

Mit dem Zwilling sicher durch den Tunnel

Ruhige Nächte und Erholung im Park statt Lärm, Feinstaub und Abgase: Die Autobahn-Einhausung Schwamendingen verbindet die beiden Teile des Zürcher Kreis 12 und wertet das ganze Quartier auf. Siemens hilft mit, damit die Lüftung im Tunnel für alle Fälle gerüstet ist.



Der Zürcher Chronist Friedrich Vogel charakterisiert Schwamendingen im Jahre 1820: «Das Dorf Schwamendingen, welches etwa zwanzig Wohnhäuser zählt, liegt am linken Ufer der Glatt, über welche eine gedeckte Brücke, die sogenannte Aubrücke führt, an der grossen Strasse von Zürich nach Winterthur.» Schwamendingen war schon damals verkehrstechnisch von Bedeutung, täglich passierten 20 oder mehr Postkutschen das Dorf. Gelegentlich am Fusse des Milchbuck – der letzten grossen Steigung auf dem Weg in die Stadt Zürich – diente es den Fuhrleuten dazu, ihre Tiere nochmals ruhen oder neu beschlagen zu lassen.

Heute gehört das einstige Dorf als Kreis 12 zur Stadt Zürich, eingemeindet 1934. Mitten durch Schwamendingen führt seit 1980 die Autobahn A1 mit einem Verkehr von 120 000 Fahrzeugen pro Tag – der Autobahnabschnitt gehört somit zu den meist befahrenen Strecken der Schweiz.

Die Schwamendinger Bevölkerung kämpft für mehr Lebensqualität

Lärm, Abgase und eine schier unüberbrückbare Trennung ihres Quartiers: In den 90er-Jahren hatten die verkehrsgeplagten Quartierbewohner:innen genug. Sie sammelten 12 000 Unterschriften und reichten im März 1999 eine Volksinitiative ein mit der Forderung, die Autobahn teilweise zu überdecken.

Nach reiflichen finanziellen und städtebaulichen Überlegungen von Stadt und Kanton nahm das Projekt im Jahr 2004 Form an: Die Einhausung wird zwischen dem Autobahnkreuz Zürich Ost und dem Schöneichtunnel direkt an diesen anschliessen und ihn um 940 m auf insgesamt 1.7 km verlängern. Der bestehende Tunnel soll Lüftungs- und sicherheitstechnisch saniert und auf den neusten Stand gebracht werden. Der Bund realisiert dieses Projekt, vor allem im Rahmen der Lärmsanierung. Stadt und Kanton Zürich beteiligen sich daran finanziell.



Die Bedienung erfolgt via WinCC Unified VoT. Die Lüfter werden mit dem Frequenzumformer G120-X geregelt.

Die Einhausung wird die zwei Teile Schwamendingens besser verbinden, die Anwohner:innen vor Lärm und Luftverschmutzung schützen und ein ausgedehnter Hochpark auf der Überdeckung dient als Naherholungszone mitten im urbanen Raum.

Zehn Ferraris sorgen für reine Luft

Früher, als die Autos noch Dreckschleudern ohne Katalysator und Filter waren, trübten schon einmal die Abgase die Sicht im Tunnel. Die Tunnellüftung sorgte damals für klare Sicht und war so im täglichen Betrieb von grosser Bedeutung. Heute sind die Autos sauberer, nur selten lassen sich die Abgase visuell ausmachen.



Siemens unterstützte uns sehr gut bei der Evaluierung des Steuerungskonzeptes.

Marcel Bachmann
CEO und Mitinhaber Autcomp Automation

So kommt der Tunnellüftung im Normalbetrieb eine immer unbedeutendere Rolle zu; doch im Ereignisfall kann sie lebenswichtig sein, wie Infernos im Gotthard-, Montblanc- oder Tauertunnel zeigten. Brennt es im Tunnel, muss die Luftqualität mindestens so lange gewährleistet sein, bis sich die Tunnelnutzer:innen selbst zum nächsten Notausgang retten können. In der Regel ist die erste Viertelstunde nach Ausbruch eines Fahrzeugbrands im Tunnel entscheidend. Aber auch nach dieser Zeit muss der Rauch rasch abgeleitet beziehungsweise abgesaugt werden, damit die Einsatzkräfte ihrer Arbeit sicher und effizient nachgehen können.

Die Lüftung in einem modernen Tunnel muss also auf den Ereignisfall und somit auf ein Vielfaches des täglichen Normalbetriebs ausgelegt sein. Simon Frey, Projektleiter bei HBI Haerter, ist mit seinem Team für die gesamte Lüftungsplanung der Einhausung Schwamendingen zuständig und erklärt, wie das System aufgebaut ist: «In den zwei Tunnelröhren sind insgesamt 46 Strahlventilatoren eingebaut. Diese sorgen dafür, dass die Luft in Längsrichtung beschleunigt oder abgebremst werden kann. Auf dem Dach der Einhausung stehen 24 Entrauchungseinheiten – kleine Gebäude zur direkten Absaugung des Rauchs aus dem Tunnel, jede mit einer Kapazität von ca. 120 m³/s. Zusammen mit den beiden Portal-

abluffventilatoren der Umweltlüftung beim Tierspital erreicht die Tunnellüftung eine Gesamtleistung von 4650 kW – etwa so viel wie zehn Ferraris zusammen.»

Genauso wichtig wie die Leistung der Lüftung ist, dass das System korrekt auf verschiedene Szenarien reagiert: Brennt ein Fahrzeug im Stau, muss die Luft vor und hinter dem Ereignis gleichermassen abgesaugt werden. Wehen im Freien dem Ereignis heftige Winde und sorgen für einen starken Luftzug im Tunnel, muss sich die Lüftung an diese Situation anpassen. In der Planung galt es, unzählige verschiedene Szenarien zu berücksichtigen: Was beispielsweise, wenn eine der Entrauchungseinheiten aussteigen würde? Das Steuerungssystem muss dies erkennen und unmittelbar die nächstgelegene Entrauchungseinheit ansteuern, gleichzeitig müssen die Strahlventilatoren den Rauch dorthin transportieren.

Um den Zustand der Luft und die Strömungen jederzeit korrekt erfassen zu können, verteilen sich mehrere Sensoren und Messsysteme im gesamten Tunnel. Sie kommunizieren mit der Steuerung, die daraufhin die Strahlventilatoren und die Entrauchungseinheiten auf die aktuell herrschenden Bedingungen abstimmt.

Mit Siemens zum Projektzuschlag

Für diese komplexen Steuerungsaufgaben setzen die Projektverantwortlichen auf Siemens. Eine übergeordnete Simatic S7-1500 Steuerung und zehn Lokalsteuerungen sorgen für den optimalen Betrieb der Tunnellüftung. 52 ET200SP dezentrale Peripherien dienen dazu, den aktuellen Zustand im Tunnel mit Sensoren zu überwachen, zu erfassen und die Motoren sowie die Strahlventilatoren, die mit Frequenzumrichtern Sinamics G120X ausgerüstet sind, zu steuern.

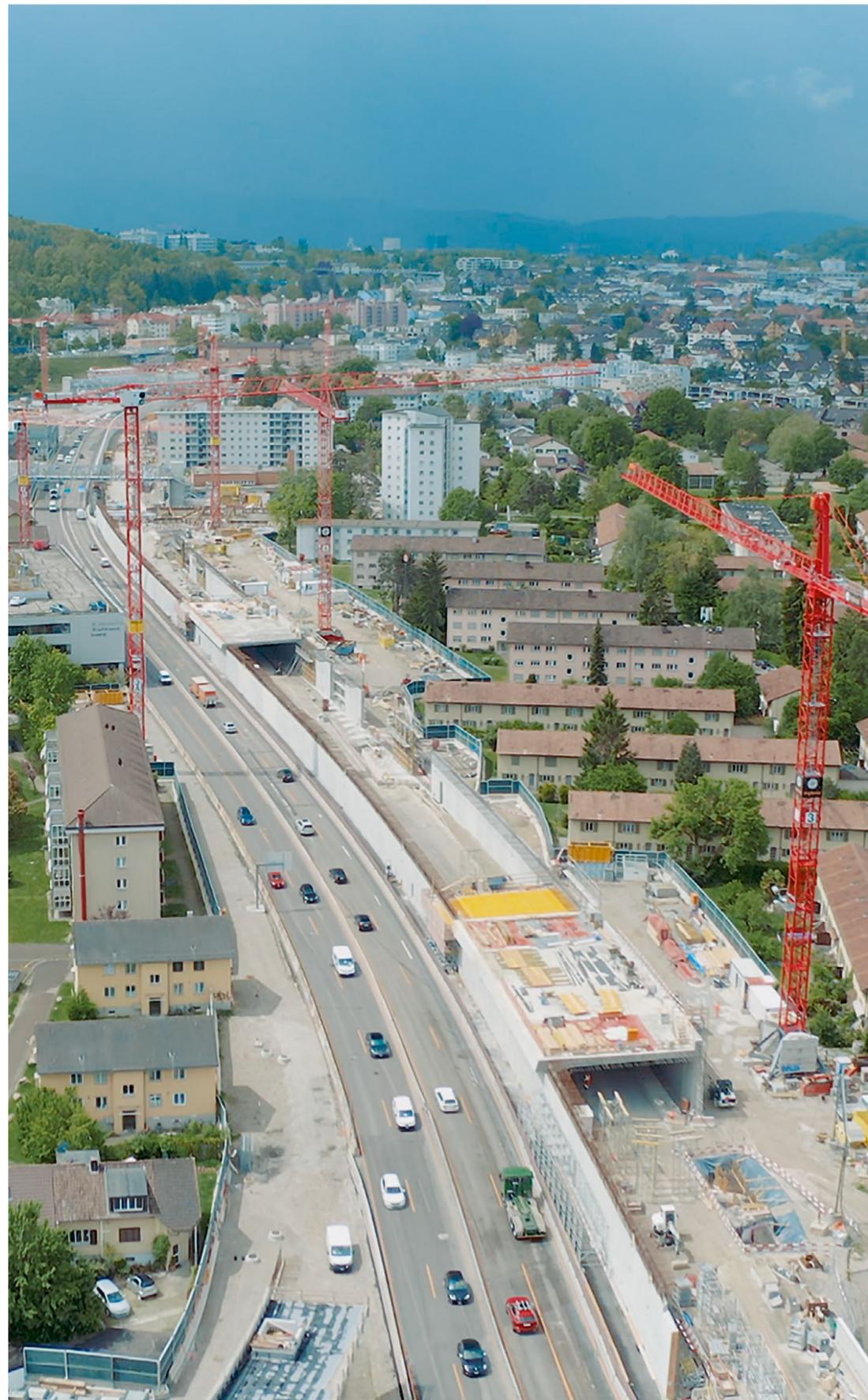
Für die Automatisierung ist die Firma Autcomp Automation zuständig. Projektleiter Marcel Bachmann erinnert sich an die Anfangsphase des Projekts: «Siemens unterstützte uns sehr gut bei der Evaluierung des Steuerungskonzeptes. Der Preis ist bei einem solchen Projekt nicht vernachlässigbar – umso wichtiger war eine optimale Beratung bei der Auslegung der Lüftung.» So gelang es Autcomp, sowohl alle Anforderungen des ASTRA einzuhalten als auch ein preislich attraktives Angebot zu unterbreiten und den Zuschlag für das Projekt zu erhalten.

Es sei das Gesamtpaket, das sie immer wieder zu Siemens-Produkten greifen lasse: «Das Engineering und die Programmierung erfolgen bequem im TIA Portal und das webbasierte WinCC Unified View of Things ermöglicht einfache Vor-Ort-Visualisierungen direkt auf der S7-1500-Steuerung.»

Technik in Kürze

Die robuste S7-1500 bildet zusammen mit zahlreichen weiteren Netzwerk- und Automationslösungen wie dem WinCC Unified View of Things (VoT), den Peripheriemodulen ET200SP, den Sitop Stromversorgungen und Selektivitätsmodulen sowie dem Switch Scalance XC-200 oder dem Frequenzumformer Sinamics G120X ein durchgängiges und bedienerfreundliches Gesamtsystem. Mit PLC Sim Advanced lassen sich die CPU-Programme auf einem virtuellen Controller simulieren und so auch das Personal schulen. Die CPU kann im TIA Portal konfiguriert, programmiert und die Programme optimiert werden.

[siemens.ch/digitaltunnel](https://www.siemens.ch/digitaltunnel)



Überblick auf die Grossbaustelle der Einhausung Schwamendingen.

Digitaler Zwilling statt Vollsperrung

Wird ein Tunnel saniert oder wie in Schwamendingen erweitert, ist die Inbetriebnahme der Lüftung eine grosse Herausforderung. Auf Herz und Nieren geprüft werden kann sie nur, wenn der Tunnel für den Verkehr gesperrt wird. Das verlangt von den Verkehrsplanern Höchstleistungen und von den Verkehrsteilnehmenden starke Nerven. Doch selbst bei einer Sperrung gibt es einige Szenarien, die besser nicht real durchgespielt werden: So möchte niemand ernsthaft den Brand eines Tanklastwagens herbeiführen, um zu sehen, ob die Lüftung korrekt reagiert.

Wie lässt sich nun sicherstellen, dass die Lüftung im Ernstfall einwandfrei funktioniert? HBI hat dazu einen Tunnel-Lüftungs-Simulator entwickelt, der bereits bei einer früheren Zusammenarbeit mit Siemens im Projekt Umfahrung Roveredo als «Proof of Concept» erfolgreich im Einsatz war. Der HBI-Simulator ermöglicht aufgrund seiner neuartigen Modellierung die Interaktion mit der Steuerung und die Echtzeit-Visualisierung der Ergebnisse. Als die Planung für das Projekt Einhausung Schwamendingen weiter fortschritt, zeichneten sich immer mehr die Vorteile ab, die der HBI-Simulator und die virtuelle Inbetriebnahme dem Projekt bringen würden. Das digitale Abbild schont das Material, die virtuell betriebenen Geräte – wie zum Beispiel Frequenzumrichter – können zu Testzwecken beliebig oft hoch- und heruntergefahren werden ohne Schaden zu nehmen.

Und wie sieht es mit der zeitlichen Ersparnis aus? Frey gibt zu: «Fairerweise muss man sagen, dass die Zeiteinsparung nicht enorm ist.» Die Simulation muss programmiert werden und die meisten Tests finden in Echtzeit statt. Dennoch, der Ventilator muss im Simulationsprogramm nicht wie in der Realität immer mindestens zehn Minuten laufen gelassen werden. Auch werden dank des Simulators viel mehr Tests realisiert, was der Qualität der Anlage zugutekommt. Und die Hauptarbeit verlagert sich ins warme Büro, die Projektbeteiligten müssen nicht nächtelang im Tunnel umherstreifen, sondern können die Szenarien in Ruhe systematisch durchspielen. Auch für die Automation sieht Bachmann die Vorteile des digitalen Zwillings; denn nicht nur die Lüftungskomponenten werden simuliert, auch die Steuerungen können mit dem virtuellen Controller PLC Sim Advanced im TIA Portal abgebildet werden. So können die verschiedenen Szenarien durchgespielt und geprüft werden, bevor die Geräte am Ort sind.

Nicht zuletzt denkt Frey auch an die Schwamendinger Bevölkerung, die sich für weniger Lärm stark gemacht hat: «Mit der virtuellen Umgebung schonen wir die Anwohnenden. Bei realen Tests, die aus logistischen Gründen nachts stattfinden müssten, würden wir die Anwohner mit den Ventilatoren – auf Vollast sind sie so laut wie ein Düsenflugzeug – unsanft aus dem Schlaf reissen.»

Wegweisend für künftige Projekte

Der Bau der Einhausung Schwamendingen ist in vollem Gange, 2024 soll das Bauwerk fertiggestellt sein und der Hochpark als grüne Oase der Bevölkerung übergeben werden.

Dank der virtuellen Inbetriebnahme kann das ASTRA auf etliche Sperrungen des vielbefahrenen Autobahnabschnitts verzichten. Markus Eisenlohr, Fachspezialist Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen beim Bundesamt für Strassen ASTRA, betont, wie wertvoll dies sei, denn jede Sperrung hätte sofort weitreichende Auswirkungen auf den gesamten Verkehr im Raum Zürich Nord. Er kann sich gut vorstellen, dass auch bei künftigen Projekten solche Simulationen zum Einsatz kämen. Nicht zuletzt ergänzt die vir-

tuelle Planung und Inbetriebnahme sehr gut die Planung eines Projekts mit dem Building Information Modelling (BIM), die bei komplexen Bauprojekten immer mehr Einzug hält. Eisenlohr freut sich, dass das Projekt so gut voranschreitet: «Möglich ist dies nur, weil alle Beteiligten stets am gleichen Strang ziehen und sich mit vollem Elan einsetzen – bei einem so komplexen Unterfangen keine Selbstverständlichkeit.»



Durch den digitalen Zwilling lässt sich die Lüftung bereits frühzeitig virtuell in Betrieb nehmen. Damit werden Kosten und Zeit gespart.

Partner

HBI Haerter

Die HBI Haerter AG (Schweiz), die HBI Haerter GmbH (Deutschland) und die HBI Haerter Pty Ltd (Australien) sind Gesellschaften beratender Ingenieure. Die Schwerpunkte der Tätigkeiten liegen in der Planung, Projektierung und der Begleitung der Ausführung von Tunnellüftungen – von Machbarkeitsstudien über die Ausführung und Bauleitung bis hin zu Sanierungen und Optimierungen während der Betriebsphase.

[hbi.ch](https://www.hbi.ch)

Kunde

Autcomp Automation

1989 in Chur gegründet, erarbeitet das Unternehmen an den drei Standorten Chur, Stansstad und Wohlen Gesamt- und Teillösungen in den Bereichen Automation, Leittechnik und ICT-Infrastruktur. Seit 2012 ist Autcomp Siemens Solution Partner Automation Drives.

[autcomp.com](https://www.autcomp.com)