Erfahrungen aus der Errichtung von Entrauchungsanlagen

Auswertung von Projekten zur Planung und Ausführung von maschinellen Rauchabzugsanlagen in unterirdischen Personenbahnhöfen der Deutschen Bahn AG

MICHAEL KINZELBACH

Derzeit werden in sechs unterirdischen Personenverkehrsanlagen (uPva) der Deutschen Bahn AG (DB) maschinelle Rauchabzugsanlagen (MRA) nachgerüstet und stehen größtenteils kurz vor ihrer Abnahme und Inbetriebnahme. Während der Ausführungsphase kam es in all diesen Projekten zu unerwarteten Schwierigkeiten, die für deutliche Verzögerungen bei der Fertigstellung und Abnahme sorgen. Da für mindestens acht weitere uPva zurzeit gerade MRA geplant werden und mittelfristig zu erwarten ist, dass noch in weiteren Stationen MRA erforderlich werden, bietet es sich an, aus den Erfahrungen der bisherigen Projekte zu lernen, um von diesen für die zukünftigen Projekte zur Errichtung von MRA zu profitieren.

Chance für neue Erkenntnisse

Der beschriebene Ansatz ist wichtig, weil die DB zwar ein umfangreiches Wissen und einen großen Erfahrungsschatz besitzt, was die Planung, den Bau und den Betrieb der gängigen Eisenbahninfrastrukturanlagen (Oberbau, Brücken, Oberleitungs- und Signalanlagen, Verkehrsstationen etc.) betrifft. Da jedoch die Anzahl der vorhandenen und in Betrieb befindlichen MRA bei der DB nur in einem niedrigen zweistelligen Bereich liegt, die sich noch dazu auf mehrere verschiedene Unternehmen des DB-Konzerns verteilt, ist auch die Erfahrung mit diesen Anlagen bisher noch entsprechend gering und nur auf einen kleinen Personenkreis beschränkt.

Daher wurde im Jahr 2022 im Rahmen einer Masterarbeit eine Analyse der laufenden MRA-Projekte durchgeführt, und die daraus gewonnenen Erkenntnisse wurden in Form einer Planungsempfehlung einem größeren Personenkreis zur Verfügung gestellt. Die Auswertung erfolgte auf der Grundlage eigener Beobachtungen im Rahmen der Tätigkeit als Projektleiter für zwei der Projekte und der Tätigkeit als Bauvorlageberechtigter (BVB) für insgesamt drei der Projekte. Die weiteren Projekte wurden anhand von Planunterlagen und Gesprächen mit den jeweiligen Projektbeteiligten analysiert.

Notwendigkeit, Wirkungsweise und Komponenten von MRA in uPva

Gemäß dem Leitfaden für den Brandschutz in Personenverkehrsanlagen der Eisenbahnen des Bundes sind die Anforderungen an die öffentliche Sicherheit und Ordnung in Personenverkehrsanlagen erfüllt, wenn die Anlagen so beschaffen sind, dass der Entstehung und Ausbreitung von Feuer und Rauch vorgebeugt wird und bei einem Brand die Rettung von Menschen und Tieren sowie wirksame Löscharbeiten möglich sind. Dabei gilt dem Schutz von Personen und insbesondere der Selbstrettung die oberste Priorität [1]. Die Errichtung einer MRA ist in einer Personenverkehrsanlage dann notwendig, wenn diese im bautechnischen Nachweis für den Brandschutz – dem sog. Brandschutzkonzept (BSK) – für die jeweilige Verkehrsanlage gefordert wird, um die o.g. Schutzziele Selbstrettung, Fremdrettung und wirksame Löscharbeiten sicherzustellen.

Mithilfe einer MRA wird im Fall eines Brandes im Bereich der Bahnsteigdecke ein Rauchabzug erzeugt, sodass im unteren Teil des Bahnsteigraums, in dem sich Personen befinden, möglichst lange eine raucharme Schicht aufrechterhalten wird (Abb. 1).

Die MRA, die in den uPva der DB errichtet werden, bestehen im Wesentlichen aus den folgenden Komponenten, die in Abb. 2 exemplarisch am Beispiel der uPva Isartor in München dargestellt sind:

- Entrauchungsleitungen (oder Entrauchungsebenen) mit Ansaugöffnungen im Bereich der Bahnsteigdecke
- Entrauchungsventilatoren
- Ausblasöffnungen oder Ausblaskamine an der Oberfläche
- Schalldämpfer
- Steuerung und Spannungsversorgung
- Sicherheitsstromversorgung (Fachplanung 50 Hz)

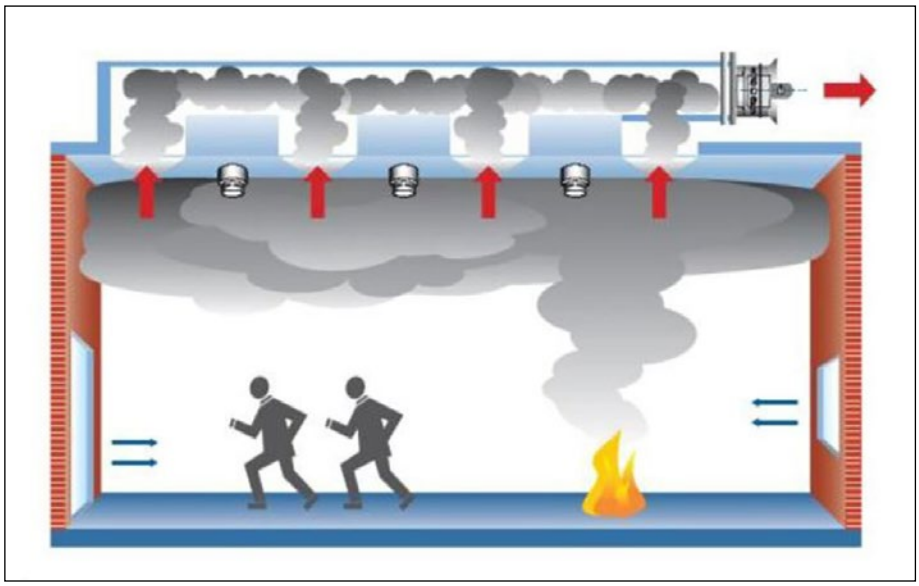

Abb. 1: Rauchschichtung durch den Einsatz von MRA *Quelle: TLT-Turbo GmbH [2]*

Untersuchungsumfang

In der Tab. 1 sind die untersuchten Projekte unter Angabe der jeweiligen Planungsphase und der Art der Rauchabsaugung aufgelistet.

Für die drei neu geplanten uPva im Projekt der „2. S-Bahn-Stammstrecke München" wurde exemplarisch die uPva Marienhof untersucht, da die MRA in den beiden anderen uPva (München Hbf und Ostbahnhof) dieses Neubauprojekts im Wesentlichen gleich geplant sind.

Gemeinsamkeiten bei den untersuchten Projekten

Folgende Gemeinsamkeiten konnten bei den untersuchten Projekten festgestellt werden:

- Die Projekte befinden sich größtenteils in Innenstadtlagen.
- Es herrschen beengte geometrische Verhältnisse – insbesondere bei der Nachrüstung im Bestand.

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für DB Station&Service AG / Rechte für einzelne Downloads und Ausdrucke für Besucher der Seiten genehmigt / © DVV Media Group GmbH

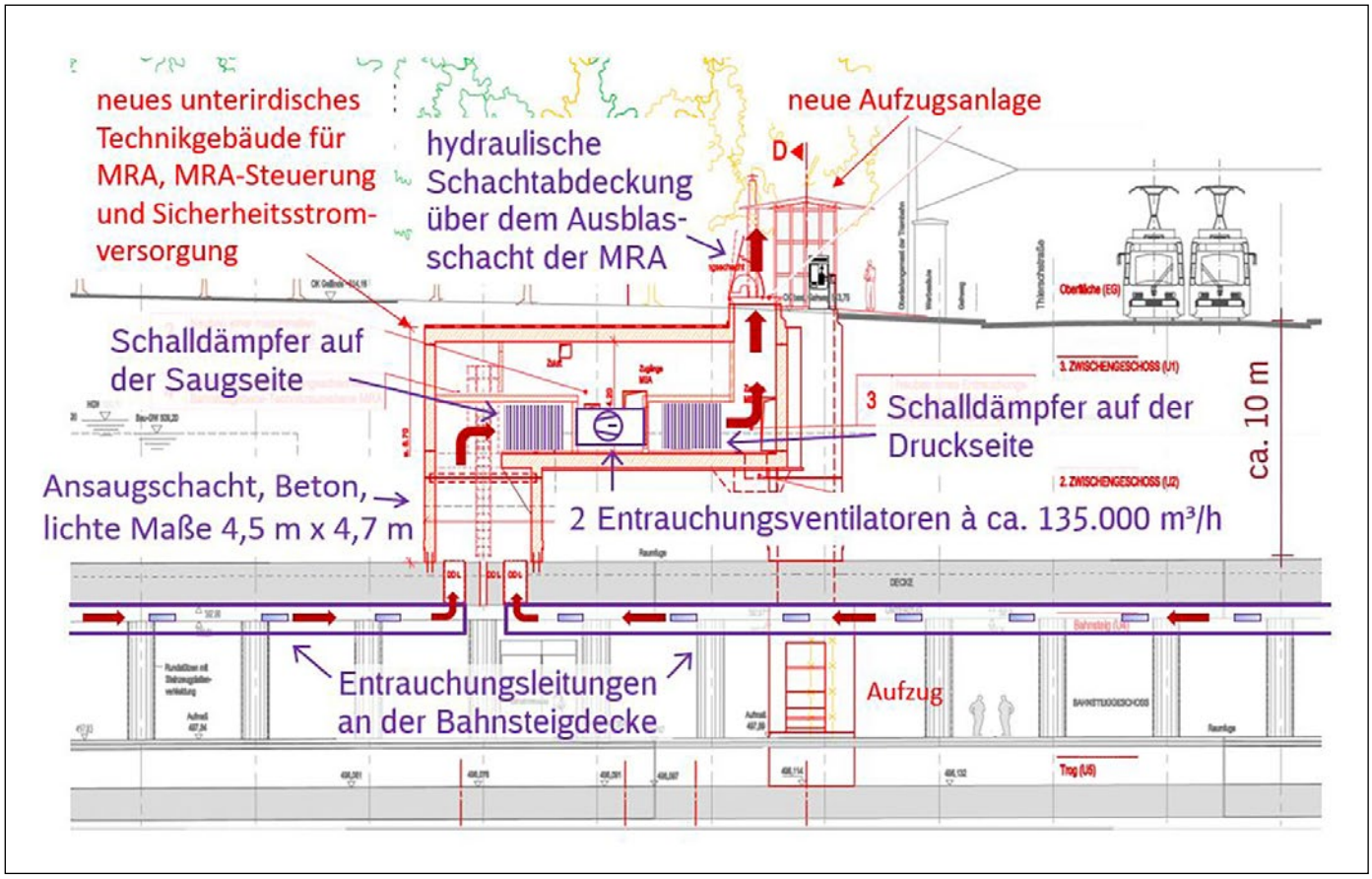

Abb. 2: Längsschnitt durch einen Teil der uPva München Isartor *Quelle: eigene Darstellung auf Grundlage der Ausführungsplanung*

- Für jedes Projekt ist ein Planfeststellungsverfahren erforderlich.
- Durch wechselnde Projektbeteiligte während der langen Projektlaufzeit ergeben sich Informationsverluste.
- Für die Arbeiten auf der Bahnsteigebene sind meistens Sperrpausen erforderlich, die mit mehreren Jahren Vorlaufzeit angemeldet werden müssen.
- Bei allen in der Errichtung befindlichen Projekten kam es aufgrund von ungeklärten Fragen zur Ausführungsplanung zu erheblichen Verzögerungen im Terminablauf während der Ausführungsphase.
- Bei der MRA-Planung bestehen Schnittstellen zu vielen anderen Planungsgewerken:

1. Fachplanung Brandschutz (Strömungsverhalten u. Entrauchung im Bahnsteigbereich)
2. Fachplanung HLSK (z. B. Kühlluft für die MRA-Zentralen)
3. Fachplanung 50-Hz (Allgemeinstromversorgung, Sicherheitsstromversorgung, Erdung, Blitzschutz)
4. Fachplanung ITK (Brandmeldeanlagen, Sprachalarmierungsanlagen)
5. Störmeldemanagement (bzw. Gebäudeleittechik)
6. Schallschutz
7. Objektplanung
8. Tragwerksplanung
9. ggf. Schnittstellen zu angrenzenden Projekten und weiteren Fachplanungen.

- Projektziel: Nicht zuletzt gilt bei allen Projekten zur Errichtung von MRA das Projektziel erst dann als erreicht, wenn eine MRA errichtet wurde, die mindestens die Anforderungen aus dem Brandschutzkonzept erfüllt, die so weit wie möglich wirtschaftlich betrieben werden kann und die von einem bauaufsichtlich anerkannten Prüfsachverständigen für sicherheitstechnische Einrichtungen abgenommen worden ist. Außerdem muss diese MRA auch tatsächlich in Betrieb gesetzt werden können – d. h. alle anderen Gewerke, die für das Funktionieren der MRA erforderlich sind, müssen ebenfalls vollständig und fachgerecht ausgeführt und abgenommen worden sein.

Untersuchungsergebnisse

Der Dreh- und Angelpunkt, um das Projektziel zu erreichen, ist die Planung. Im Ablauf von Projekten der DB ist aus bauordnungsrechtlicher Sicht die Ausführungsplanung eines der wichtigsten Elemente, da die Ausführung auf der Grundlage der von Prüfsachverständigen geprüften und von Bauvorlageberechtigten freigegebenen Ausführungsplanung zu erfolgen hat und diese Ausführungsplanung auch als Grundlage für die Abnahmeprüfungen dient. Damit dies tatsächlich in einem vertretbaren Zeitrahmen gelingen kann, sind allerdings auch bereits die Vorplanung und Entwurfsplanung von großer Bedeutung. Die nachfolgenden Ergebnisse der Auswertung können auf der einen Seite in fachliche Aspekte und auf der anderen Seite in organisatorische bzw. vertragliche Aspekte gegliedert werden.

Fachliche Erkenntnisse für die Planung von MRA

Klare Vorgaben im Brandschutzkonzept

In den Brandschutzkonzepten als bauaufsichtliche Brandschutznachweise müssen klare Vorgaben zu einigen wesentlichen Parametern der MRA (nicht nur der im Brandfall zu fördernde Rauchgasvolumenstrom) angegeben werden, die dann als Grundlage für die Fachplanung der MRA dienen (vgl. Anhang 14 EiTB) [3].

MRA-Planung als ganzheitliche Aufgabe verstehen

Aufgrund der Schnittstellen zu vielen anderen Fachgewerken ist die MRA-Planung als ganzheitliche Aufgabe zu betrachten. Es ist eine kontinuierliche Planungskoordination zwischen den verschiedenen Fachgewerken (vgl. oben) und nachvollziehbare Dokumentation der Schnittstellenabstimmungen unbedingt notwendig.

Anlagenkennlinie ermitteln

Für das mit der Planung vorgeschlagene Gesamtsystem der Entrauchungsleitungen sind in der Entwurfsplanung (vgl. Anlage 15 der

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für DB Station&Service AG / Rechte für einzelne Downloads und Ausdrucke für Besucher der Seiten genehmigt / © DVV Media Group GmbH

Name der uPva	HOAI-Leistungsphase zum Zeitpunkt der Untersuchung	Art des Zugverkehrs	Art der Rauchabsaugung in der Bahnsteigebene
Nachrüstung im Bestand:			
Berlin Oranienburger Straße	4	S-Bahn	gleichmäßig verteilt
Frankfurt Flughafen Regionalbahnhof	3 bzw. 5	gemischter Reisezugverkehr	brandortbezogener Entrauchungsabschnitt
Hamburg Hauptbahnhof	8 bzw. 9	S-Bahn	gleichmäßig verteilt
München Isartor	8	S-Bahn	gleichmäßig verteilt
München Rosenheimer Platz	8	S-Bahn	gleichmäßig verteilt
Stuttgart Feuersee	3 bzw. 4	S-Bahn	gleichmäßig verteilt
Stuttgart Hauptbahnhof	8	S-Bahn	gleichmäßig verteilt
Stuttgart Schwabstraße	8	S-Bahn	gleichmäßig verteilt
Stuttgart Stadtmitte	5 bzw. 8	S-Bahn	gleichmäßig verteilt
Neubauprojekte:			
Frankfurt Ost (tief) (Projekt Nordmainische S-Bahn)	3	S-Bahn	gleichmäßig verteilt
uPva Marienhof (exemplarisch für 2. S-Bahn-Stammstrecke, München)	5	S-Bahn	vier Entrauchungsabschnitte
Stuttgart Flughafen Regionalbahnhof (Projekt-Stuttgart-Ulm)	5	gemischter Reisezugverkehr	brandortbezogener Entrauchungsabschnitt

Tab. 1: Übersicht der untersuchten Projekte zur Errichtung von MRA

HOAI) die Druckverluste und die Anlagenkennlinie zu ermitteln, sodass für die Dimensionierung und Auslegung der Ventilatoren der Betriebspunkt im Kennlinienfeld im Schnittpunkt mit der Anlagenkennlinie und Ventilatorkennlinie dargestellt werden kann.

Gegenseitige Beeinflussung bei paralleler Anordnung von Ventilatoren

Bei der parallelen Anordnung von Entrauchungsventilatoren wurden bisher die wechselseitigen Beeinflussungen der im Gesamtsystem eingebauten Ventilatoren unterschätzt. Die Annahme, dass der Volumenstrom von zwei parallel geschalteten gleichen Ventilatoren ($\dot{V}_2$) dem doppelten Volumenstrom entspricht, den ein einzelner Ventilator fördern kann ($\dot{V}_1$), trifft nicht zu. Der Zuwachs ($\Delta\dot{V}$) des Volumenstroms ($\dot{V}_2$)ist kleiner als der Volumenstrom ($\dot{V}_1$), der von einem einzelnen Ventilator gefördert werden kann (Abb. 3).

Temperaturbedingte Reduzierung der Förderleistung

Die Herstellerangaben zur Förderleistung der Entrauchungsventilatoren und die Darstellung der sog. Ventilatorkennlinien beziehen sich auf eine Temperatur von 20 °C. Allerdings wird sich im Brandfall aufgrund des Temperaturanstiegs eine Reduzierung des geförderten Rauchgasvolumenstroms einstellen [5]. Bei der Bemessung und Auslegung der Ventilatoren ist der im Brandschutzkonzept angegebene Rauchgasvolumenstrom um diesen Anteil der Reduzierung zu erhöhen, da sonst im Brandfall zu geringe Mengen abgesaugt werden. Zusätzlich sind Zuschläge als Reserve für die Unsicherheiten bei der Druckverlustermittlung erforderlich.

Kühlluftbedarf und Wärmelasten rechtzeitig einplanen

Bei einer Aufstellung im Inneren des Gebäudes müssen für den sicheren Betrieb der Entrauchungsventilatoren ausreichende Mengen an Kühlluft zur Verfügung stehen und weitere Vorgaben des Herstellers der Ventilatoren beachtet werden. Des Weiteren geben die Entrauchungsventilatoren und die Entrauchungsleitungen im Falle eines Brandes Wärme an ihre Umgebung ab, sodass die elektrischen Leitungen für die Steuerung und Spannungsversorgung der Ventilatoren beeinträchtigt werden könnten. Diese Aspekte sind spätestens bei der Entwurfsplanung zu berücksichtigen und mit der Lüftungsplanung abzustimmen.

Nötige Detaillierungstiefe der Ausführungsplanung

Abgeleitet aus dem § 3 Abs. 1 VOB / B sind mit der Ausführungsplanung alle für die Ausführung notwendigen Angaben darzustellen. Es gibt nur wenige zusätzliche Angaben, die erst in der Werk- und Montageplanung ergänzt werden müssen – so z. B. die Angabe der Befestigungspunkte in Abhängigkeit von den vom Errichter gewählten Längen der Leitungsabschnitte. Die Abgrenzung zwischen Ausführungsplanung und Werk- und Montageplanung ist in der VDI-Richtlinie 6026 Blatt 1 [6] beschrieben.

Verwendbarkeitsnachweise für die geplante Lösung

Damit die Ausführungsplanung zur Ausführung bauordnungsrechtlich freigegeben werden kann, muss die Verwendbarkeit für die geplante Lösung nachgewiesen werden. Daher ist spätestens in der Ausführungsplanung zum jeweiligen Planungsvorschlag ein konkretes Produkt und der dazugehörige Verwendbarkeitsnachweis zu benennen. Al-

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für DB Station&Service AG / Rechte für einzelne Downloads und Ausdrucke für Besucher der Seiten genehmigt / © DVV Media Group GmbH

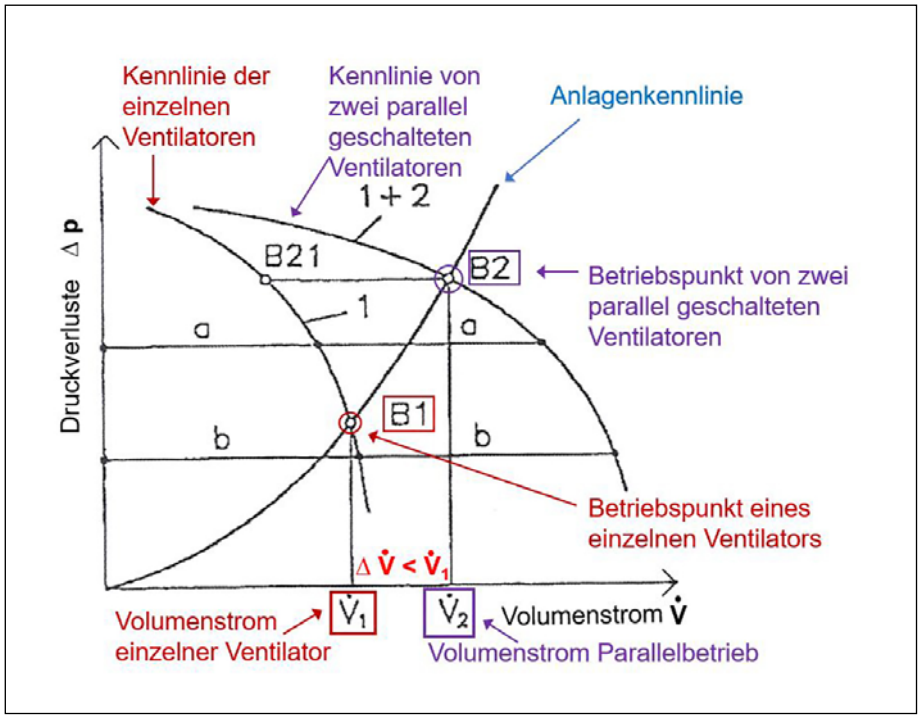

Abb. 3: Volumenströme bei Einzelbetrieb und Parallelbetrieb von Ventilatoren

Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Gerhardt, Hans-Joachim (Hrsg.), 2011 [4]

lerdings soll bei öffentlichen Ausschreibungen gemäß § 7 Abs. 2 VOB/A produktneutral und somit diskriminierungsfrei ausgeschrieben werden, um einen möglichst großen Bieterkreis zum Wettbewerb zuzulassen. Dieser Umstand führt häufig dazu, dass die ausführungsreife Detailtiefe oftmals nicht geplant wird, die jedoch erforderlich ist, um die Verwendbarkeit der gewählten Planungslösungen nachzuweisen. Dabei steht eine Planung mit konkreten Planungsprodukten nicht im Widerspruch mit einer VOB-konformen Ausschreibung. Die Planungsprodukte müssen lediglich in den jeweiligen Positionen des Leistungsverzeichnisses genannt und mit dem Zusatz „oder gleichwertig" versehen werden. Den Bietern steht es frei, andere Produkte anzubieten, sie sind dann aber für deren Verwendbarkeitsnachweise verantwortlich.

Sonderkonstruktionen vermeiden

Sonderkonstruktionen, für die das sehr aufwendige Verfahren einer unternehmensinternen Genehmigung (UiG) und Zustimmung im Einzelfall (ZiE) erforderlich wird, sollten so weit wie möglich vermieden werden. Wenn für bestimmte Bauprodukte oder Bauarten keine bauaufsichtlich zugelassenen Lösungen existieren, so ist rechtzeitig auf diesen Umstand und die Notwendigkeit einer UiG und ZiE durch die Planung hinzuweisen.

Erkenntnisse bzgl. Organisation und Vertragsabwicklung

Die folgenden Erkenntnisse sind insbesondere für die Bauherrenseite wichtig, da mit deren Beachtung der Bauherr die Möglichkeit hat, die Projekte positiv zu beeinflussen:

Planungskoordination

Durch die Projektleitung sind die vertraglichen und organisatorischen Rahmenbedingungen für den Planungsablauf sicherzustellen. Dazu gehört, dass alle notwendigen Planungsleistungen (vgl. oben) – sowie auch die Planungskoordination – beauftragt werden und die Zuständigkeiten klar benannt sind. Es ist darauf zu achten, dass die Abarbeitung der einzelnen Fachgewerke nach einem gemeinsamen, aufeinander abgestimmten Rahmenterminplan erfolgt.

Dimensionierung der MRA als bautechnischen Nachweis betrachten

Da es sich bei den MRA um sicherheitsrelevante Anlagen handelt, sind die Dimensionierung der MRA, die Druckverlustberechnung und Bestimmung der Anlagenkennlinie sowie die Wahl und Auslegung der Entrauchungsventilatoren wie ein bautechnischer Nachweis anzusehen, der bautechnisch geprüft werden muss. Dies sollte bereits im Rahmen der Entwurfsplanung erfolgen.

Vergütung erst nach erbrachter Teilleistung

Durch eine konsequente Abrechnung der Planungsleistungen, nämlich immer erst dann, wenn die einzelnen Teilleistungen vollständig abgearbeitet wurden (inkl. Planprüfung und Mängelbearbeitung), kann die Projektleitung eine vollständige Abarbeitung des notwendigen Planungsumfangs unterstützen.

Übersichtlichkeit der Ausführungsunterlagen

Eine klare, übersichtliche Struktur der Ausführungsunterlagen würde die Prüfung durch die Prüfsachverständigen und die bauaufsichtliche Freigabe der Ausführungsplanung durch die Bauvorlageberechtigten erleichtern. Dafür wurde als Anlage zur Planungsempfehlung ein Muster-Inhaltsverzeichnis entworfen, das als Vorlage verwendet werden könnte.

Rechtzeitige Einbindung der beteiligten Prüfer

Die Fachspezialisten der DB sind möglichst kontinuierlich in den Planungsprozess einzubeziehen. Die Prüfsachverständigen für die bautechnische Prüfung sind spätestens zum Abschluss der Entwurfsplanung (Prüfung der Bemessung der Anlage) und die Bauvorlageberechtigten spätestens zum Beginn der Ausführungsplanung hinzuzuziehen.

Ausblick

Die untersuchten MRA-Projekte sind noch nicht abgeschlossen, und weitere MRA werden im DB-Konzern geplant. Aufgrund der Komplexität der Anlagen und des großen Potenzials an Schwierigkeiten bei der Errichtung von MRA würde es sich lohnen, die Analyse der MRA-Projekte fortzuführen und einen konzernübergreifenden Austausch der fachlich Beteiligten in die Wege zu leiten. Darüber hinaus bietet eine konsequente Anwendung der BIM-Methodik eine Chance, die Schnittstellenabstimmung zwischen den Fachplanungen weiter zu optimieren. ■

QUELLEN

[1] Eisenbahn-Bundesamt (Hrsg.): Leitfaden Brandschutz in Personenverkehrsanlagen der Eisenbahnen des Bundes, 2. Überarbeitung, Bonn, 2021, S. 3 u. S. 7

[2] VDMA Allgemeine Lufttechnik (Hrsg.): Grundlagenpapier Entrauchung. VDMA Allgemeine Lufttechnik, Frankfurt, 2012, S. 14

[3] Eisenbahn-Bundesamt (Hrsg.): Eisenbahnspezifische Technische Baubestimmungen (EiTB), Ausgabe 2023/1 gültig ab 01.01.2023, Bonn, 2023, S. 380 ff.

[4] Engels, D.; Engels, H.-J.; Gerhardt, H.-J. (Hrsg.); Grundmann, R.; Hilgers, P.; Konrath, B.; Lieb, R.-D.; Mertens, W.; Sieprath, T.: Fachplanung Entrauchung. Grundlagen – Methoden – Anwendungskonzepte, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2011, S. 92

[5] Quenzel, K.-H.; Bitter, F.; Fischer, H.; Tale-Yazdi, G.: Einrichtungen zur Rauch- und Wärmefreihaltung. Praxis für Architekten – Planer – Fachfirmen, 5. Auflage, Verlag Feuertrutz Network GmbH, Köln, 2018, S. 112

[6] VDI e.V. (Hrsg.): VDI 6026 Blatt 1:2022-08. Dokumentation in der technischen Gebäudeausrüstung (TGA). Inhalte und Beschaffenheit von Planungs-, Ausführungs- und Revisionsunterlagen, Beuth-Verlag, Berlin, 2022, S. 22 ff.

Dipl.-Ing. Michael Kinzelbach, M. Eng.
Projektleitung Brandschutz uPva
in der S-Bahn München
DB Station&Service AG,
Regionalbereich Süd, München
michael.kinzelbach@deutschebahn.com

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für DB Station&Service AG / Rechte für einzelne Downloads und Ausdrucke für Besucher der Seiten genehmigt / © DVV Media Group GmbH