

Erläuterungen Konzerthaus Nürnberg, 2. Phase

Städtebau

Der Neubau des Konzerthauses in Nürnberg soll in unmittelbarer Nachbarschaft zur Meistersinger Halle neu errichtet werden. Das Baugebiet ist durch eine sehr heterogene Struktur mit großen, stark befahrenen Straßen und sehr heterogenen Stadtbausteinen geprägt. Als am ehesten prägendes Element ist der Luitpoldhain mit seinem teilweise schützenswerten Baumbestand, der sich bis hin zur Münchner Straße und Schultheißallee erstreckt, zu sehen.

Mit dem Bau des neuen Konzerthauses, dem Meistersinger Bau und dem Hotel entsteht ein Dreiklang, der gleichsam den nördlichen Abschluss des Parks formuliert. Dabei wird nicht versucht, durch Bildung von Raumkanten die städtebauliche Situation zu konterkarieren, sondern durch die Hinzufügung eines weiteren Solitärs ein freies Ensemble zu bilden, das in einer aufgelockerten landschaftlichen Struktur eingebettet ist. Insbesondere die Meistersingerhalle und das neue Konzerthaus sollen in Zukunft als Ensemble verstanden werden. Beide Bauten eint eine Struktur aus einem ca. acht Meter hohen Sockel aus dem der eigentliche Saal herausragt. Dabei entwickelt das neue Konzerthaus mit seiner prägnanten architektonischen Ausformulierung eine eindeutige Eigenständigkeit.

Eine Phalanx von Lichtstehlen an einem mit Natursteinplatten belegten Weg verbindet die Eingänge der beiden Konzerthäuser bis hin zu den Parkplätzen im Osten des Geländes. Eingerahmt von diesem Weg und den beiden Flachbauten entsteht eine Platzfläche, die Plaza, mit wassergebundener Decke, die für vielerlei Veranstaltungen genutzt werden kann. Die bestehenden Bäume werden weitgehend erhalten und da ergänzt, wo sie zur Raumbildung von Bedeutung sind.

Das Gebäude

Der neue Konzertsaal wird wie die Meistersinger Halle von Norden her erschlossen. Das Gebäude wird im Wesentlichen in zwei Elemente gegliedert. Diese sind ein in etwa acht Meter hoher, transparenter Sockel sowie der ca. 23 Meter hohe eigentliche Konzertsaal. In der Sockelzone sind im Erdgeschoss neben dem Eingangs - Foyer mit Kasse Cateringstationen sowie dem Übergang zur Meistersinger Halle die Funktionsbereiche für Künstler und Verwaltung angeordnet.

Eine separate Erschließung für Künstler und Verwaltung befindet sich an der Süd- bzw. Westseite des Komplexes. Zwischen großem Konzertsaal und dem Übergang zur MSH ist der kleine Saal angeordnet. Von hier aus kann sowohl der Chor die Bühne auf kurzen Wegen erreichen als auch kann der Saal den Besuchern für weitere Nutzungen zur Verfügung stehen. Durch seine schlichte Form entsteht bewusst keine Konkurrenz zum großen Saal. Die Stimmzimmer und die Zimmer für die Solisten sind so angeordnet, dass möglichst kurze Wege entstehen. Im Obergeschoss sind weitere Funktionsräume sowie der kleine Saal angeordnet. Dieser ist auch direkt vom Foyer aus über Treppen und Aufzug zu erreichen.

Im Untergeschoss sind neben den Garderoben und Toiletten für die Besucher weitere Funktionsbereiche geplant. Die Anlieferung für die Bühne, die ebenfalls auf diesem Niveau liegt, wird über eine Rampe ins UG, erreicht. So ist die An- und Ablieferung auf kurzem Wege zur Bühne zu jeder Zeit störungsfrei gewährleistet, ohne dass die Nachbarschaft nicht durch Lärm beeinträchtigt wird. Die Radien für die entsprechenden LKW sind vom Verkehrsplaner berechnet. Die unterirdische Anlieferung ist abgedeckelt.

Zwei Innenhöfe an der Ostseite sorgen für ausreichende Belichtung bis in das Untergeschoss. Der Saal selbst wird durch Schalen, die sowohl dem Inneren seinen Charakter geben als auch das Innere nach außen sichtbar machen, sowie durch eine „Box“, die durch diese Schalen gesteckt wird, gebildet. So stellt sich der Saal eindeutig und prägnant nach außen als Kernstück der Anlage da.

Erschlossen wird er über längs des Saals verlaufende Zugangszonen, die der Neigung des Saal-Parketts folgend, sich nach unten entwickeln. Besucher mit Behinderung erhalten barrierefreie Sitzplätze sowohl im hinteren Bereich als auch direkt an der Bühne und auf den Galerien, die teilweise unmittelbar von dem EG aus oder über Aufzüge erreicht werden können. Diese spannen sich im hinteren Teil des Saals als auch im näheren Bühnenbereich zwischen den Schalen, die so ausgebildet sind, dass sie sich der Bühne zuwenden.

Konstruktiv ist der Saal so ausgebildet, dass zwei voneinander getrennte Hüllen entstehen. So sind auch die Schalen an der Schnittstelle von äußerer und innerer Hülle getrennt. Während wir uns die Schalen aus einem festen Material vorstellen, sind die Zwischenwände, in denen auch die Zugänge über Schleusen integriert sind, aus Holz vorgesehen.

Konstruktion „Raum in Raum“

Äußerer Raum - Die tragende Konstruktion außerhalb des entkoppelten Konzertsaals ist in Stahlbeton vorgesehen und bildet eine Hülle um den inneren Raum.

Innerer Raum - Konstruktion des Konzertsaals. Der Boden des inneren Raumes wird als Stahlbetonbodenplatte ausgeführt. Um hier eine ausreichende Steifigkeit, auch für die Auflagerung über die schwingisolierenden Matten zu schaffen sind hier Rippen im Abstand der Schalen angeordnet. In der Bodenplatte des Gebäudes (äußerer Raum) sind Überzüge an identischer Stelle. Dazwischen befindet sich die Entkopplung. Bei Rippenabständen von ca. 7,5m sind Deckendicken von ca. 28cm vorgesehen, um eine ausreichende Steifigkeit auch bei dynamischen Lasten sicherzustellen.

Schalen - Die äußeren Schalenteile sehen wir als Ortbetonteile mit Sichtbetonqualität. Im Übergang von innen nach außen (Decke über 1.OG) ist auf der Außenseite (oberhalb des Daches) eine Flankendämmung anzuordnen. Die Betonbauteile oberhalb des Saales könnten als Fertigteilelemente ausgeführt werden. Fugen wären hier auch aus Gründen der thermischen Ausdehnung sinnvoll.

Brandschutz

Brandabschnitte - Das ganze Gebäude wird als ein Brandabschnitt bewertet. Eine Trennung vom Publikumsbereich zum Personalbereich durch F90 wird vorgesehen. Durch die Treppenträume werden die Abschnitte zum Foyer getrennt hier ist F30 ausreichend. Der Personal + Künstlerbereich wird in kleinere Brandbekämpfungsabschnitte unterteilt.

Materialität – Die tragende Konstruktion wird in Stahlbeton und die Fassaden als Glasfassade ausgeführt. Die Treppenanlagen werden ebenso in Stahlbeton ausgeführt. Eine Verwendung von Holzvertäfelung auf einer nichtbrennbaren Trägerplatte im Saal darf keine Brandlast darstellen.

Fluchtwege - Die großen Treppen an den Längsseiten des Saals dienen als Hauptrettungswege für das Publikum. Als zweiter Rettungsweg für den Bereich der Emporen und den kleinen Saal im Erdgeschoss und auch für das Personal dienen drei weitere Treppenträume. Publikums- und Bühnen-/Verwaltungsbereich werden brandschutztechnisch getrennt. Die Rettungswegbreiten sind für 1.500 Personen ausreichend dimensioniert. Die Fluchtwege aus den Treppenhäusern für das Publikum (1500 Personen) werden mit 9m Breite bemessen. Hier rechts und links je 4,50m.

Bauphysik – Bauakustik

Saal-Grundform

Als Ausgangsform für die Gestaltung der Saal-Geometrie wird die klassische Schuhkarton-Form gewählt. Diese bewährte Grundform, die bei vielen Konzertsälen auf Weltklasse-Niveau wiederzufinden ist, bietet aus akustischer Sicht den Vorteil, dass durch die annähernd parallel verlaufenden, großflächigen Seitenwände viel Schallenergie als seitliche Reflexionen ins Publikum gelenkt werden kann. Speziell diese seitlichen Reflexionen sind wesentlich für den beim Zuhörer entstehenden Räumlichkeitseindruck und das Gefühl, vom Klang förmlich „eingehüllt“ zu werden.

Die Innenraumgestaltung greift das architektonische Konzept des Gebäudes auf, welches sich aus mehreren als Ausschnitt einer Kugeloberfläche ausgebildeten Scheiben ergibt. Im Bereich der Saalrückwand entsteht daraus ein konvexer Verlauf der Wandfläche und damit eine äußerst positive schallstreuende Wirkung dieser Fläche. An der gegenüberliegenden Seite des Saals, der Bühnen- bzw. Chorpodest-Rückwand, ergibt sich ein konkaver Verlauf der Wandfläche. Um an dieser Stelle keine ungünstigen Fokussierungen der Schallenergie zu erhalten, wird diese Fläche durch geometrische Strukturierung stark Schall streuend ausgelegt. Die Rückwand des Orchesterpodiums wird als Polygon aus einzelnen konvex geformten

Elementen erstellt, was für eine sehr gleichmäßige Schallverteilung und gutes Gegenseitiges Hören im Orchester sorgt. Aus dem o.g. gestalterischen Konzept resultieren weiterhin senkrecht zum Verlauf der Seitenwände und der Decke stehende, in den Raum zeigende Teilflächen der „Scheiben“. Diese Flächen werden mit Öffnungen in unterschiedlichen Größen ausgeführt, um eine akustische Transparenz und schallstreuende Wirkung zu erreichen. In den Rängen bilden diese Scheiben-Teilflächen einzelne Logen aus, auf dem Parkett wird der geometrische Verlauf als Säule weitergeführt, um eine ungehinderte Schallweiterleitung über die Seitenwände zu erzielen und einen hohen Seitenschallgrad zu erreichen.

Für das gegenseitige Hören der Musiker sind zum einen die von den Umfassungswänden des Orchesterpodiums erzeugten Reflexionen für eine gleichmäßige Schallverteilung entscheidend, darüber hinaus werden über dem Podium in der Höhe verfahrbare Deckensegel vorgesehen, die durch entsprechende Reflexionen das gegenseitige Hören unterstützen. Der Einsatz einzelner getrennter Segel wird dabei einer Lösung mit einem großen, geschlossenen Segel vorgezogen, um sowohl auf dem Podium als auch im Parkett einen möglichst homogenen akustischen Eindruck zu erreichen. Die Deckensegel werden leicht gewölbt ausgeführt, um eine leichte Schallstreuung zu erzielen.

Die Saaldecke wird zur gezielten Lenkung der Deckenreflexionen für eine gleichmäßige Schallverteilung in Segmente mit unterschiedlicher Steigung unterteilt. Die Winkel der einzelnen Segmente sind so eingestellt, dass die hinteren Reihen und die Empore Unterstützung durch zusätzliche Reflexionen aus der Medianebene erfahren. Auf diese Weise wird auch auf den weiter entfernten Sitzplätzen ein hohes Klarheitsmaß erreicht.

Hinsichtlich der Anordnung der Zuhörerplätze im Parkett ist aus akustischer Sicht das Ziel, eine optimale Mischung aus Klarheit, Durchsichtigkeit, starkem Räumlichkeitseindruck und Umhüllung zu schaffen. Aus diesem Grund wird ein moderater Sitzreihenanstieg von ca. 7° ab der sechsten Reihe, sowie von ca. 14° ab der 20. Reihe gewählt. Auf diese Weise wird eine gute Direktschallversorgung aller Plätze garantiert, ohne dabei jedoch die Gewichtung zu stark in Richtung des Direktschalls zu verschieben, und ohne die Schallabsorption des Publikums zu stark zu erhöhen.

Raumvolumen und Nachhallzeit

Das akustisch wirksame Raumvolumen des großen Saals beträgt im vorliegenden Entwurf rund 19.500 m³. Ausgehend von den – insb. durch die geringe Stuhlbreite – sehr kompakt gehaltenen Zuhörerflächen für 1500 Personen, der Anzahl von ca. 100 – 110 Orchestermusikern, der 120 Chorplätze, sowie unter Berücksichtigung weiterer „unvermeidbarer“ Schallabsorption wie z.B. Lüftungsauslässe wurde dies als das optimale Raumvolumen ermittelt, um die gewünschte Nachhallzeit möglichst ohne zusätzliche Absorptionsflächen einzustellen.

Die optimale mittlere Nachhallzeit wird auf rund 2,0 Sekunden festgelegt. Der Frequenzverlauf der Nachhallzeit wird dabei weitestgehend linear, annähernd frequenzunabhängig gestaltet, wobei ein leichter Anstieg auf ca. 2,2 Sekunden bei tiefen Frequenzen, sowie ein leichter Abfall auf ca. 1,8 Sekunden zu hohen Frequenzen eingestellt werden soll, um einen warmen Klangeindruck zu erhalten.

Oberflächengestaltung

Sämtliche Umfassungswände des Orchester-Podiums, sowie die Seitenwände im Parkett werden als massive, schwere Konstruktion mit einem Flächengewicht von mind. 40 kg/m² erstellt, um über den gesamten Frequenzbereich einen hohen Reflexionsgrad realisieren zu können.

Die Wandflächen erhalten im Kontrast zu den schallstreuenden Scheibenelementen und Säulen eine schlichte Gestaltung. Größere gerade Flächen dienen zur Erzeugung der wichtigen seitlichen Reflexionen und werden durch vertikale, Schall streuend ausgelegte Streifen gegliedert. Darüber hinaus werden bei der Oberflächengestaltung der Ränge die Untersichten der Logen als leichtere Plattenkonstruktion geplant, um hier tieffrequent absorbierende Flächen zu schaffen. Diese sind erforderlich, um die bei hohen Frequenzen ansteigende Absorption des Publikums im Sinne eines annähernd frequenzunabhängigen Verlaufs der Nachhallzeit auszugleichen.

Neben der Funktion der Schall-Lenkung von frühen Reflexionen erfüllt die Decke zusätzlich den Zweck, tieffrequente Absorption zu liefern. Dazu wird sie zu erforderlichen Anteilen ebenfalls mit leichteren Plattenkonstruktionen ausgeführt. Für die nötige Schallstreuung aus der Saaldecke wird hier in Teilbereichen ebenfalls eine leichte Strukturierung in Fortsetzung der vertikalen Wandstreifen vorgesehen. Breitbandig schallabsorbierende Oberflächen werden ausschließlich in geringem Umfang im Bereich der Saal-Rückwand eingesetzt um störende, verzögerte Reflexionen zu unterbinden. Erforderliche Regie- und Projektionsfenster werden ebenfalls zu diesem Zweck mit einer entsprechenden Schrägstellung versehen. Um für Veranstaltungsformate mit Nutzung einer Beschallungsanlage o.ä. eine leichte Reduktion der Nachhallzeit erreichen zu können sind variable Vorhangflächen geplant. Diese werden an der Rückwand, sowie an der

Decke entlang der „Scheiben“-Teilflächen positioniert. Bei Nichtnutzung fahren die Vorhangpakete in geschlossene Verkofferungen, um das schallabsorbierende Material gänzlich vom Raum abzuschließen.

Abschirmung gegen Störgeräusche

Zur Abschirmung des Saals gegen Störgeräusche wird eine vollständige Raum-in-Raum Konstruktion geplant. Die innere Saal-Hülle besteht aus Stahlbeton und wird auf schwingungsisolierenden Matten gelagert, um eine tieffrequente Entkopplung zu erzielen. Zur äußeren Gebäudehülle wird eine Zweischaligkeit mit bedämpftem Hohlraum sowie Gebäudetrennfugen zu den innen angrenzenden Raumbereichen vorgesehen. Abhängig von den Ergebnissen einer genauen Schwingungsuntersuchung vor Ort kann diese Konstruktion ggf. vereinfacht werden. Der Wettbewerbsentwurf sieht jedoch zunächst die o.g. Lösung mit der höchsten Planungssicherheit vor. Die Erschließung des Saals erfolgt über akustisch bedämpfte Schleusen. Hinsichtlich der Lüftungstechnik wird mit entsprechend großen Kanal-Querschnitten und geringen Strömungsgeschwindigkeiten, sowie zweistufigen Kanal-Schalldämpfern gearbeitet. Die Zuluft wird über einen akustisch bedämpften Hohlraumboden unterhalb des Parketts in den Saal geführt. Den Anforderungen entsprechend wird insgesamt ein Störpegelniveau gemäß der Grenzkurve NC15 ohne Publikum realisiert.

Sommerlicher Wärmeschutz

Hinsichtlich des sommerlichen Wärmeschutzes sind Maßnahmen für schutzbedürftige Räume (wie Büros, Vorbereitungs-/Probenräume und sonstige Aufenthaltsräume) erforderlich. Für das Foyer ist aus bauordnungsrechtlicher Sicht kein Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes zu führen. Aufgrund der hohen Verglasungsanteile (ca. 70% der Fassade) ist es jedoch ratsam auch hier Maßnahmen analog zu den schutzbedürftigen Räumen vorzusehen.

Wir haben exemplarisch den Eckraum auf der Süd-Ecke, als kritischsten Raum, mit dem Standard-Kennwertverfahren nach DIN 4108-2 betrachtet. Gemäß TGA-Konzept ist eine "Gesteuerte Nachtlüftung zum Entspeichern der Räume" vorgesehen. Diese soll einen Nachtluftwechsel von $n = 2/h$ gewährleisten. Eine Kombination aus Wärmeschutzglas und außenliegender Sonnenschutz bzw. Sonnenschutzglas ist vorgesehen.

Freiraumkonzept

Die Struktur des Parks wird fortgeführt. Die einzelnen Bereiche werden schärfer konturiert und geben dem Freiraum größere Prägnanz und Aufenthaltsqualität.

Die denkmalgeschützte Meistersingerhalle ist als architektonisches Ensemble in die traditionsreiche Freiraumstruktur des Luitpoldhains eingebunden und ist von einem historischen Baumbestand umgeben. Bei der Gestaltung der Außenanlagen im Zusammenhang mit dem Neubau des Konzerthauses gilt es den wertvollen Parkcharakter zu erhalten und gleichzeitig attraktive Adressen und Eingangssituationen für die Meistersingerhalle und das Konzerthaus zu schaffen. Hochwertige Wegeverbindungen von den Haltestellen des öffentlichen Nahverkehrs zu den Eingangsbereichen sind herzustellen.

Um die beiden Eingänge zu betonen, schlagen wir jeweils einen einladenden „Platzteppich“ aus Naturstein vor, der die Besucher empfängt und sich von den Gebäuden bis zur Schultheißallee „entrollt“. Die Farbigkeit und Textur des Natursteinbelages ist auf die Fassaden abgestimmt. Die wertvollen Bestandsbäume sind in die barrierefreien Plätze integriert, Stadtmobiliar bietet Aufenthaltsmöglichkeiten. Fahrradabstellplätze sind eingangsnah am Rande der Plätze positioniert. Über eine von Lichtstelen begleitete lineare Wegeachse entlang der Nordfassaden sind die beiden Platzteppiche verknüpft und die Haltestelle des ÖPNV attraktiv angebunden. So entsteht ein Bindeglied zwischen den beiden Institutionen. Zwischen Konzerthaus und Meistersingerhalle entsteht in geschützter Lage eine zentrale Piazza, auf der Ausstellungen, Feste, Märkte etc. stattfinden können. Die erhaltenswerten Bäume sind in die Gestaltung der Piazza integriert. Die Radwegeverbindung wird separat entlang der nördlichen Grünfläche geführt. Im Süden geht die Anlage in den Park über.

Verkehrsplanung

Der fließende Verkehr wird in seiner bestehenden Situation nicht beeinträchtigt und durch, voneinander getrennte Rad- und Fußwege auf dem Grundstück erweitert und neu geordnet.

Von der Schultheißallee kann das Konzerthaus über eine Taxikurve auf dem landschaftsplanerischen Teppich vor dem Neubau erreicht werden.

Für Nutzer des ÖPNV kann die bestehende MSH über einen Fußgängerüberweg auf einen befestigten Vorplatz erschlossen werden. So können große Besucherströme empfangen und entlang des Bestandes zum neuen Portal der Konzerthalle geleitet werden.

Ausreichende Fahrradstellplätze sind sowohl entlang des Fahrradweges parallel zur Schultheißallee als auch vor der östlichen Bestandsfassade in Parkplatznähe verortet und ermöglichen einen reibungslosen fließenden sowie ruhenden Verkehr.

Nachhaltigkeit

Im Bewusstsein für die Verantwortung gegenüber den uns folgenden Generationen wird ein besonderer Wert auf die Nachhaltigkeit und Energieeffizienz im Zuge der Planung und Ausführung des Gebäudes gelegt. Der Entwurf ist ökologisch und nachhaltig konzipiert. Die kompakte Bauweise nutzt die natürlichen Ressourcen und regenerative Energien optimal und minimiert die Bodenversiegelung. Der bestehende und signifikante Baumbestand wird geschützt, erhalten und ergänzt. Durch die Verwendung der natürlichen Ressourcen Luft, Wasser und Sonne, im Rahmen des energetischen Konzepts, schont dies die begrenzten fossilen Energieträger. Die Reduzierung der Umweltbelastung ist hierdurch erheblich. Das Niederschlagswasser wird vor Ort gehalten. Dies erfolgt über einen versickerungsfähigen Bodenbelag und Rigolen zur Vorortversickerung. Überlegenswert ist es das gesammelte Regenwasser für die Bewässerung der Freianlagen vorzusehen. Die Schonung der begrenzten Rohstoffvorkommen erfolgt durch die Erstellung dieses flexiblen, ökonomischen und wertstabilen Gebäudes, das sich in seiner Nutzung den Anforderungen und Änderungen der fortschreitenden Zeit anpassen kann. Das ausgewogene Tragwerk optimiert den Einsatz von Ressourcen. Heimische nachwachsende Hölzer und recycelbare Materialien wie Beton, Stahl und Glas finden Anwendung im Entwurf. Das Tageslicht wird über die großflächige Verglasung des Foyers und Funktionsbereiche gewährleistet. Der Entwurf sieht dauerhafte, umweltverträgliche, und schadstofffreie Materialien vor. Die Bauteile sind bei einem späteren Rückbau recycle fähig.

TGA-Konzept

Technikflächen sind sowohl im Neubau als auch in den freigegebenen Flächen der Meistersingerhalle im Untergeschoss verortet und können über einen Verbindungsgang direkt erschlossen werden.

Sanitär

Die Regenentwässerung erfolgt über Versickerung durch Rigolen und Mulden. Eine Zisterne dient zur Gartenbewässerung. Im Bereich der Versickerungen werden Erdkollektoren zur Erdwärme- und Erdkältenutzung

Heizung

Nutzung der Wärme des Gebäudes durch Wärmerückgewinnung und Wärmepumpe aus Abluft, Erdkollektor und Hybridkollektor. Die Nutzung von Fernwärme ist vorgesehen. Eine Heiz-Kühldecke in Foyer und Nutzräumen mit Nutzung der Erdkühlung und Niedertemperaturversorgung der Wärmepumpe ist Teil des Konzeptes.

Lüftung

Das Klima im Konzertsaal erfolgt über Quellluft in den Stufen, Abluft über das Dachgeschoss mit abführen der Beleuchtungswärme und deren Nutzung durch WRG. Die Lüftung erfolgt mit adiabatischer Kühlung. Eine gesteuerte Nachtlüftung zum Entspeichern der Räume wird vorgesehen. Die 2. Schale wird zur natürlichen Entlüftung des Foyers genutzt. Nachströmung erfolgt durch die Fassade mit Nacherwärmung. Kompressionskälte mit Versorgung durch die Photovoltaik deckt die Spitzenlasten ab. Die Wärmerückgewinnung durch Wärmetauscher erfolgt in der gemeinsamen Fortluft mit Wärmepumpe.

Elektro

Die Photovoltaik wird als Dünnschicht mit Motiv auf der Südwand angebracht. Photovoltaikpaneele sind auf dem Flachdach vorgesehen. Die LED -Beleuchtung erfolgt mit Absaugung der Abwärme aus der Beleuchterbrücke.

Gebäudeautomation

Der große Saal kann bereichsweise durch Luftqualitätsregelung betrieben werden. Im Foyer wird die Luftqualitäts- und Temperaturregelung durch Klappen in der Fassade und auf dem Dach gesichert. Im Winter kann das Gebäude die Außenluftnachwärme nutzen. Die Nachtlüftung wird über Witterungsüberwachung und Wetterprognosen reguliert.