BAFA Programms besteht möglicherweise Potential für eine 80% Förderung.

BAFA Förderung

Neueinbau stationärer RLT-Anlagen
Hier finden Sie Informationen zum erstmaligen Einbau (Neueinbau) von stationären RLT-Anlagen in Einrichtungen für Kinder unter 12 Jahren.

Seit dem 20. Oktober 2020 werden Maßnahmen an bestehenden stationären raumlufttechnischen Anlagen (RLT-Anlagen) in öffentlichen Gebäuden und Versammlungsstätten gefördert. Am 2. April 2021 ist die erste Novelle der Bundesförderung Corona-gerechte Um- und Aufrüstung von stationären raumlufttechnischen Anlagen in Kraft getreten.

Mit Wirkung zum 11. Juni 2021 wird das Förderprogramm für stationäre RLT-Anlagen um den **Neueinbau für RLT-Anlagen in Einrichtungen für Kinder unter 12 Jahren ausgeweitet**. Ab 11. Juni 2021 können entsprechende Anträge gestellt werden. Nachfolgend finden Sie alle notwendigen Informationen und einzureichenden Unterlagen.

Die Bundesförderung "Corona-gerechte stationäre raumlufttechnische (RLT-)Anlagen" dient dazu, Anreize für bestimmte Investitionen in RLT-Anlagen zu setzen, um das Infektionsrisiko in Räumlichkeiten mit besonders hoher Fluktuation zu senken. Mit dem bis Ende 2021 befristeten Förderprogramm möchte der Bund einen Beitrag zur aktuellen Pandemiebekämpfung leisten

Vielen Dank für Ihre Zeit und Aufmerksamkeit.