



# DREIDIMENSIONALE KANALISATIONS- UND WERKLEITUNGSPLANUNG

## NEUBAU BUSHOF MIT TIEFGARAGE IN ADLISWIL

**Die B3 Brühwiler AG setzt auf digitales Planen und Bauen (VDC – Virtual Design and Construction) im Hoch- und Tiefbau. Beim Neubau des Bushofs mit Tiefgarage in Adliswil konnten mehrere Anwendungsfälle umgesetzt werden. Durch die Zusammenarbeit des gesamten Projektteams an einem digitalen Modell resultiert eine deutlich höhere Projektqualität und Effizienz.**

*David Brühwiler\*, B3*

*Stefan Signer, B3*

*Nicolas Bürkler, B3*

### RÉSUMÉ

#### POTENTIEL DE LA PLANIFICATION TRIDIMENSIONNEL DES CANALISATIONS ET CONDUITES SOUTERRAINES

Les projets de construction complexes doivent être planifiés et réalisés en respectant des délais toujours plus courts et des exigences croissantes en matière de planification et d'exécution avec des procédures de travail étroitement imbriquées. La réalisation numérique d'un projet en accord avec la VDC (Conception et construction virtuelles) peut aider à maîtriser cette complexité. La VDC s'articule autour de trois piliers: les processus (PPM), la communication et collaboration (ICE) et la modélisation des données du bâtiment (BIM). Une chose est sûre: le BIM est plus que de la modélisation 3D, car outre les détails géométriques, la quantité d'informations des modèles joue un rôle central. La VDC est une méthode de travail numérique qui garantit l'accès à des informations à jour sur le projet (visuelles, techniques, etc.), afin d'éviter une communication souvent équivoque et des concertations discontinues entre les acteurs. En plus, cela permet de prendre des décisions et de s'organiser de manière centralisée lorsque des situations difficiles se présentent, un avantage décisif, en particulier pour les structures existantes telles que canalisations et conduites souterraines. Il est alors possible d'obtenir une qualité de projet nettement supérieure ainsi qu'une amélioration de l'efficacité lors de la réalisation. Les domaines d'application sont nombreux et la VDC a profondément transformé notre manière de

### VDC-EINSATZ IN BAUINGENIEURBÜRO

Digitale Technologien verändern unser Leben. Komplexe Bauvorhaben sollen in immer kürzerer Bauzeit mit stets steigenden Anforderungen an die Planung und die Ausführung mit stark ineinandergreifenden Arbeitsabläufen geplant und realisiert werden. Ein möglicher Grund, warum sich die Bauindustrie nicht bereits vor Jahren an die aktuelle digitale Situation angepasst hat, könnte das Fehlen einer wirklichen Serienproduktion sein, da jedes Bauwerk ein Unikat ist. Es zeigt sich aber, dass die Abwicklung von Grossbauvorhaben mit klassischen Planungsmethoden, zunehmender Anzahl an Fachplanern, grossem Termin- und Kostendruck sowie wachsender Komplexität nicht mehr beherrschbar ist. Aufgrund dieser Gegebenheiten sind Fehler bei anspruchsvollen Bauvorhaben an der Tagesordnung. Für den Bauherrn bedeutet dies oft massive Zeit- und Kostenüberschreitungen. Eine digitale Projektabwicklung im Sinne von VDC (*Virtual Design and Construction*) kann dabei helfen, die Komplexität beherrschbar zu machen.

VDC baut auf drei Säulen:

- Prozesse (PPM)
- Kommunikation und Kollaboration (ICE)
- Bauwerksinformationsmodell (BIM)

\* Kontakt: david.bruehwiler@b-3.ch

BIM ist mehr als eine 3D-Modellierung, denn neben den geometrischen Details spielt der Informationsgehalt der Modelle eine zentrale Rolle. VDC ist eine digitale Arbeitsweise, bei der Software unterstützend zum Einsatz kommt. VDC betrifft das Planen, Bauen und Betreiben von Gebäuden und Infrastruktur. Was sich einfach schreiben lässt, stellt sich in der Praxis komplexer dar: Planungs- und Ausführungsprozesse im Bauwesen sind gekennzeichnet durch eine arbeitsteilige Kooperation spezialisierter Fachrollen, die an verteilten Standorten unterschiedliche Software einsetzen und verschiedenen selbstständigen Organisationen angehören.

VDC lässt sich als ein digitalisierter Planungs-, Koordinierungs- und Optimierungsprozess verstehen, der umgangssprachlich auch als BIM-Methode bezeichnet wird. Basis für die Prozesse ist eine ganzheitliche, lebenszyklusorientierte Betrachtungsweise des Bauwerks. Die kontinuierlich existierenden Informationen sind es, die der VDC-Methode bedeutsame Chancen eröffnen und diese auf Dauer als nahezu unabdingbaren Faktor in der modernen Bauwirtschaft etablieren werden. Um diesen Mehrwert nutzen zu können, steht nicht nur die Technologie im Mittelpunkt, mindestens ebenso wichtig sind die Prozesse und die Menschen. VDC bezeichnet eine strukturierte, kooperative Arbeitsmethodik, mit der auf der Grundlage digitaler Modelle eines Bauwerks die für seinen Lebenszyklus relevanten Informationen und Daten konsistent erfasst, verwaltet und in einer transparenten Kommunikation zwischen den Beteiligten ausgetauscht oder für die weitere Bearbeitung übergeben werden. Durch die mit VDC eingeführten Neuerungen kann anstatt in 2D-Grundrissen und -Schnitten modellbasiert konstruiert werden. Mit einer vergrößerten Informationstiefe kann die Weitergabe von wichtigen Informationen nun zum Grossteil anstatt durch geplottete Pläne oder nur unzureichend weiterverwendbare Dateiformate durch ein umfassendes digitales Bauwerksmodell erfolgen. Dies geschieht vor allem durch die integrierte Kollaboration vieler Disziplinen. Indem Planer aller Fachrichtungen interoperabel alle wichtigen Informationen austauschen können, ist eine stetig aktuell gehaltene Planung gewährleistet.

Mit VDC ist der Zugriff auf aktuelle Informationen zum Projekt – ob nun visueller,



Fig. 1 Modellbasierte Zusammenarbeit

(© B3 Brühwiler AG)

technischer oder anderer Natur – jederzeit möglich. Nicht eindeutige Kommunikation und diskontinuierliche Abstimmung unter den Akteuren können so vermieden werden. In der Planung und Ausführung ist es ferner nun einfacher, die ablaufenden Prozesse zu steuern, das heisst Abweichungen vom Sollzustand zu erkennen und diese entsprechend frühzeitig und dadurch kostensparend zu beheben.

Aufgrund zunehmender Komplexität der Projekte arbeitet B3 mit der selbst entwickelten Projektmanagementplattform *buildagil*. Darauf kann im gesamten Projektteam aufgabenorientiert intern und extern zusammengearbeitet und kommuniziert werden. Auch haben alle jederzeit Zugriff auf die aktuellen Unterlagen. Die Arbeitsoberfläche kann sich jeder Mitarbeitende individuell zusammenstellen, zudem verfügt *buildagil* über eine effektive Suchfunktion. Die Stärken liegen nicht nur im Datenmanagement, sondern insbesondere auch im Sitzungsmanagement, in der Kontaktverwaltung und in der Planung und Steuerung von Projekten und Einzelaufgaben. Es gibt diverse Schnittstellen zu anderen Programmen wie *Microsoft Outlook*, *Microsoft Project*

oder *Allplan BIMPLUS*. So werden beispielsweise auf BIMPLUS (Modellkooperationsplattform) erfasste Modellpendenzen live mit *buildagil* synchronisiert und können dort weiterbearbeitet werden.

Das Modell steht beim Infrastrukturprojekt in Adliswil in sämtlichen Kommunikationsgremien mit dem Bauherrn, unter den Planern und auch mit dem Unternehmer im Mittelpunkt. Im Zusammenhang mit der Projektmanagementplattform *buildagil* als übergeordneter Managementunterstützung sind die erforderlichen Informationen zur Planung und Ausführung des Projekts an einem Ort zusammengefasst und somit schnell und gesamtheitlich zu finden. Zudem wird über gemeinsame Tasks an einem Ort zusammengearbeitet. Das Modell wird über die IFC(*Industry Foundation Classes*)-Schnittstelle auf der Browserbasierten BIM-Plus-Plattform über alle Fachbereiche zusammengeführt und dem gesamten Projektteam zur Verfügung gestellt. Die visuellen Qualitätsprüfungen wie z.B. Kollisionskontrollen erfolgen ebenfalls über diese Plattform. Zudem werden Informationen zur Umsetzung auf der Baustelle ebenfalls von diesem gesamtheitlichen Modell gelesen (Fig. 1).

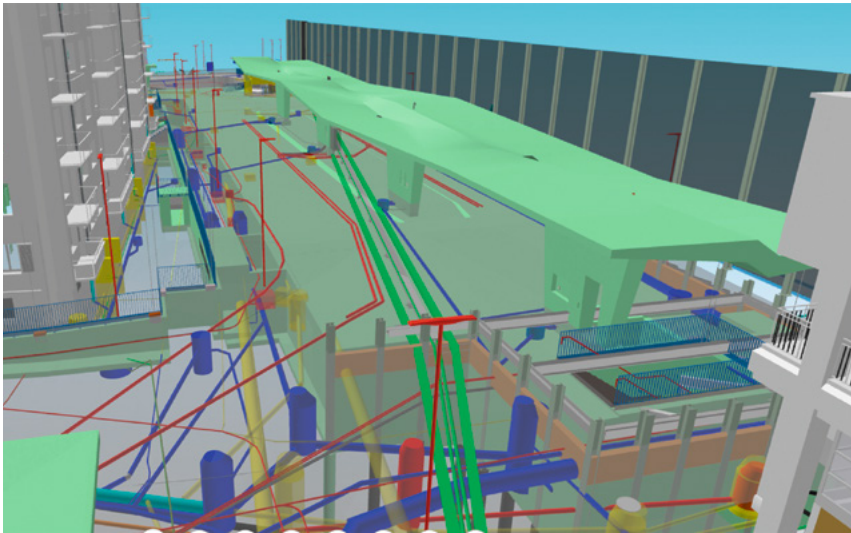


## STECKBRIEF PROJEKT NEUBAU BUSHOF MIT TIEFGARAGE IN ADLISWIL



Visualisierung des Busbahnhofs

(© METTLER Landschaftsarchitektur)



Modell

(©B3 Brühwiler AG)



Baustelle des neuen Busbahnhofs in Adliswil

(©B3 Brühwiler AG)

### BUSHOF

- Neuerstellung bzw. -gestaltung Bushof mit bautechnisch anspruchsvoller Überdachung im innerstädtischen Bereich
- Neugestaltung der bestehenden Zu- und Wegfahrten der beiden Florastrassen «Nord» und «Süd», unter Berücksichtigung und Betrieb sämtlicher Verkehrsteilnehmer sowie der vielen komplexen Rahmenbedingungen (u.a. Grundeigentumsverhältnisse, Retailer-Anlieferungen usw.)
- Betonplatte im Bushofperimeter, Plattenkonstruktion mit schrägem Fugenbild
- behindertengerechte Haltekanten gemäss BehiG-Vorgaben

### PARKING

- 90 zusätzliche Abstellplätze in neuer Tiefgarage
- gesamter Bau direkt an den Gleisanlagen der S-Bahn S4 (SZU)
- gemeinsame (Rampen-)Zufahrt mit bestehendem Parking des Sunnemart
- neue Personenunterführung für direkten Anschluss aus neuem Parking an das Mittelperron der S-Bahn S4 und den neuen Bushof Adliswil
- Verlegung best. Werkleitungen inkl. Hauptversorgungswasserleitung Stadt Zürich (Lorze-Leitung) DN 600 mm
- horizontale Sicherung sowie vertikale Abstützung der zentralen Swisscom-Haupttrasse der Stadt (Glasfaserkabel)
- Sanierung bestehende (Rampen-)Zu- und Wegfahrt und Tiefgarage mit kathodischem Korrosionsschutz (KKS)

### BEITRAG DER B3

#### Generalplanung

- Planung neues Parking und Bushof, Strassenbau, Entwässerung, Werkleitungen
- Verkehrsplanung (in Zusammenarbeit mit Robert Enz, Enz+Partner GmbH)
- Bauingenieur in alle Disziplinen
- Baumanagement/Bauleitung

### WEITERE PLANER

- Landschaftsarchitektur: METTLER Landschaftsarchitektur, Gossau
- Architektur: amplatz – Architekten & Planer AG, St. Gallen
- HLKS: Kempter+Partner AG, St. Gallen
- Elektro: Kohler AG, Wil



## ERFAHRUNGEN AUS DEM MASSIVBAU/BAUGRUBE

Mit BIM-to-Field wird der Prozess bezeichnet, in dem die Plan- und Daten aus dem Modell direkt auf die Baustelle übertragen werden. Eine enge Zusammenarbeit mit dem Bauunternehmer ist dabei sehr wichtig, der mittels Informationstransfer alle Daten vom Modell auf seine Software laden muss. Nur so können die Vorteile von VDC auf der Baustelle vollumfänglich umgesetzt werden. Das Fehlerrisiko wird massgeblich reduziert und alle Mitarbeiter besitzen die aktuellen Datengrundlagen. Dadurch ist das Abstecken mit dem richtigen Zubehör ab Modell kein Problem auf den Baustellen.

Vor der Modellerstellung in der Phase Ausführungsprojekt sollte der Bauablauf schon frühzeitig definiert werden. Damit grosse Anpassungen/Änderungen möglichst vermieden werden können. Hierfür dient ein Bezug der ausführenden Unternehmer in den frühen Phasen der Planung.

Sobald die Elemente/Bauteile definiert sind, können diese mit Informationen versehen werden. Da keine physischen Pläne mehr abgegeben werden, ist es unabdingbar, dass die nötigen Informationen für die Ausführung dem Unternehmer im Modell mitgegeben werden. Im Beispiel der Schalung wird so der Schalungstyp, die Betonqualität usw. direkt den Bauteilen hinterlegt und der Unternehmer kann durch einfaches Antippen seine Arbeitsvorbereitungen, Absteckungen und Schalungsarbeiten ausführen (Fig. 2).

### BEWEHRUNG AM MODELL

Ein Beispiel für den Prozess BIM-to-Field bietet das Verlegen der Bewehrung ab Modell. Schon seit vielen Jahren werden die Bewehrungspläne in 3D modelliert und dienen insbesondere für die Planer als Hilfe bei der Bewehrungsführung. Neu werden die 3D-Bewehrungen ebenfalls dem Bauunternehmer als IFC direkt auf seine Software zugestellt. Mit dem offenen Standard ist der Transfer kein Problem. Die Bewehrung kann somit ohne Plan direkt vom Modell auf dem Tablet dargestellt und verlegt werden. Der klassische Bewehrungsplan wird nicht mehr benötigt und die Abnahme kann durch die realitätsgetreue Modellierung sehr einfach vorgenommen werden (Fig. 3 und 4).

### TRANSFORMATION IN DEN TIEFBAU

Als Pionier und Leader der BIM-Methode gilt der Hochbau, doch auch im Tiefbau kann die Methode entscheidend zu einer effizienteren Produktivität beitragen. Die Vorteile eines Modells im Tiefbau gehen von der Visualisierung für den Auftraggeber bis zur genauen Berechnung von Kosten, Mengen und Terminen. Die Visualisierung von dreidimensionalen interdisziplinären Inhalten ermöglicht ein besseres Verständnis und eine erleichterte Abstimmung. Jede Information, die händisch auf die Pläne geschrieben wird, könnte spätestens bei der nächsten Projektanpassung nicht mehr aktuell sein. Ein 3D-Modell gewährleistet den Überblick, potenzielle Fehlerquellen können so vermieden werden und alle Beteiligten sind jederzeit auf dem aktuellen Stand.

Somit ist BIM-to-Field im Tiefbau analog zum Hochbau möglich. Der ganze Prozess mit dem Informationstransfer läuft dabei genau gleich ab. Deshalb sind beim vorgestellten Beispielprojekt die Werkleitungen miteinbezogen und dreidimensional modelliert worden.

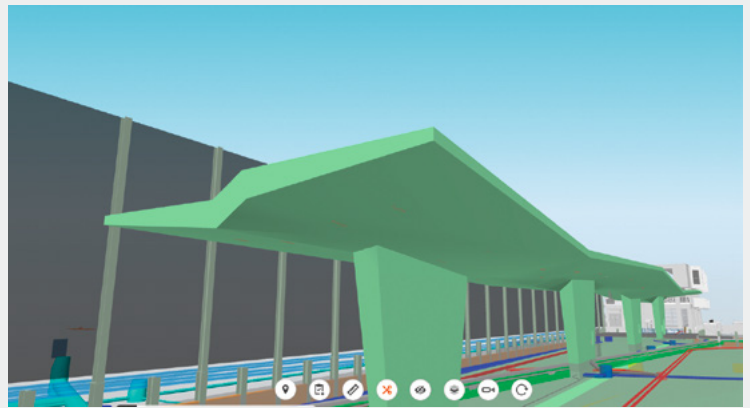


Fig. 2 Rohbaumodell Schalung

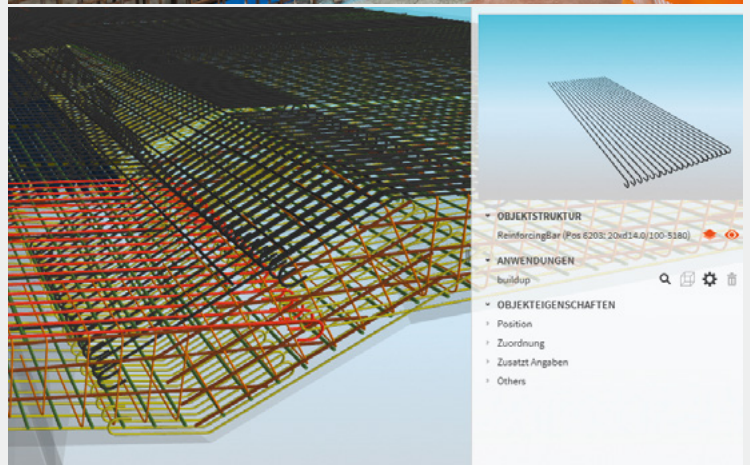
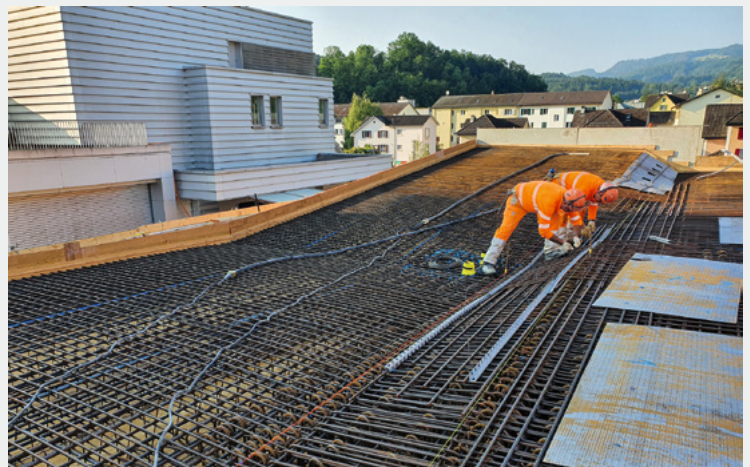


Fig. 3 Bewehrungsmodell, Bewehrungsverlegung

(©B3 Brühwiler AG)



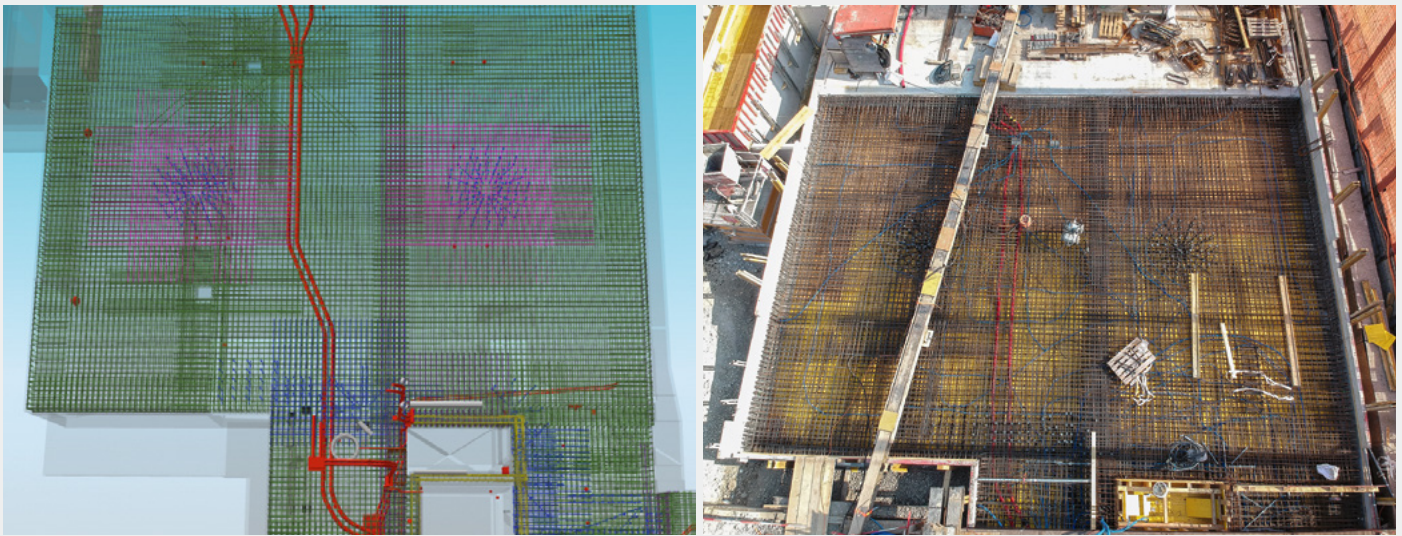


Fig. 4 Bewehrungsabnahme ab Modell. Links: Modell auf Allplan BIMPlus; rechts: Baustellenansicht

(©B3 Brühwiler AG)

Zu jedem Hochbauprojekt gehören Werkleitungen aller Art mit dazu, die vom Gebäude in die Trassen unterhalb der Strasse gelangen müssen. Der Hochbau liefert die Lage und Höhe der Hausanschlüsse, die an das bestehende Netz angeschlossen werden müssen. Im städtischen Tiefbau verlaufen die Werkleitungen meist auf engem Raum und deren genaue Informationen (Lage, Höhe, Durchmesser usw.) sind meistens nicht vorhanden oder dann nur auf 2D-Plänen. Dies führt während der Ausführung vielfach zu grossen Schwierigkeiten und Zeitverlusten, da eine koordinierte Planung der Anschlüsse ohne die wichtigen Details nicht möglich ist.

Am Beispielprojekt sind alle Werkleitungen von der Kanalisation bis zur Lüftung der Tiefgarage dreidimensional modelliert. Die zu verlegenden Leitungen der Werke sind mit allen notwendigen Attributen versehen, damit ein reibungsloser Bauablauf stattfindet und alle Mengen ab dem Modell ermittelt werden können.

Die Aufgabe eines Tiefbauingenieurs in VDC besteht vor allem in der Verantwortlichkeit der Kollisionsprüfung, Überwachung der BIM-Daten und der Sicherstellung der Qualität. Alle Daten sollten gemäss BIM-Abwicklungsplan die gewünschte Struktur der Bauherren aufweisen und entsprechende Qualitätssicherungen erfüllen. Dementsprechend soll ein Tiefbauingenieur eine grosse Kompetenz bezüglich Planungsprozess, technischer Fähigkeiten und in der Softwareanwendung haben. Die Anforderungen an die Vielfältigkeit eines Bauingenieurs bauen sich mit der VDC weiter aus.

### MODELLIERUNG TIEFBAU/STRASSENBAU

Im Bereich Tiefbau gibt es verschiedene Fachmodelle, die im BIMPLUS zu einem Modell zusammengesetzt werden. Die 3D-Modelle bilden die Basis der BIM-Methode und bestehen immer aus 3D-Geometrieobjekten und den dazugehörigen Informationen. Alle Modelle müssen nach den vorgegebenen Informationsanforderungen gegliedert und organisiert sein. Die verschiedenen Attribute, welche die notwendigen Informationen enthalten, sind je nach Element unterschiedlich. Zum Beispiel beinhaltet ein Strassenrandabschluss andere Informationen als eine Haltung der Entwässerung. Welche Attribute für ein Element ausgegeben werden, ist im Elementplan beschrieben,

der mit dem Auftraggeber abzustimmen ist. Die spezifischen Fachmodelle in einem Tiefbauprojekt sind zum Beispiel Bestand, Strassenbau, Werkleitungen, Absteckung, Kunstbauten, Beleuchtung usw.

### BESTAND

Das Bestandesmodell bildet die Planungsgrundlage jedes Projekts und sollte eine entsprechende Qualität aufweisen (Fig. 5). Das Modell beinhaltet bestehende Bauwerke, Daten der amtlichen Vermessung und vom GIS, ein digitales Geländemodell usw.

Der Projektperimeter wird mittels 3D-Scan aufgenommen, um eine höhere Genauigkeit des Bestandes zu erlangen. Somit können Treppen, Stützmauern, Durchlässe usw. sehr genau modelliert werden, was die Planung erleichtert.

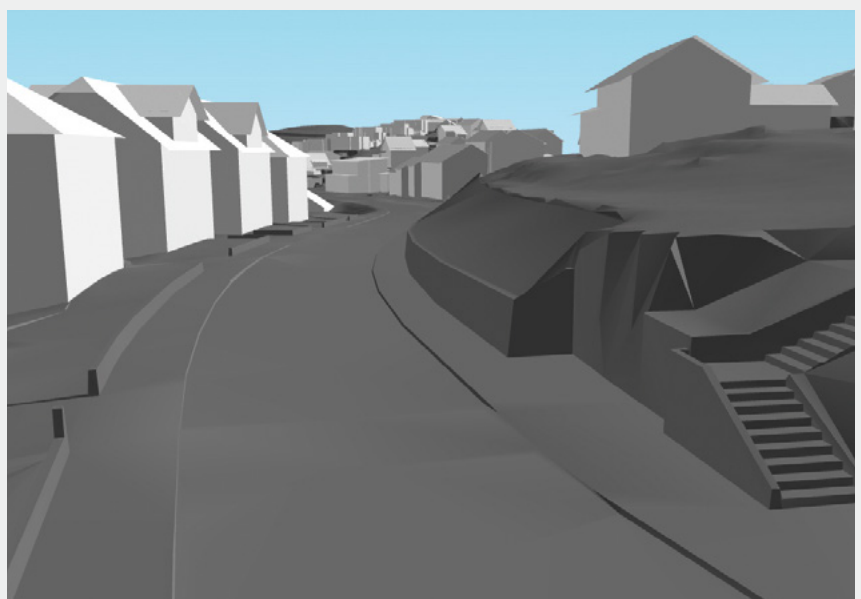


Fig. 5 Bestandesmodell Oberfläche

(© B3 Brühwiler AG)

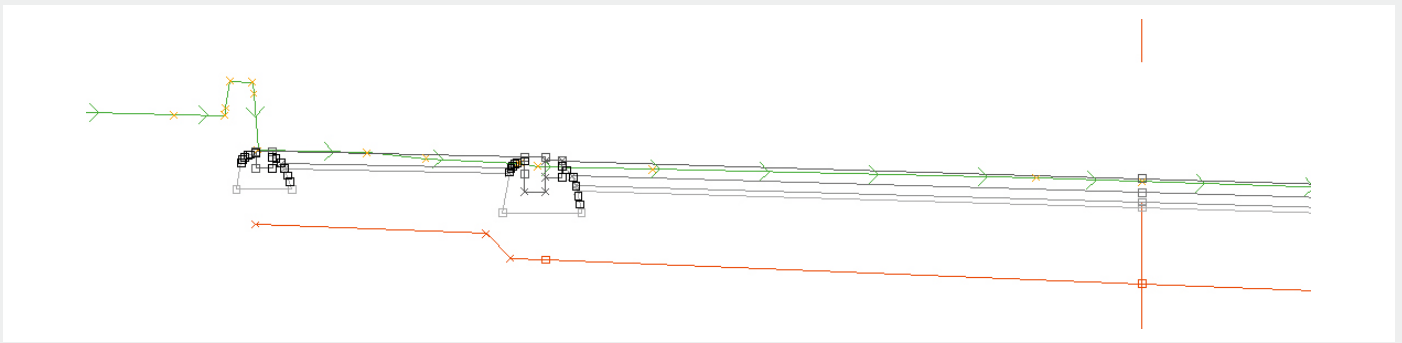


Fig. 6 Regelquerschnitt mit Bestand, CAD iTWO civil.

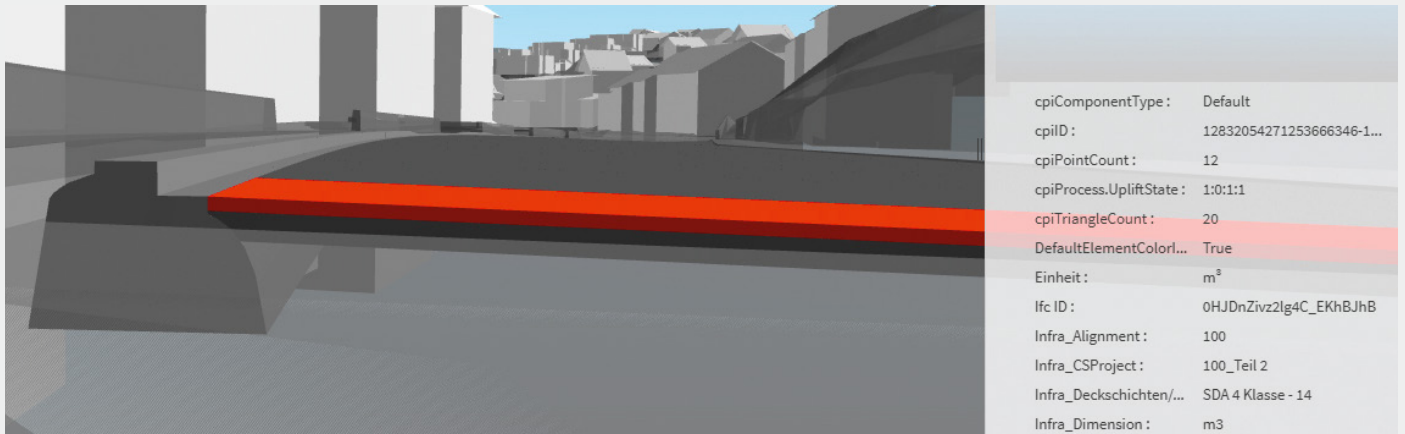


Fig. 7 3D-Modell Strassenkörper mit Attributierung

## STRASSENBAU

Das Modellieren eines Strassenkörpers besteht aus einem Regelquerschnitt mit Randabschlüssen und dem gesamten Oberbau (Fig. 6). Die vertikalen Linienführungen wie Querneigung und Längenprofil, die im Voraus definiert werden, sind mit dem Regelquerschnitt verknüpft. Somit wird das Modell bei einer Projektanpassungen automatisch angepasst.

## REGELQUERSCHNITT

Nach der Definierung des Regelquerschnittes wird ein Volumenkörper der einzelnen Strassenkomponenten erstellt, welche mit allen relevanten Informationen (Attribute) belegt werden, die der Bauunternehmer für die Ausführung und der Bauherr für den Unterhalt benötigt (Fig. 7).

Die Attribute sind je nach Element verschieden. Nachfolgend sind die wesentlichen Attribute einer Deckschicht aufgelistet:

- Abschnitt /räumliche Gliederung
- Mischgutart/Bezeichnung / Mischgut-typen
- Belagsstärke (kann auch im Modell gemessen werden)
- Quer- und Längesgefälle
- Einbaujahr usw.

## WERKLEITUNGSMODELLE AUF DER BAUSTELLE IM EINSATZ

Die Verwendung von modellbasierter Planung hat aus der Sicht eines Bauleiters mehrere Vorteile. Die Planung kann vor dem Versand auf Funktionalität (z. B. Gefälle) und Vollständigkeit überprüft werden. Die Materialbestellung kann dank der Attributierung direkt ab dem Modell erfolgen. Unter Einbezug der Genauigkeit des Modells und vor allem der Grundlagen (bestehende Anlagen) können ganze Werkleitungsbereiche vorfabriziert werden. Dadurch wird der Aufwand auf der

Baustelle kleiner und die Qualität erhöht (Fig. 8 und 9).

Bei der Ausführung kann dank dem Modell jeder Punkt der Werkleitungen geprüft werden. Somit ist die Kontrolle mit dem Vermessungssystem sehr einfach und genau. Bauabschnitte mit vielen Werkleitungen in verschiedenen Ebenen sind mit der modellbasierten Planung für alle Ausführenden einfacher zu verstehen als auf einem 2D-Plan. Die ausführenden Bauarbeiter in der Baugrube oder im Graben sind sich leider nicht immer gewohnt, einen Plan zu lesen und vor allem zu verstehen. Mit dem Modell, in

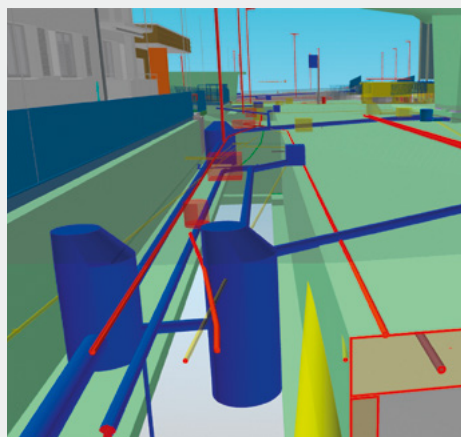


Fig. 8 Strassenentwässerung Busbahnhof

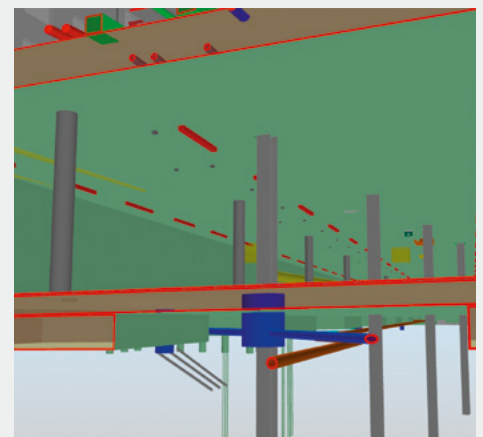


Fig. 9 Entwässerung unter Bodenplatte



dem alles visualisiert ist, werden die Informationen eindeutig dargestellt.

## ERFAHRUNGEN 3D-TIEFBAUPLANUNG

Durch die Zusammenarbeit des Projektteams an einem digitalen Ort bleiben die Informationen stets aktuell und transparent. Dadurch konnte im Projekt in Adliswil auch in anspruchsvollen Situationen jederzeit faktenbasiert und zentral organisiert gehandelt und entschieden werden. Insbesondere bestehende Strukturen im Untergrund wie Kanalisationen und Werkleitungen verlangen dies, da der Bestand in der Planung nicht vollständig und korrekt erfasst werden kann.

### MEHRWERT VDC AM BEISPIEL LORZE-QUELLWASSER-VERSORGUNGSLEITUNG DN 600

Beim Projekt in Adliswil lag die Lorze-Quellwasserversorgungsleitung DN 600 mm im Perimeter der Erweiterung der Garage. Die Leitung musste im gesamten Projektperimeter verlegt werden. Der Betriebsunterbruch infolge der Umlegungsarbeiten musste auf ein Minimum beschränkt werden, da die Leitung für die Stadt Zürich versorgungsrelevant ist (Notfallversorgung). Die Bestandslage der Lorze-Quellwasserleitung war in der Planung stellenweise nicht korrekt erfasst. Die Unstimmigkeiten wurden vor Ort erkannt. Aufgrund des Modells konnten die Abhängigkeiten zum Projekt und zum weiteren Bestand grösstenteils direkt auf der Baustelle erkannt werden. Darauf basierend, konnten in sehr kurzer Zeit richtige Entscheide zur Sicherstellung des geplanten Projektfortschritts getroffen werden. Erforderliche Umplanungen wurden über einen Task auf *buildagil* an einem virtuellen Ort zwischen dem Planungsteam und dem ausführenden Unternehmer organisiert. Durch das Modell konnten sehr effizient unter Berücksichtigung aller Fachdisziplinen umfassende Lösungen gefunden und per revidiertes Modell wieder auf die Baustelle kommuniziert werden. Damit konnten Verzögerungen im Baufortschritt und unnötige Hektik vermieden werden (Fig. 10).

### ERKENNTNISSE AUS DEM PROJEKT ÜBER ALLE DISZIPLINEN

Beim Projekt in Adliswil erfolgt in verschiedenen Ingenieurdisziplinen die Umsetzung direkt vom Modell, ohne Pläne. Dies zum Beispiel beim Massivbau, aber auch beim Strassen- und teilweise auch im Kanalisations- und Werkleitungsbau. Die Methodik wurde beim Projekt von Etappe zu Etappe weiterentwickelt.

**«Der Mehrwert der VDC-Methodik steigt mit jedem, der sie anwendet. Damit wird in den nächsten Jahren ein neuer Standard der Arbeitsmethodik in der Umsetzung von Bauprojekten entstehen. Die Qualität, die Effizienz und vor allem die Freude an der Arbeit in Bauprojekten kommt durch die Anwendung der VDC-Methode auf ein neues Level.»**

David Brühwiler, B3

Die Initiative für die digitale Zusammenarbeit kam vom Generalplaner. Die Stadt Adliswil, Ressort Werkbetriebe, als Bauherrin beteiligt sich aktiv am digitalen Prozess. Aufgrund von Mehrwerten wie Projektverständlichkeit, transparente Kommunikation und Planungssicherheit spricht sie sich klar für die VDC-Methode aus und lebt diese mit.

#### Erkenntnisse beim Bau

- Die Zusammenarbeit des gesamten Projektteams an einem Ort bringt durch digitale Hilfsmittel wie die Projektmanagementplattform *buildagil* deutlich höhere Projektqualität und Effizienz.
- Die Umsetzung direkt vom Modell ist bereits praktikabel und gewinnbringend
- Die Informationen können mit dem Modell ohne weiterreichende Standardisierung relativ einfach auf die Baustelle gebracht werden. Erforderliche Informationen und deren Form

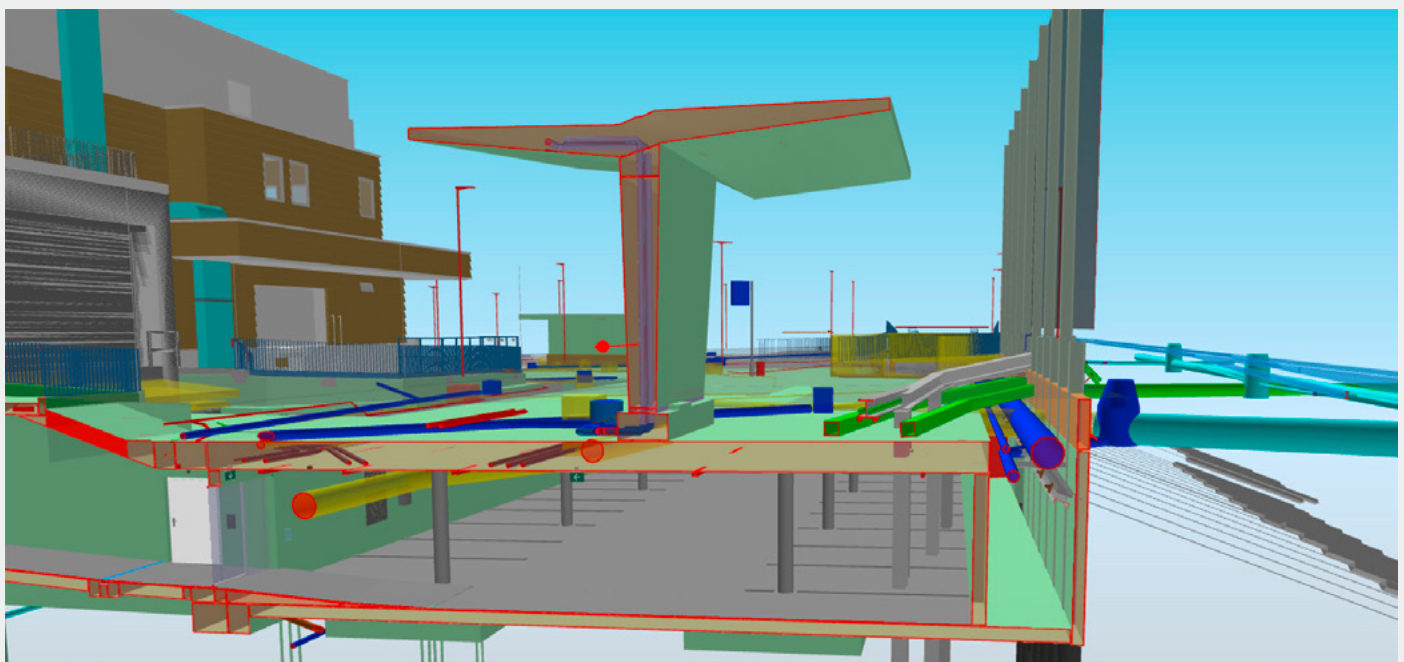


Fig. 10 Lorze-Quellwasserversorgungsleitung. Links, gelb: in neuer Garage = Rückbau; rechts, blau: Umlegung an Baugrubensicherung entlang der S-Bahn

werden über die «Pull-Methode» für die Ausführung zusammen mit dem Unternehmer evaluiert. Inhaltlich können die Informationen vor allem aus der herkömmlichen Methode mit Plänen abgeleitet werden.

Erkenntnisse für die weitere Verwendung nach Inbetriebnahme

- Der Bauherr hat für den baulichen Unterhalt einen digitalen Zwilling und somit deutlich detaillierte Informationen zum Objekt.
- Die Anforderungen der Informationen für den Unterhalt waren beim vorliegenden Projekt nicht bekannt. Mit entsprechendem Aufwand können die relevanten Informationen im Modell noch bereitgestellt werden.

## AUSBLICK

Die möglichen Handlungsbereiche insbesondere auch im Tiefbau sind vielfältig und vielversprechend und haben unsere Art zu arbeiten bereits jetzt grundlegend

verändert. Etwas weiter ist der Hochbau, wovon gewiss noch einiges für den Tiefbau übernommen werden kann. Die erforderlichen Technologien sind vorhanden und werden mit Hochdruck weiterentwickelt. Was derzeit noch fehlt, ist ein standardisierter IFC-Austausch von Tiefbaumodellen. Es ist eine Harmonisierung in der gesamten Branche nötig, um die vollen Potenziale nutzen zu können. Nur so ist eine integrierte Qualitätssicherung möglich und zusätzliche Anwendungsfäl-

le wie die Integration der Modelldaten im GIS umsetzbar. Auf der Baustelle werden vermehrt Tablets anstelle von Plänen verwendet, ebenfalls zunehmen wird der Einsatz von Drohnen und 3D-Scannern oder die Anwendung von *Augmented Reality*. Aufgrund der gemachten Erfahrungen werden auch zukünftige Projekte mit der VDC-Methode umgesetzt, laufend weitere Optimierungen vorgenommen und die digitale Durchgängigkeit ausgeweitet.

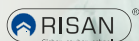
## > SUITE DU RÉSUMÉ

travailler. La construction de bâtiments a progressé et nous pouvons nous en inspirer à l'avenir. Ce qui manque encore aujourd'hui, c'est un standard d'échange IFC pour les modèles de génie civil. Grâce aux expériences acquises, cette méthode permettra aussi de mettre en œuvre de futurs projets, d'effectuer continuellement de nouvelles optimisations et d'élargir la continuité numérique.

# TRINKEN SIE SCHON ROSTFREI?

## DIE ROHRSANIERUNG VON INNEN

Die Lösung von heute für Wasserleitungen von gestern. Die Rohrsanierung von innen ist eine kostengünstige Alternative zur teuren und aufwendigen Neuinstallation. Hierbei werden die Wasserrohre nicht aufwendig ausgetauscht, sondern von innen gereinigt und mit einer Spezialbeschichtung dauerhaft geschützt.



ScanMich!



www.dr-rohr.ch