

Energie- und Versorgungsindustrie

## HBI Haerter

Ingenieurbüro nutzt Simcenter STAR-CCM+ für  
Überprüfung und Nachweis der Tunnelsicherheit

### Produkt

Simcenter

### Herausforderungen

Lüftungssysteme in Tunnels  
und Stationsgebäuden  
optimieren

Sichere Fluchtbedingungen  
im Brandfall gewährleisten

Realistische Simulations-  
modelle von Notfallszenarien  
schaffen

Auswirkungen von Feuer,  
Fahrzeugen in Bewegung  
und Lüftung einbeziehen

### Erfolgsfaktoren

Strömungssimulationen mit  
Simcenter STAR-CCM+

Mittels Simcenter  
STAR-CCM+ multiphysikali-  
sche Modelle von Hoch- und  
Tiefbauten erstellen

Nach Änderungen  
Simulation wiederholen

### Ergebnisse

Rasche Erstellung  
umfassender dynamischer  
3D-Simulationen von  
Notfallszenarios

Optimierte  
Lüftungskonstruktionen

Virtuelle 3D-Touren durch  
verrauchte Gebäude



Begehung eines brennenden Untergrundbahnhofes in der virtuellen Realität

Mit einer Lösung von Siemens  
PLM Software erzeugt HBI  
Haerter 3D-Touren durch ver-  
rauchte Gebäude in der  
virtuellen Realität.

### Simulieren widriger Gegebenheiten

Immer mehr Straßen werden unterirdisch  
gebaut, nicht nur im Gebirge, sondern  
auch in dicht besiedelten Gebieten. In  
Tunnels und Untergrundbahnhöfen müs-  
sen die Lebensbedingungen für deren  
Nutzer mit technischen Mitteln geschaf-  
fen werden. Für die Bereitstellung von  
Frischlufte und die Abgasbeseitigung  
braucht es Lüftungssysteme. In Notfällen,  
etwa bei Unfall oder Brand, müssen die  
Menschen die Gefahrenzone verlassen  
können. Neben Fluchtwege-Leitsystemen  
ist dafür eine Gebäudekonstruktion erfor-  
derlich, die den Menschen durch entspre-

chende Luftzirkulation ermöglicht, unter  
der Rauschschicht reine Luft zu atmen und  
die Notausgänge zu finden.

„Die Lüftungsanlagen in Tunnels oder  
Stationsgebäuden sind extrem komplex“,  
sagt Erwin Schnell, Projektleiter bei HBI  
Haerter. „Ihre Konstruktion muss beim ers-  
ten Wurf passen. Sie kann nicht anhand  
von Prototypen überprüft und verbessert  
werden, sondern nur per Strömungssimu-  
lation mittels Computational Fluid  
Dynamics (CFD).“

Diese ist nicht nur Aufgabe, sondern  
Mission für den erfahrenen Spezialisten,  
der bereits 1989 in der Entwicklung für  
Luft- und Raumfahrt sowie Automobilbau  
numerische Simulation einsetzte. Bei der  
Präsentation der instationären Simulation  
eines Auspuffsystems in einer VR-CAVE  
nutzte er 1998 erstmals immersive

„Simcenter STAR-CCM+ ist viel mehr als nur ein Stück Software. Es ist ein Prozess, der sich maßgeschneidert an die gesamte Vielfalt kundenspezifischer Bedürfnisse anpassen lässt.“

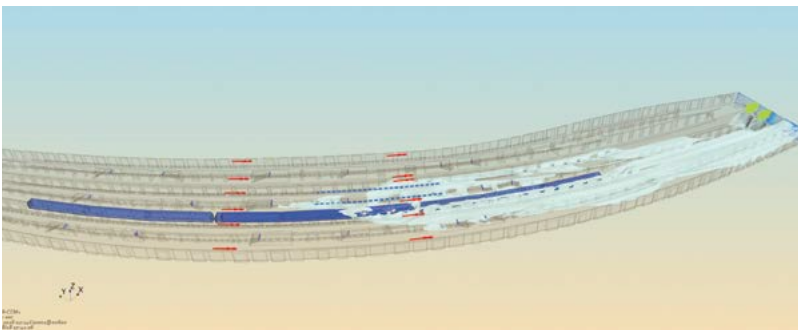
Erwin Schnell  
Projektleiter  
HBI Haerter

virtuelle Entwicklungsmethoden. Zudem treibt er seit 2013 wesentlich die Augmented Reality. Schnell ist auf Brand- und Rauch-simulationen spezialisiert. Er gehört zu den 40 Experten von HBI Haerter. Mit mehr als 800 erfolgreich umgesetzten Referenzprojekten gehört diese Techni-kergruppe mit zwei Standorten in der Schweiz und zwei weiteren in Deutsch-land und Australien zu den weltweit führenden Beratungsunternehmen für die Tunnellüftung.

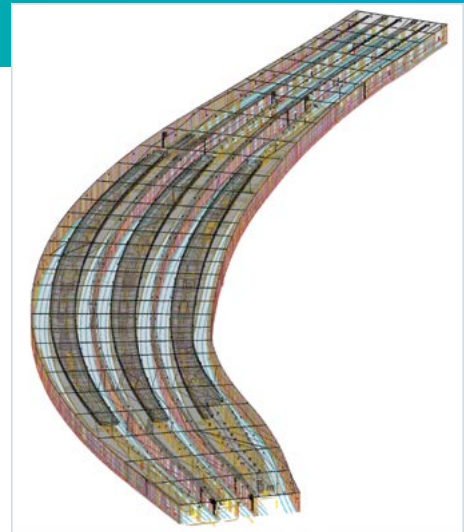
#### Simcenter STAR CCM+ für numerische Kontinuumsmechanik

Zur Berechnung der durch Verkehrsbewegungen oder Lüftung hervorgerufenen Luftströme und Rauchausbreitung in Tunnels und Bahnhöfen verwenden die Simulationsexperten von HBI Haerter die Software Simcenter™ STAR-CCM+™. Dieses Paket ist Teil von Simcenter™, einem umfassenden Portfolios von Simulationssoftware und Testlösungen von Siemens PLM Software, einem Spezialisten für das Produktlebenszyklusmanagement (PLM).

Obwohl keineswegs auf Strömungsrechnungen beschränkt, steht bei dieser Software für Analyse und Lösung von Problemstellungen mit Fluidströmen CFD durch schrittweise Näherung mittels numerischer Analysen und Datenstrukturen im Mittelpunkt. Es basiert auf der Finite-Volumen-Methode zur Darstellung und Auswertung der Navier-Stokes-



Mit der Software Simcenter STAR-CCM+ führt HBI Haerter Strömungssimulation mittels Computational Fluid Dynamics (CFD) durch und überprüft damit die Wirksamkeit der Lüftung im Brandfall.



HBI Haerter ist auf die extrem komplexen Lüftungskonstruktionen für Tunnels oder Bahnhöfe spezialisiert.

Gleichungen. Das wird auch als numerische Kontinuumsmechanik (engl. computational continuum mechanics) bezeichnet, daher das CCM in Simcenter STAR-CCM+.

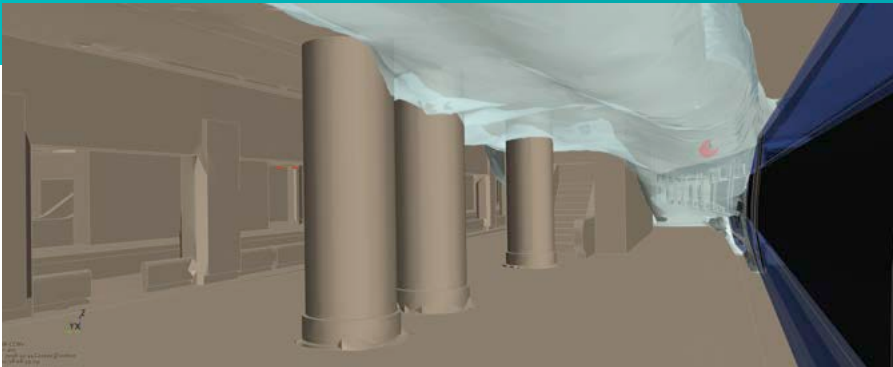
„Das gesamte Strömungsfeld wird dargestellt durch eine entsprechende Anzahl einfach verbundener Volumensdurchflusselemente, die in einem Vorgang namens räumliche Diskretion oder Vernetzung erzeugt werden“, sagt Schnell. „Geschwindigkeiten und skalare Größen wie Temperatur oder Rauchkonzentration werden dabei für jedes einzelne Element berechnet.“

#### Einfach anpassbare Simulation

Als Schnell vor beinahe 30 Jahren begann, mittels computergestützter Engineering (CAE) Software Simulationen durchzuführen, wählte er Simcenter™ STAR-CD™, einen Vorläufer von Simcenter STAR-CCM+.

„Mehr als jede andere damals verfügbare Software war Simcenter STAR-CD erkennbar von Ingenieuren für Ingenieure entwickelt worden“, sagt Schnell. „Gleiches gilt für dessen modernes Nachfolgeprodukt, das ich seit seiner Markteinführung 2005 verwende.“

Die Software wurde vom leeren Blatt Papier weg mit einem objektorientierten



Die Simulation zeigt, wie sich der Rauch in der Station ausbreitet.

Ansatz zum simultanen Lösen von Strömungs- und Wärmeübergangsproblematiken entwickelt.

„In meinen Augen ist Simcenter STAR-CCM+ viel mehr als nur ein Stück Software“, sagt Schnell. „Es ist ein Prozess, der sich einfach maßgeschneidert an die gesamte Vielfalt kundenspezifischer Bedürfnisse anpassen lässt.“

Zu den Unterschieden zwischen einzelnen Kundenprojekten gehören Qualität und Format der in verschiedenen CAD-Softwaretools erzeugten Geometriedaten. Simcenter STAR-CCM+ unterstützt zahlreiche Formate für das Importieren von 3D-Volumskörpern aus allen gängigen CAD-Systemen. Eine integrierte vollparametrische, Feature-basierende 3D-Modellierung ermöglicht zudem das Erzeugen und Modifizieren der Geometrie direkt in der Software.

„Das gibt uns die Möglichkeit, durch das Setzen verschiedener Parameter schrittweise die Geometrie zu optimieren“, sagt Schnell. „Die Software kann iterativ Parameterlisten durchgehen. So lassen sich die Auswirkungen konstruktiver Varianten extrem effizient untersuchen.“

Dies wird noch verstärkt durch den eingebauten Design Manager, der Anwendern in Simcenter STAR-CCM+ das Erstellen und automatische Überprüfen ganzer Konstruktionsfamilien ermöglicht, einschließlich Prozessmanagement und Leistungsbewertung. Die Software ermöglicht den einfachen Zugriff auf sämtliche Operationen und kann über Parameter nach Anpassungen der

Geometrie die Netze automatisch neu berechnen.

„Mit Simcenter STAR-CCM+ erhalten wir zuverlässig reproduzierbare Ergebnisse mit dem bestmöglichen Minimum an Meshing-Einflüssen“, sagt Schnell.

#### **Rasche Ergebnisse für fundierte Entscheidungen**

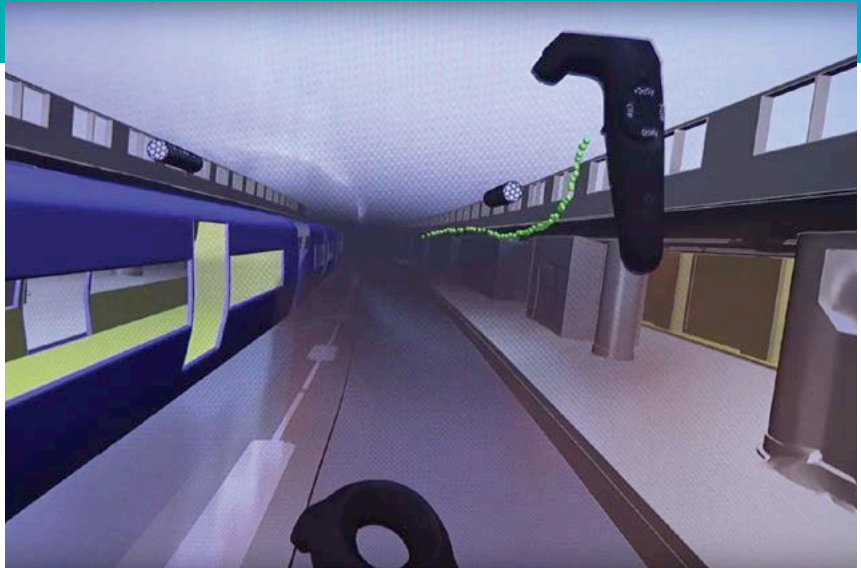
Aktuelle Versionen von Simcenter STAR-CCM+ können auch direkt mit der Software Teamcenter® verlinkt werden, um dort erzeugte Product Lifecycle Management extensible Markup Language (PLM XML) Dateien zu importieren und exportieren. Als Master-Dateien enthalten diese die Namen, Attribute und Speicherorte der echten CAD-Daten, die in praktisch allen gängigen Formaten (einschließlich dem Datenformat JT™ und dem der Software Parasolid® oder der Software NX™, um nur einige wenige zu nennen) vorliegen können. Die verbesserte Assoziativität mit den CAD-Daten gibt Simulationsingenieuren die Gewissheit, immer das richtige Modell vor sich zu haben. Die Workflow-Tools von Teamcenter ermöglichen Ingenieuren aller Disziplinen mit wenig oder gar keinem Zusatzaufwand eine enge Zusammenarbeit.

Andererseits enthält Simcenter STAR-CCM+Werkzeuge, die Simulationsingenieuren helfen, sich auf das Modellieren von Funktionen zu konzentrieren, ohne bei der Geometrie zu sehr ins Detail gehen zu müssen.

„Kürzlich hatte ich in einem Projekt nichts als eine einfache Skizze“, sagt

„Simcenter STAR-CCM+ bietet eine automatische Dekomposition, sodass wir die Anzahl der Prozessoren mühelos an die Erfordernisse der jeweiligen Aufgabe anpassen können.“

Erwin Schnell  
Projektleiter  
HBI Haerter



HBI Haerter erzeugt mittels Simcenter STAR-CCM+ in der virtuellen Realität 3D-Touren am Notfallort. Mit Ämtern und Versicherungen laufen Verhandlungen über die Erteilung von Baufreigaben auf Basis numerischer Nachweise in Form von Touren durch verrauchte Gebäude in der virtuellen Realität.

Schnell. „Mittels generischer geometrischer Formen wie Würfel und Zylinder konnte ich innerhalb von nur vier Stunden mit Überzeugung valide Simulationsergebnisse präsentieren.“

Diese Fähigkeit ermöglichte dem Kunden, innerhalb kürzester Zeit eine fundierte Entscheidung zu treffen, eine immer wichtiger werdende Anforderung. Sie macht auch das Erlernen der Software einfach, sodass neue Mitarbeiter schnell produktiv werden können.

#### **Realismus durch Multiphysik**

Ähnlich einfach das Vereinen verschiedener Aspekte in einer Multiphysiksimulation, um ein umfassendes Abbild

des realen Verhaltens eines Produktes oder Szenarios zu erhalten. In Simcenter STAR-CCM+ werden all diese Möglichkeiten aus einer einzigen integrierten Umgebung heraus aufgerufen. Diese enthält Geometrie, Netz, Randbedingungen, physikalische Modelle und Simulationsergebnisse. Sie bietet zudem eine einfach aufzurufende Programmierschnittstelle (Application Programming Interface; API) zur Verbindung zu anderen Simulations-tools für die Co-Simulation.

„Bei der Notfall-Modellierung für die Konstruktion unterirdischer Bahnhöfe integrieren wir eine Wärmequelle,

Lüftungsanlagen, die Aerodynamik fahrender Züge und die Auswirkungen von Menschen auf den Bahnsteigen mit der Kaminwirkung der Architektur“, sagt Schnell. „Mit einem Overset Mesh, das es erlaubt, hierarchische Simulations-szenaren zu erzeugen, ermöglicht uns Simcenter STAR-CCM+, unabhängige Aspekte zu umfassenden multiphysikalischen Simulationen zu verbinden. Die CFD-Experten von HBI Haerter führen nicht nur Brand- und Rauchsimulationen durch, sondern nutzen die gesamte Bandbreite der von STAR-CCM+ bereitgestellten Verfahren wie VoF, DEM, FSI, Multiphase Flow, etc.“

*„Simcenter STAR-CCM+ ermöglicht uns, unabhängige Aspekte zu umfassenden multiphysikalischen Simulationen zu verbinden.“*

## Lösung

Simcenter STAR-CCM+  
[mdx.plm.automation.siemens.com/star-ccm-plus](http://mdx.plm.automation.siemens.com/star-ccm-plus)

## Hauptgeschäft des Kunden

HBI Haerter AG ist als international führendes Ingenieurbüro auf Entwurf, Planung und Ausführung von Projekten in den Bereichen Tunnel-  
lüftung, Emissionsprognose und Sicherheit sowie Aerodynamik und Thermodynamik von Strassen- und Eisenbahntunnels spezialisiert. HBI bietet die gesamte Dienstleistungsbandbreite für die Tunnellüftung, von Machbarkeitsstudien bis Messungen, Detailstudien und Projektumsetzung bis Umbau und Optimierung im laufenden Betrieb.  
[www.hbi.ch](http://www.hbi.ch)  
[www.hbi.eu](http://www.hbi.eu)

## Standort

Zürich  
Schweiz

Je reichhaltiger der digitale Zwilling ist, desto mehr Rechenleistung erfordert die Simulation. HBI Haerter betreibt Rechencluster am Hauptstandort in Zürich, um ausreichend Kapazitäten im Haus bereitzustellen. Bei Überlastung kann auf weitere Kapazitäten im Hochleistungsrechenzentrum (HLRS) Stuttgart zugegriffen werden. Die Client-Server-Architektur von Simcenter STAR-CCM+ ermöglicht Anwendern Problemlösungen unter Verwendung kleinerer Computer, wobei die rechenintensive Mathematik auf eine externe Maschine ausgelagert wird. Eine nur für dieses Produkt von Siemens PLM Software erhältliche Power Session Lizenz ermöglicht gegen eine fixe Jahresgebühr die Durchführung von Simulationen auf beliebig vielen Prozessoren.

„Durch massive Parallelverarbeitung erreichen wir sehr kurze Durchlaufzeiten“, sagt Schnell. „Im Vergleich zu allen anderen mir bekannten Softwaretools für die CFD-Simulation bietet Simcenter STAR-CCM+ sehr effiziente Dekompositionsverfahren, sodass wir die Anzahl der Prozessoren mühelos an die Erfordernisse der jeweiligen Aufgabe anpassen können.“

## Virtualität für reale Entscheidungen nutzen

Simcenter STAR-CCM+ bietet einen ständig steigenden Grad an Realismus. Dazu gehört die Nutzung von Virtual Reality (VR) Brillen als Mensch-Maschine-Schnittstelle. Die VR-Brillen ermöglichen ihren Anwendern, in die Simulation einzutauchen um zum Beispiel die Fluchtmöglichkeiten im Brandfall zu überprüfen.

„Anwender können zur Visualisierung des Strömungsfeldes und der Rauch- und Temperaturschichten auf dem Bahnsteig masselose Partikel freisetzen“, sagt Schnell. „Sie können völlig gefahrlos zu den nächstgelegenen Ausgängen gehen und überprüfen, ob die Fluchtwege rauchfrei sind.“

Zu den Vorteilen der VR-Simulation gehört, dass Brandsachverständige Schwachstellen an Orten analysieren können, die in der Realität nicht zugänglich und in herkömmlicher Dokumentation nicht darstellbar sind. 2018 nahm Schnell Verhandlungen mit Ämtern und Versicherungen auf. Diese könnten schon bald auf Basis numerischer Nachweise in Form von Touren durch verrauchte Gebäude in der virtuellen Realität Baufreigaben erteilen.

# „Mit Simcenter STAR-CCM+ erhalten wir zuverlässig reproduzierbare Ergebnisse ohne Meshing-Einflüsse“

Erwin Schnell  
Projektleiter  
HBI Haerter

## Siemens PLM Software

Deutschland +49 221 20802-0  
Österreich +43 732 37755-0  
Schweiz +41 44 75572-72

© 2018 Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. Siemens and the Siemens logo are registered trademarks of Siemens AG. Femap, HEEDS, Simcenter 3D and Teamcenter are trademarks or registered trademarks of Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. or its subsidiaries in the United States and in other countries. Simcenter, Simcenter Amesim, LMS Samtech Samcef, LMS Samcef Caesam, Simcenter SCADAS, Simcenter Testxpress, Simcenter Soundbrush, Simcenter Sound Camera, Simcenter Testlab and LMS Virtual.Lab are trademarks or registered trademarks of Siemens Industry Software NV or any of its affiliates. Simcenter STAR-CCM+ and STAR-CD are trademarks or registered trademarks of Siemens Industry Software Computational Dynamics Ltd. All other trademarks, registered trademarks or service marks belong to their respective holders.

[www.siemens.com/plm](http://www.siemens.com/plm)

68715-A7 DE 7/18 o2e