Interview mit einem Research Associate und einem Principal Investigator der swisstopo (Schweizer Bundesamt für Landestopografie) im Untertagelabor Mont Terri (11. Juli 2025)
Länge: 1:30h

PM:

Als erstes möchte ich mit euch einzelne Aktionen nochmal durchbesprechen, was man in der Anwendung machen kann. Ich fange mal an mit dem Positionieren. Ich lasse nebenbei das Video laufen und ihr könnt erzählen, wie die Funktionalitäten und die Bedienung für euch waren.

Experte 1 [Research Associate]:

Also ich kann ja schon mal etwas kommentieren, während das Video läuft. Wir hatten ja erst die Auswahl, in welchem Bereich wir sind und dann die Positionierung, wenn ich mich erinnere. Das waren die beiden Sphären, die zu platzieren sind. Wir kennen das Labor ja sehr gut. Wir können diese Punkte schnell finden. Ich kann mir auch vorstellen, wenn es jetzt wirklich so diese kleineren Nischen sind, dass das dann auch andere finden können, weil es ja im Prinzip immer pro Szene (bzw. Anwendungsfall/Standort) gemacht wird. Ich kann mir vorstellen: Wenn es größere Szenen sind oder wenn man gar nicht diese (Unterteilung in) Szenen dazu bräuchte, sondern einfach dort, wo man ist, es platzieren könnte, dann wäre es natürlich schwierig, diese Punkte zu finden. Aber sonst, wenn man es so herunterbricht: Wir hatten ja diese zwei, drei Szenen gehabt, dann glaube ich ist es für mich relativ intuitiv gewesen.

Experte 2 [Principal Investigator]:

Es war sehr einfach, weil man quasi anhand des Bilds, das ich in der linken Hand hatte, genau wusste, wo das ist. Wenn man sich dann orientieren muss, weil man es nicht kennt, dann dauert es vielleicht noch 30 Sekunden länger, aber für mich war das super.

Experte 1:

Ja, das war wirklich flüssig. Wir hatten ja auch die Möglichkeit, mithilfe aller Zone Targets nachzureferenzieren. Dann war das eigentlich relativ sauber. Nur im Multiplayer-Modus, da war das einfach unterschiedlich für die beiden User bzw. für den zweiten User. Da hat das nicht so gut funktioniert mit der Georeferenzierung. Da war immer so ein Offset von 10, 20 cm oder so, erinnere ich mich. Aber im Prinzip das hat gut geklappt.

PM:

Ich blende einmal das Video mit diesem "Refresh-Tracking" ein. Ihr habt im ganzen Labor über 500 Zone Targets verteilt. Und wenn man eben merkt, dass man hier an der Lampe [im Video] eine Abweichung von vielleicht 10 oder 20 cm hat, dann war hier die Idee, im Vorbeigehen mithilfe zweier Zone Targets sich erneut zu positionieren. Eure Infrastruktur ist für diese Mechanik eigentlich super, da sich alle 5-6 m ein Zone Target befindet. Man sieht aber auch, dass sobald man sich wieder neu positioniert hat, die zuletzt gesetzte Kugel wieder 5-10 cm "daneben" platziert wird. Das hat drei Gründe: Zum einen gibt es einen Drift, während man von dem einen zum anderen Punkt geht. Zweitens schafft man die Referenzierung per Hand nur auf ein paar cm genau. Wenn man das mit der Hand positioniert, schafft man das nur auf ein paar cm genau. Und drittens sind die Zone Targets im Gegensatz zu den

Festpunkten nicht zu 100 % genau eingemessen. Aber das könnten wir einmal diskutieren, welche Genauigkeit man denn eigentlich haben muss.

Experte 1:

Wir sind ja limitiert gewesen von der Möglichkeit, was in diesem Interface zulässig ist. Diese Plaketten sind natürlich auch kodiert. Der DataMatrix-Code ist kodiert auf diese Zone Target-Nummer. Das wäre natürlich schöner, wenn es so eine Art automatisierter Prozess ist. Also dass sobald ich eines mit der Brille anschauen würde, dass dann der Code erkannt und die Koordinate gesetzt wird. Wir haben jetzt manuell diese Sphären gesetzt. Vielleicht gibt es ja auch einen Abgleich, dass man dann sagt: "Ja hier auf der Platte musst du die Koordinate setzen". Natürlich hat die Platte auch eine gewisse Größe, aber wenn der Prozess sozusagen noch integrativer ist, dass ich es nicht manuell machen muss, dann kann ich mir schon noch vorstellen, dass es dann auch Möglichkeiten gäbe, das zu optimieren. Man muss wahrscheinlich mit diesen Brillen relativ nah heran an so ein Zone Target, aber dann würde dieser Prozess natürlich nochmal schneller sein. Aber ich glaube, diese Möglichkeit gibt es [in der aktuellen Anwendung] nicht mit diesen DataMatrix-Codes oder dieser Art Erkennung. Aber das mit den Sphären hat schon mal gut geklappt. Vor allem für den ersten User, der hat das relativ sauber machen können.

Experte 2:

Ich war eigentlich extrem erstaunt, wie stabil das ist, wenn man sich bewegt.

Experte 1:

Wir sind ja auch durchs Labor gelaufen. Da war die Verschiebung jetzt nicht einige Meter, sodass man nicht mehr wüsste, wo man überhaupt was hat. Das war gut.

Experte 2:

Wenn du dir vorstellst, dass du das ganze Koordinatensystem an 5 m aufhängst, an zwei Punkten und dann bewegst du dich 300 m und bist 30 oder 50 cm daneben. Das hat mich eigentlich extrem überrascht. Damit hätte ich nicht gerechnet.

PM:

Ich denke, [Experte 1], dass dein Vorschlag auf jeden Fall umsetzbar ist. Die Anwendung kann ja QR-Codes direkt erkennen. Das ist der Anwendungsfall, den wir nachher noch besprechen, wo die Brille bei einem QR-Code automatisch das Fulcrum-Fenster [Produktivdatenbank] öffnet. Ich denke, dass man das auch mit der Positionierung machen kann. Ich öffne mal das Video mit den QR Codes... Die Kamera an der Brille prüft ja, wo es lesbare Codes gibt. Laut der verwendeten Bibliothek [xzing] könnten das auch DataMatrix-Codes sein. Ich habe mich ein bisschen gewundert, warum diese aber nicht zuverlässig erkannt werden. Auf jeden Fall ist es mit QR-Codes am flüssigsten. Nach der Erkennung wird ein Button angezeigt, auf den man klicken kann. Der Button ist genau an der Position in der Mitte, wo der QR-Code ist. Deswegen glaube ich, dass man dieses Positionieren am Anfang mit diesem Prinzip auch automatisieren kann. Klar, man muss halt ein bisschen näher hingehen, vielleicht bis zu einem Abstand von 30, 40 cm.

Experte 1:

Das würde bedeuten: Wenn ich jetzt an den Code gehe, der detektierfähig wäre, dass dann ein Button kommt oder auch nicht. Und dann könnte ich irgendwie die Option haben, darauf zu klicken, dass er den Code zur Referenzierung nutzt oder eben zur Informationsanzeige. Man könnte also verschiedene

Optionen haben. Für uns im Labor ist es gut, weil diese Zone Targets immer auf Blickhöhe sind. Du kannst relativ nah bei allen herangehen. Und wenn man das flüssiger hinbekommt und nicht manuell die Sphären positionieren muss, hat man eine gewisse Zeitersparnis. Dies würde man schon immer wieder mal machen, wenn man [mit der Brille] größere Strecken zurücklegt.

PM:

Wie fandet ihr die Funktion, dass der Fulcrum-Eintrag automatisch geöffnet wird, sobald man einen QR-Code an einem Objekt detektiert?

Experte 1:

Wenn wir eine Nachführung machen [nachträglich Einarbeitung oder Aktualisieren von BIM-Modellen] oder Objekte haben unterschiedlichen Status und man möchte diese weiter editieren, ist es natürlich eine Funktion, die sinnvoll ist. Man kann also in Fulcrum gehen und den Eintrag editieren. Das Editieren selber haben wir nicht gemacht und ich denke, das wäre relativ aufwendig, weil man sich diese Fenster für ein Objekt zurechtlegen und dann scrollen und schauen müsste. Für einzelne Objekte kann man das machen, aber für alles wäre das zu kompliziert, denke ich. Das liegt daran, dass wir Zugriff aufs Backend haben. Wir haben ja nicht den Zugriff auf das Interface von den mobilen Applikationen. Dann wäre es natürlich so ein Prozess, den wir auch normal so machen.

Experte 2:

Mit dieser "Pistolen-Tastatur" [Anspielung auf das Auswählen einzelner Buchstaben mit dem Controller auf einer virtuellen Tastatur] will man ja überhaupt gar nichts schreiben...

Experte 1:

Es geht mir eher darum, wenn es Auswahlfelder sind: einen Zustand ändern, Ja/Nein-Optionen. Solche Sachen gehen glaube ich gut direkt. Aber bei Text ist man natürlich sehr viel langsamer.

Experte 2:

Ich habe eher den Eindruck, dass wenn man einen Fulcrum-Eintrag ändern will und dazu schreiben muss, dass man das auch gut mit dem Smartphone machen kann, obwohl man weiterhin die Brille aufhat. Das habe ich probiert. Man sieht das gut genug, das hat mich erstaunt.

Experte 1:

Ja, das würde bedeuten, dass wir im XR-Raum erkennen können, wo zu arbeiten ist. Man kann sich räumlich gut koordinieren. Und dann ist doch wieder das Tablet mit der Fulcrum-App zu nutzen. Ein Workflow, den wir sicherlich überlegen müssen ist die Schadenskartierung von Objekten. Da wäre es schön, man müsste eben nicht das Interface von Fulcrum benutzen, weil es kompliziert ist, mit der Brille zu navigieren. Aber wenn man ein Mapping macht auf einfache Fälle, die man anzeigen lassen kann in AR, dann wäre das natürlich schon sehr gut. Dann ist man sehr viel schneller dabei.

PM:

Wir können auch gleich mal hinspringen zu dem Messen und dem Zeichnen [das Video wird aufgerufen]. Hier war das ja so, dass man durch verschiedene Modi durchschalten konnte. Es gibt einen Modus, wo man eine blaue Vorschau-Kugel gesehen hat. Und dann hat die Kamera mithilfe des Tiefensensors geschaut, wo es eben Berührungspunkte zwischen diesem unsichtbaren Strahl, der vom Controller

ausgeht, und der echten Welt gibt. Klickt man einmal, wird ein Punkt platziert. Beim zweiten Punkt wird eine Linie platziert. Bei drei Punkten ein Dreieck mit Angabe des Flächeninhalts und der Längen aller Außenlinien und entsprechend bei vier Punkten ein Viereck. Die Punkte kann man auf Distanzen von vielleicht 6 bis max. 7 m noch halbwegs zuverlässig platzieren. Man kann alle möglichen Oberflächen - ob an der Decke, an den Wänden oder auf dem Boden - ausmessen. Und dann gibt es eben diesen zweiten Modus, bei dem man eine rote Vorschaukugel hat. Hiermit kann ich virtuell Graffiti sprayen.

Experte 2:

Werden diese Graffitis als 3D-Objekte verortet? Oder ist das einfach Farbe bzw. sind das einfach Pixel?

PM:

Sie werden tatsächlich verortet, ja. Sie liegen [in Unity] als sog. Line-Renderer-Objekte vor. Also letztendlich eine Linie mit ganz vielen Zwischenpunkten. Und die kann man perspektivisch einfach als 3D-Objekt speichern und exportieren. Das heißt, man bekommt die Zeichnungen aus der Anwendung wieder heraus.

Experte 2:

Du kriegst dann quasi Polylines.

PM:

Genau, eine Polylinie.

Experte 1:

Ich kann mir vorstellen, wenn man soweit ist, dass man Applikationen und Workflows mit der Brille absolviert, dann möchte man vielleicht auch gleich in dem Raum diese Funktionen haben. Ich kann mal was nachmessen, ich kann etwas Bestimmtes markieren. Wenn wir vor Ort arbeiten und etwas ausmessen müssen, werden wir natürlich nicht erst die Brille aufsetzen, um diese zwei, drei Meter auszumessen. Aber sobald man wirklich eingetaucht ist in dem XR-Bereich und da wirklich viel ablaufen lassen würde, ist natürlich das Messen keine schlechte Option.

Ich kann den Raum ausmessen: Hat es genug Platz für ein neues Kabinett? Wir können vormarkieren, wo etwas hinzustellen ist. In der Vergangenheit ist man halt reingelaufen und markiert oder sprüht etwas auf den Boden. Man kann es aber dann nicht mehr wegbekommen. Das ist hier [mit der XR-Anwendung] der Vorteil. Aber natürlich arbeiten wir mit vielen anderen Gruppen zusammen. Das ist natürlich irgendwann schwierig, denn es müssten ja sozusagen alle im virtuellen Raum arbeiten. Aber die Funktionen sind sehr sinnvoll. Ich habe nicht getestet, wie gut sie sind. Wir haben nicht irgendwie den Maßstab ausgelegt und nochmal nachgemessen. Das haben wir nicht gemacht. Aber ich finde diese beiden Funktionen sehr sinnvoll.

Experte 2:

Dieses Gitter am Boden, diesen Schachtdeckel, den habt ihr ja wahrscheinlich nachgemessen?

PM:

Das waren genau 10 m². Ich hatte das im Video gezeigte Szenario zweimal durchgespielt. Einmal waren es - ich glaube - 10,07 m² und das andere Mal 9,95 m² oder so.

Experte 2:

Das habt ihr also kontrolliert. Dann passt das ja, super.

PM:

Ich denke auf ein paar cm wird es schon recht genau sein.

Experte 2:

Das reicht auch, denn so ein Spray ist ja sowieso auch immer nur auf ein paar cm genau. Es ist sicher nützlich, um sich mal zu orientieren, wie viel Platz es hat oder wie es geht. Das könnte ich allerdings auch in einem Modell machen, wo ich jetzt nicht XR habe. Es nützt mir auf keinen Fall etwas, um mit den Personen, die die Bohrungen vornehmen, zu diskutieren.

Experte 1:

Mir fällt noch ein anderer Punkt ein. Bisher ist ja unser angedachter Workflow, wenn wir neue Objekte stellen, dass wir den Ort neu laserscannen, dann georeferenzieren, aus diesem Laserscan die Koordinaten der Objekte extrahieren und dann das Objekt erstellen. Das ist - denke ich - relativ präzise in der Koordinate, in der Positionierung. Man könnte es anders denken, wenn wir die Geometrien bereits haben. Wir kennen beispielsweise die Länge, Breite und Höhe von einem neuen Schrank. Wir stellen den als virtuelles Objekt bereit und können ihn dann in den Raum stellen. Entweder steht er schon dort und wir passen ihn optisch an. Oder wir stellen ihn einfach auf die 3D-virtuellen Koordinaten. Das könnte ein schneller Workflow sein, weil wir natürlich schon von den Firmen sagen können, was die Koordinaten und Dimensionen von den Objekten sind. Dann bekommen wir die, erstellen diese 3D-Files und platzieren die im virtuellen Raum. Dann müssen wir gar nicht diesen Umweg gehen mit den erneuten Laserscans und so weiter. Allerdings haben wir eine gewisse Toleranz dabei, wahrscheinlich sind dann auch Abweichungen im cm-Bereich dabei. Aber das könnte natürlich diesen Workflow stark beschleunigen, weil wir nicht scannen müssen und außerhalb vom Labor Koordinaten extrahieren und dann das Objekt stellen müssen. Da könnte ich mir auch mal vorstellen, dass wir so einen Workflow machen. Das ist ja so etwas Ähnliches wie jetzt, was du jetzt gezeigt hast mit dem Messen - nur dass ich dort einfach ein Objekt in den Raum stelle und dieses platziere.

Experte 2:

Also ich finde die Idee super, [Experte 1].

Experte 1:

Es ist halt super schnell. Wir bekommen eine Liste der neuen Objekte und, gehen wir dorthin und stellen wir das so hin. Man kann ja irgendwie Funktionen machen, dass es auf dem Boden stehen muss und nicht in der Höhe schwebt. Oder dass eine Ebene definiert wird, wo es drauf ist. An der Wand beispielsweise. Also da kann man mal weiter überlegen, was man braucht. Aber ich glaube, das wäre ein sehr schneller Workflow. Und du könntest dadurch natürlich auch Experimenträume planen. Du kannst schauen: Wo passt etwas hin? Wie viel Distanz habe ich jetzt von diesem Kabinett zur Wand? Diese Funktionen fände ich noch relativ interessant für unsere Abläufe. Es ist ja so: Wir können erst scannen, wenn die Objekte gestellt werden. Vielleicht wird das eine heute gestellt, das nächste erst in einem Monat. Dann wartet man natürlich, bis dann alle mal da sind. Und [mit der XR-Anwendung] könnte man natürlich relativ schnell arbeiten.

Experte 2:

Da laufen wir einfach ins Problem, dass wir von den Koordinaten her zu ungenau mit dieser Anwendung sind. Wenn du nachher das im BIM reinstellen willst, dann brauchst du die richtige Koordinate. Sonst hast du diese zehn Zentimeter Offset. Wir haben unsere Zone Targets, deren Koordinaten nicht genau sind. Durch sie sind wir nicht genau verortet. In sich selbst stimmen die Maße, weil ja für die Größenverhältnisse egal ist, ob man einen gewissen Shift drin hat. Das wird nicht verzerrt. Aber wenn wir daraus Koordinaten nehmen und die im BIM stellen, kann ich mir vorstellen, dass wir dort eben daneben sind.

PM:

Es wird auf jeden Fall eine gewisse Abweichung geben. Man müsste schauen, wie groß die ist.

Experte 1:

Das müsste man schauen. Das wäre im Prinzip für die Nachführung. Das ist ein richtiger Punkt, aber da weiß ich zu wenig, wie hoch die Toleranzen sind, die wir ertragen wollen...

Experte 2:

Im BIM mit den Installationen möchte ich natürlich schon auf 1-2 cm genau sein. Und mit diesem Shift, den wir jetzt da drin haben, sieht das mir nach mehr als 2 cm aus. Aber ich lasse mich da gerne eines Besseren belehren.

Experte 1:

Das müsste man eben sehen, ob sich diese Georeferenzierung weiterhin verbessern lässt. Und vielleicht ist man dann irgendwann bei dem Punkt, zu sagen: "Ja, diese Toleranz ist OK. Man ist irgendwie unter den 2-3 cm". Könnte ja durchaus sein.

PM:

Zwei Faktoren, denke ich, können in Zukunft dazu führen, dass die Abweichungen geringer ausfallen. Zunächst einmal, wenn man implementiert, dass die Brille den Code automatisch erkennt und dann genau den Mittelpunkt findet. Dies bekommt man automatisch vermutlich genauer hin, als wenn man die Positionierung manuell mit den roten Kugeln macht. Und der andere Punkt ist, dass die Brille regelmäßig Software-Updates erhält. Ab dem Moment, wo man sich positioniert hat, sorgt die eingebaute Hardware wie die IMU für das kontinuierliche Tracking. Von dem Punkt an, wo es beginnt, ist es eine Art kontinuierliche Fehlerfortpflanzung. Vermutlich werden auch die Daten der Kamera zu diesem Zweck eingesetzt. Ich war ganz überrascht, denn im Dezember hatte ich ja schon einmal solche Experimente in Mont Terri gemacht und stellte jetzt fest - wahrscheinlich durch Software-Updates - , dass die Genauigkeit besser war. Dies ist also ein Bereich, wo der Hersteller noch etwas Luft nach oben hat. Sollte es mal eine Meta Quest 4 geben oder so, gehe ich davon aus, dass das Tracking noch genauer sein wird. Ob man am Ende auf nur 1-2 cm Abweichung kommt, darüber kann ich jetzt nur spekulieren. Aber ich glaube in Zukunft wird es auf jeden Fall besser sein als das, was wir jetzt hier an Genauigkeit erreicht haben.

Kommen wir nun auf die Darstellung der semantischen Daten zu sprechen, auf die "Baumstruktur". Du, [Experte 2], warst ja Statist für ein Video, dass hier dem einen Bohrloch angefügt wurde. Ich starte mal das Video dazu. Hier sieht man, wie man durch diese Daten navigiert. Im Wesentlichen war es ja dein Vorschlag, [Experte 1], die Darstellung nach Kategorien vorzunehmen. Wie wurde dies in deinen Augen umgesetzt?

Experte 1:

Wenn wir einzelne Objekte markieren und öffnen, gibt es ganz unterschiedliche Informationen, die wir haben. Also dementsprechend die zu klassifizieren oder zu kategorisieren mit diesen Disken [gemeint sind die Scheiben, welche innerhalb der Baumstruktur Kategorien repräsentieren] und dann die Themen darunter aufzuführen... Das war gut umgesetzt, man konnte das gut lesen. Ich denke, dass wenn man danach einzelne Informationen abgegriffen hat, beispielsweise die Bilddaten, dann war jedes Foto einzeln aufgelistet. Also beispielsweise, wenn wir Samples haben, dann war jedes Sample einzeln. Und da wäre es gut, wenn man weiterhin über Listen arbeitet, denn wir haben vielleicht dann 100 Samples und dann weiß man nicht, wo was genau ist. Für die Übersicht müsste man im nächsten Level anders arbeiten. Aber diese Struktur, dass man sagt, erstmal die Kategorie und dann ins Detail, das ist sehr sinnvoll. Und ich glaube, das war auch sehr gut umgesetzt. Man konnte schnell erfassen, was es an Informationen gibt. Wenn es dann einen der Disken nicht gab, dann gab es diese Information auch nicht. Man könnte natürlich auch immer alle Kategorien für eine Objektklasse anzeigen, aber dann farblich unterteilt - z.B. die blauen haben Daten und die weißen keine. So weiß man immer, dass es wirklich keine Daten gibt und nicht irgendein Programmierfehler. Aber tendenziell ist es sehr sinnvoll gelöst worden. Die Proben sind ja bei uns andere Objekte als die Bohrungen. Und das hast du kombiniert auf Grundlage der Bohrungsnummer. Für mich war es gut. Die Pfeilchen darunter, dass man dann, wenn Daten da sind, durch diese Liste durchgeht - die waren ein bisschen klein.

PM:

Das stimmt, ja.

Experte 1:

Da musste man länger probieren, bis man weiterschalten konnte. Dementsprechend wäre es vielleicht gut, man hat wirklich so eine Liste, die aufgeht. Und praktisch eine Art Scrollbar. Dann ist man etwas schneller, etwas zu finden. Kann aber auch wie so eine Art Fototafel sein, dass man nicht erst aufs Foto klicken muss und dann sehe ich das Foto, sondern man sieht sofort alle Fotos in einer Miniaturansicht.

PM:

Ja, eine Art Galerie...

Experte 1:

Genau. Bei Proben geht es oftmals darum, aus welcher Tiefe die kommen. Und dann, wenn ich das Foto groß sehen will, klicke ich nochmal drauf. Oder ich kann im ersten Schritt die drei, vier Sachen markieren, die ich haben will. Dann öffne ich die auf einmal und dann ist die Ansicht schon irgendwie koordiniert. Denn jetzt war es ja so: Bei jedem Öffnen von einer neuen Tafel war die wieder neu im Raum. Und dann dauert es relativ lang, bis man die dann einzeln positioniert, damit man sie betrachten kann. Also da sehe ich noch viel Entwicklungspotenzial, ganz viel Luft nach oben. Aber von der Strategie, dass man da die Daten in Themen unterteilt, das ist natürlich sehr gut so.

PM:

Ich habe mich bei den Kategorien an Fulcrum orientiert. Auch da gibt es ja diese übergeordneten Kategorien. Ich hatte die teilweise zusammengefasst, aber grundsätzlich fand ich es relativ einfach, für jedes Objekt zu sehen, was geeignete Kategorien sein könnten. Und ja, in Hinblick auf die Benutzerführung könnte man, wie du es sagst, noch einiges intelligenter machen.

Experte 1:

Eine Sache ist mir noch aufgefallen: Eine Art Mouse-Over wäre schön. Denn wenn man in einen Workflow einsteigt, kann es sein, dass ich bei Bohrungen mithilfe eines Mouse-Over sofort etwas wissen will. Und nicht erst nach Klicken in den Kategorien und so weiter, sondern ich möchte sofort wissen, wann gebohrt, wie gebohrt wurde und so weiter, sodass man also die Erstinformation, die definiert ist, sofort angezeigt bekommt. Weil dann bin ich nicht dabei, dass ich einzelne Fenster immer an- und ausklicken werde, sondern ich mache einen Mouse-Over, kann die meisten Informationen schon lesen und wenn ich dann tiefer eintauchen will, gehe ich erst in den nächsten Schritt, dass ich sozusagen diesen Tree mit den einzelnen Themen aufmache. Das ist jetzt natürlich ein erster Test. Wenn wir von einem konkreten Anwendungsfall ausgehen, würde man wahrscheinlich versuchen, nicht mit diesen vielen Tafeln zu arbeiten.

PM:

Genau, dann kann man es auf diesen Anwendungsfall zuschneiden. Und ja, das ist eine schöne Idee mit dieser Voransicht. So spart man sich viel Klickarbeit.

Experte 1:

Es ist wahrscheinlich für viele Objekte sehr ähnlich, welche Informationen man sehen will und für manche ist es halt spezifischer. Und was wir bisher, glaube ich, nicht gesehen haben: Die ganzen BIM-Objekte, die haben einen Status, ob wir das bearbeitet haben oder noch nicht. Und sowas umzusetzen wäre natürlich auch schön, dass man sich den Status anschauen kann. Das kann alleine schon farblich gemacht werden, mithilfe der virtuellen Objekte. Oder eine Filterung nach dem Status - solche Themen sind dann für uns schon etwas, womit wir gut arbeiten können.

Was mir auch noch eingefallen ist: Wenn wir sagen, dass es bei einigen Objekten Felder gibt, die unbedingt beschrieben sein müssen, aber noch nicht beschrieben wurden. Dann fehlt eine Information und dann ist natürlich genau das mein Filter. Also ich möchte nicht sagen: "Oh, jetzt filtere mir mal dieses und jenes". Das ist sehr aufwendig, einen cleveren Filter zu machen, der mir alle Felder anzeigt, wo noch keine Information stehen und die man ausfüllen muss. Das wäre so sehr schnell, weil dann muss ich nicht erst [durch die ganze Baumstruktur navigieren], sondern durch die Filterung werden mir alle Felder angezeigt, die ich noch beschreiben muss.

Dann klicke ich auf das Objekt und erhalte die Information, dass hier z.B. noch drei Felder offen sind und ich die befüllen soll. So etwas wäre natürlich sehr viel schneller, als bei jeder neuen Objektklasse wieder neu zu filtern. Wenn wir in die Richtung gehen, dass wir die Metadaten weiter nachführen im Labor mit irgendeinem cleveren Interface, was das auf Fulcrum zurück mappt, auf diese Hauptdatenbank... Also schon noch freies Filtern erlauben, aber für dieses Nachführen sollte der Filter vielleicht automatisch auf die Informationen gesetzt werden, die noch fehlen.

PM:

Ja, das ist eine schöne Idee. Wenn man einen konkreten Anwendungsfall vor Augen hat, kann man die Anwendung und Benutzerführung genau darauf zuschneiden. Hier war jetzt eher der Ansatz, dass wir viele Daten haben und zunächst nicht konkret wissen, was wir mit denen machen wollen. Es ging im ersten Schritt darum, sich einen grundlegenden Überblick verschaffen zu können und hierfür grundlegende Funktionen bereitzustellen.

Experte 1:

Es ist auf jeden Fall sehr gut für uns gewesen zu sehen, welche Optionen da sind. [Im nächsten Schritt] muss man es aber so umsetzen, dass man wirklich sagt: "Hey, das ist mega cool, ich bin schneller". Denn am Schluss geht es bei uns um die Zeit. Und wenn man lange filtern muss, lange suchen muss oder die Buttons zu klein sind, dann ärgert man sich an sowas, weil man nicht schnell genug vorankommt. Man kann ja vieles machen, aber man ist einfach nicht schnell genug.

PM:

[Experte 2], hast du noch Gedanken zur Baumstruktur?

Experte 2:

Ja, also mir war das beim ersten Anschauen ein bisschen zu kompliziert. Aber das ist natürlich etwas, was man quasi mit dem Benutzen auch hinkriegt. Ich hatte natürlich bei jedem Mal Klicken keine Ahnung, was dann kommt und wie es dann weitergeht. Es ist auch bei jedem Mal ein bisschen anders, denn manchmal kommen viele Dinge, manchmal kommen wenige Dinge. Ich weiß halt nicht, bei wem jetzt was kommt. Dann gibt es [die Kategorien] "General", es gibt "Core", dann wird es immer wieder unscharf und ist fast nicht zu lesen. Also jetzt nur hier bei "Core", sonst geht es schon. Für mich war auch alles optisch ein bisschen zu klein, es war schwierig zu lesen. Aber das war eigentlich performant - Wenn ich draufgeklickt habe, ist etwas passiert. Ich wusste nur nie, was passiert. Das war das erste Mal und da gewöhnt man sich dran. Mein Anwendungsfall, den ich direkt gesehen habe, ist viel mehr Basic als das, was [Experte 1] vorhin diskutiert hat. Für mich war es schon einfach nur extrem hilfreich, die ganzen BIM-Elemente in 3D zu sehen, um zu schauen, was fehlt und was falsch ist. Sind die Bohrungen da? Sind die Assets da? Sind sie richtig gelabelt? Also wenn das mit diesen QR-Codes so funktioniert, dass ich quasi gerade sehe, was im BIM über dieses Element steht, hat das einen hohen Nutzen. Das ist natürlich eher ein Nutzen zu Beginn von unserem BIM, bis man mal alles abgeglichen hat. Das ist dann irgendwann nicht mehr so ein Thema. Trotzdem musst du immer schauen, ob es halt stimmt. Ich sehe also schon einen gewissen Nutzen. Ich habe aber gemerkt: So nach 20 Minuten Brille auf dem Kopf fand ich es nicht mehr so geil. Und zwar nicht, weil mir irgendwie schwindelig wurde oder so, aber für die Augen war es sehr anstrengend. Es flimmert doch alles immer ein bisschen, es bewegt sich immer alles ein bisschen und stellt sich wieder scharf. Es war sehr ermüdend für meine Augen. Vielleicht bin ich einfach zu alt, aber ich fand es wirklich anstrengend.

Experte 1:

Für mich ging das. Ich kann mir aber vorstellen, dass ich so etwas nicht den ganzen Tag machen möchte. Das andere ist aber schon das mit dem Flimmern. Gerade wenn man so Texte liest oder etwas, was sehr klein ist. Das ist schon etwas, was sehr belastend sein kann.

Experte 2:

Man muss sich einfach extrem konzentrieren beim Lesen. Die Augen müssen permanent scharf stellen.

Experte 1:

Es ist wahrscheinlich wirklich ermüdend, wenn man das sehr lange macht. Ich habe noch eine Sache, bevor ich vergesse, dir das zu erzählen. Es gab ja immer dieses Zwischenfenster. Wir haben auf ein Element geklickt und dann kam ein Zwischenfenster mit verschiedenen Optionen. Aber eigentlich willst du das Element sofort öffnen. Was ich sonst noch alles in diesem Zwischenfenster mit den sechs, sieben Buttons machen kann, war nicht so intuitiv. Das war ein Zusatzding. Das muss ich ja bei jedem öffnen. Bei jedem habe ich immer noch dieses zweite Fenster da. Was gehört also jetzt zu welchem?

PM:

Ja, das stimmt. Wenn man die auseinanderbewegt, erkennt man nicht mehr die Verbindung.

Experte 1:

Also das würde ich irgendwie löschen aus dieser Hierarchie, sodass man es anders umsetzt. Das fand ich relativ kompliziert, wenn ich aufs Foto klicke, dass es sich dann noch nicht öffnet, sondern es eine Zwischenschicht gibt und ich ein zweites Mal öffnen muss. Und du hast ja so viele Knöpfe auf den Controllern. Am Anfang weiß man natürlich nicht, welcher Knopf was macht. Aber man könnte sich ja schon vorstellen, dass man die so programmiert, dass man das eine mit dem einen Knopf und das andere mit dem anderen Knopf machen kann. Also z.B. Öffnen ist der eine Knopf, direktes Ansehen der andere.

PM:

Wir sehen hier im Videoausschnitt gerade die vielen Fotos von den Samples. Um diese Fotos gibt es ja einen Rahmen. Da hätte man theoretisch Platz, diese ganzen Buttons aus der Zwischenansicht unterzubringen. Man könnte es über einen Extrabutton machen oder sogar noch hier in dem dann geöffneten Foto.

Experte 1:

Oder alleine das Foto bei der Erstansicht nicht in irgendeinen Zoom versetzen, sondern gleich so voll zeigen, dass man es sieht. Ich glaube, bei jedem einzelnen Element kann man stark optimieren. Es funktioniert schon relativ schnell, das ist auch das, was [Experte 2] gesagt hat. Du klickst drauf, es ist sofort da. Es gibt nicht irgendwie eine Wartezeit, das ist perfekt. Aber wie es dann dargestellt wird, in welcher Größe, in welchem Arrangement sozusagen, wenn man mehrere Elemente öffnet… Wenn ich das eine öffne und dann das nächste, möchte ich eigentlich, dass das zweite an das erste Kästchen angedockt wird in der richtigen Orientierung. Da hat man viele Optionen zu verbessern. Oder auch alle Elemente auf einmal schließen. Wenn ich zu viele habe, will ich nicht auf jedes einzelne "X" zum Schließen klicken wollen...

PM:

... Ja, das stimmt, das macht dann nicht mehr so viel Spaß wie das Platzieren [lacht].

Experte 1:

Da könnte mehr Benutzerfreundlichkeit dabei sein. Aber das ist natürlich etwas, was man spezifisch programmieren müsste oder was vielleicht auch der Brillenhersteller irgendwann mal erlaubt.

PM:

Wie gesagt, man kann mit der Game Engine Unity und der Brille grundsätzlich alles machen. Das müsste man selbst implementieren, aber es ist auf jeden Fall möglich. Ich nenne das "Komfortfunktionen" - bei denen gibt es keine technischen Hürden, man muss sich halt einfach hinsetzen und das machen.

Jetzt haben wir noch ein paar Funktionen zum Besprechen. Ich gehe mal auf das Suchen und Filtern ein. Es gibt ja diese Zeitfilterung. Die Motivation für diese Funktion stammt vor allem aus dem Rückbau kerntechnischer Anlagen: Für diesen Prozess muss ich Zugriff auf die gesamte Betriebshistorie haben und wissen, was alles in einem bestimmten Zeitraum mit welchem Objekt passiert ist. Es geht also um die Darstellung unterschiedlicher Informationsstände. Dieses Prinzip habe ich hier mit dem TIS [Tracer-

Informationssystem] angestrebt. Bei fast allen Injektionen aus dem TIS ist ja das Datum bekannt. Im Video sieht man jetzt, wie man alle Injektionen filtert, die vor dem Jahr 2000 vorgenommen wurden. Dies kann ich mithilfe einer virtuellen Tastatur eingeben. Die Anwendung zeigt neben den Injektionen dann also nur noch die Objekte an, die schon vor diesem Datum existiert haben. Dies war meine ursprüngliche Motivation für diesen Anwendungsfall hier. Man sollte in der Lage sein, einfach zurückzuverfolgen, was eigentlich der Informationsstand vor x Jahren war. Wie sinnvoll fandet ihr diese Filtermöglichkeit?

Experte 1:

Viele Möglichkeiten der Filterung sind auch bei uns notwendig, denke ich. Bei so einem Zeitfilter, also zu schauen, welche Objekte damals existiert haben und welche heute, ist das Einsetzen des genauen Datums vielleicht kompliziert. Da kann man sich einen Zeitslider überlegen, den man nach rechts und links bewegen kann und die Objekte werden ein- und ausgeblendet. Oder sich auch nur das betrachten, was im letzten Jahr dazukam. Das geht natürlich auch genauso. Man würde also einen Zeitrange brauchen.

Aber es geht dann immer wieder darum, wie ich etwas schneller machen kann. Und ein Datum eintippen über die Tastatur geht halt vielleicht viel langsamer, als wenn ich so einen Zeitslider habe, wo ich im ersten Schritt das Jahr slide, dann den Monat und dann den Tag. Das gleiche ist es auch, wenn wir nur spezielle Experimente sehen wollen. Auch da könnte man über die Tastatur die Kürzel eintippen oder eine Auswahlkachel oder etwas anderes haben. Je mehr Filtermöglichkeiten da sind, desto besser. Aber man muss sie halt so machen, dass man da schnell filtern kann.

Experte 2:

Nach Experimenten filtern und es sich mit allem, was dazu gehört, anzuschauen, finde ich auf jeden Fall sinnvoll. Da hatten wir auch schon drüber gesprochen. Ob ich dann da noch diese drei Buchstaben anklicken muss oder eine Auswahlliste habe, darauf kommt es mir nicht so an. Es sind so viele Experimente, wenn ich da hoch- und heruntersliden muss, dann bin ich unter Umständen genauso schnell, als wenn ich einfach zwei Buchstaben eintippe. Ich finde es wäre auch gut, man könnte die Asset-Types filtern, dass ich quasi nur "Strom" sehe oder "Netzwerk" sehe.

Experte 1:

Mit diesen vielen Menüs frage ich mich, ob der Hersteller mittlerweile eine Audio-Filterung erlaubt. Also eine AI, die sagt: "Zeig mir nur das CI-Experiment an". Und dann macht er das.

PM:

Ja, das geht.

Experte 1:

Solche Sachen sind glaube ich enorm wichtig und die müssen natürlich robust funktionieren, aber die würden den ganzen Prozess beschleunigen. Ich brauche weder diese ganzen Eingabemasken, und [die Brille] hat ja ein Mikrofon. Das würde mich auch sehr interessieren, ob man die Filterung mit AI machen kann. Dann kann ich das, was ich brauche, schnell ein- oder ausblenden. Bevor man bei uns in den Anwendungsfällen genau schaut, müsste man nochmal schauen, was eigentlich technisch umgesetzt werden kann und was die Optionen sind. Das mit dem Slider - Wir haben ja dann diskutiert bei diesem einen Feld, ich glaube, beim CI-Experiment, wo diese ganzen vielen Bohrungen in den Boden runtergehen. Da war ich mit [einem Kollegen] und wir haben uns dann gesagt, dass dies etwas für eine

Besuchergruppe ist. Diese könnte sich dadurch besser vorstellen, wo welche Bohrung gemacht wurde, wann injiziert, wann überbohrt und gesampelt wurde oder was auch immer. Mit so einem Zeitslider kann ich natürlich genauso den Werdegang von einem Experiment gut nachvollziehen, weil ich sehe, was danach oder davor kam. Das ist so eine Anwendung, die hat man schon bei vielen solchen Applikationen gesehen. Ich denke auch, dass die swisstopo im GeoDataLab in Bern eine Zeitslider-Funktion haben, um zu gucken, was der Gletscherstand oder die Historie in der Landnutzung war. Für solche Anwendungsfälle sind natürlich solche Zeitslider sehr clever.

PM:

Grundsätzlich ist das alles machbar. Die Brille hat ja ein Mikrofon und man kann auch mit Gestensteuerung arbeiten. Das klappt auch tatsächlich. Wenn man die Controller weglegt, kann man mit seinem Daumen und Zeigefinger eine Art Cursor simulieren. Aber ich habe beim Testen gemerkt, dass es mit den Controllern einfach sehr viel angenehmer und präziser ist. Deswegen habe ich mir Gestensteuerung nicht weiter angeschaut. In einigen Projekten hatten wir mal einiges mit Spracherkennung gemacht und das geht auf jeden Fall. Man muss dann halt immer definieren, was der Nutzer sagen kann und Stichwörter abgreifen. Die Anwendung muss wissen: Wenn ich dieses eine Stichwort sage, hängt diese bestimmte Funktion dahinter. Man muss also eine Art Mapping machen. Das ist grundsätzlich möglich.

Experte 2:

Aber das kann ja nur schief gehen...

PM:

Das geht schon, bei einem Large Language Modell [LLM]...

Experte 2:

... Bei einem LLM musst du dir vorher nicht überlegen, was der sagen könnte. Also wenn du jetzt Stichworte definieren musst, die ich sagen könnte, sodass damit eine Funktion aufgerufen wird, dann muss ich ja genau das sagen, was du dir überlegt hast. Das kann ja nicht gut gehen.

PM:

Aber so muss man es tatsächlich machen. Ein LLM gibt ja als Ergebnis nur einen Text zurück und weiß selbst nicht so richtig, ob der im Gesamtzusammenhang richtig ist. Wir müssen es halt interpretieren. Und wenn eine Anwendung eine Eingabe von uns interpretieren soll, dann müssen wir vorgeben, was dahinter hängt. Sage ich: "Filtere mir alle Bohrungen, die vor dem Jahr 2000 schon da waren" - dann muss die Anwendung dies interpretieren können. Es wird im Hintergrund diese Art Timeline aufrufen; es geht um die Objektklasse Bohrungen, und beides soll über eine Filterung kombiniert werden. Also dieses Mapping müsste man machen. Aber es ist sogar, glaube ich, recht einfach, weil im Gegensatz zu einem echten LLM nicht völlig verrückte Eingaben erwartbar sind. Wir fragen nicht nach dem besten Kochrezept für Tomatensuppe, sondern es ist ja alles beschränkt auf die Anwendungsfälle, die man mit der Anwendung tatsächlich machen kann. So abwegig ist das also gar nicht.

Ich öffne mal das Video mit der Elementsuche. Vielleicht erinnert ihr euch noch, als ihr nach "Sample 25" gesucht habt und dann wurden alle Objekte aufgelistet, die ein Wissenselement haben, was eben diesen Namen hat. Momentan durchsucht die Anwendung nur die Titelfelder und Beschreibungsfelder, also alles, was in diesem Zwischenfenster drinsteht. Man könnte das auch ausweiten auf die verknüpften Dokumente wie zum Beispiel PDFs oder vielleicht sogar Bilder. Das wäre dann RAG, also Retrieval

Augmented Generation. Damit bin ich in der Lage, so ähnlich wie das ein LLM macht, auf eine Datenbasis zugreifen - aber keine öffentliche aus dem Internet, sondern auf eine hier hinterlegte Datenbasis. In einem Forschungsprojekt arbeiten Kollegen von mir mit RAG [es werden Details zum Anwendungsfall und zum Projektpartner genannt] und entwickeln eine Art LLM, dessen Wissensbasis ausschließlich aus hinterlegten Dokumenten besteht. So etwas kann ich mir auch gut hier vorstellen, weil ja eben klar ist, welche Objektklassen es gibt und welche Objekte jeweils dahinter hängen.

Jetzt sind wir auch schon beim letzten Anwendungsfall mit der Navigation, also dass man Objekte auswählen und sich dorthin navigieren lassen kann. Wie intuitiv war das für euch?

Experte 2:

Das war super für mich. Das einzig doofe war, dass man alle 20 Meter rausfliegt [Hintergrund: Die Meta Quest 3 zeigt, wenn man sich von einer Startposition weit entfernt hat, eine Warnmeldung, die mit OK bestätigt werden muss. Erst dann sieht man wieder die Anwendung]. Aber die Führung, also die Navigation, war gut. Auf den letzten Metern hat sie mich dann nicht so richtig zur Bohrung geführt. Aber ich war dann schon so nah, dass ich sie bereits sah und dann ist es kein Problem mehr. Das hat schon gut funktioniert.

Experte 1:

Ich denke, da war eigentlich keine Erklärung notwendig. Ich habe nicht ganz verstanden, warum der Button "Linked Object" heißt und nicht "Guiding" oder so. Dann waren die Pfeile da, und danach habe ich eigentlich keine Erklärung mehr gebraucht. Dann war auch klar, für was die unterschiedlichen Farben der Pfeile stehen. Das fand ich gut. Man hat auch am Anfang diese Distanz gesehen. Du hast gesagt, dass dies die Luftlinie ist. Natürlich wäre auch die direkte Gehdistanz schön zu wissen oder beide Informationen. Oder während ich laufe, sehe ich, wie viel Meter ich noch zu laufen habe. Aber im Prinzip war das einfach. Was ich nicht so toll fand und was ein bisschen irritieren kann, ist, dass die Pfeile in der nächsten Galerie zu sehen sind, obwohl ich sie optisch im Raum nicht sehen kann. Klar, da sehe ich, jetzt muss ich danach nach rechts. Das hat einen Vorteil, aber irgendwie war es ein bisschen irritierend. Und natürlich macht die Anwendung die Pfeile auf den kürzesten Weg, also nicht immer in der Mitte der Galerie. So würde ich nicht laufen, denn ich gehe ja nicht so nah an den Objekten vorbei. Das sind nur kleine Details, die müssen einen nicht nerven, aber da kann man vielleicht noch das ein oder andere überlegen. Manche Leute laufen dann exakt auf diesem Pfeil entlang. Und dann laufen die irgendwie zu nah an den Apparaturen vorbei. Gerade bei Besuchern - Wenn man denen sagt: "Ah, guck mal, hier ist eine Schnitzeljagd, jetzt kannst du da langlaufen" - dann laufen die mir in Objekte rein. Aber dieser Case, dass ich wo hingeführt werde, ist im Prinzip super genial. Finde ich toll. Kann ich mir auch vieles vorstellen, was man damit machen kann.

Experte 2:

Ich persönlich bin ein Freund davon, dass man sieht, wo es weitergeht. Also, dass ich auch den unsichtbaren Weg sehe. Mich hat das eher gefreut als gestört. Ich verstehe deinen Hinweis, [Experte 1], weil wenn man sich nicht auskennt, kann das schon verwirren. Wenn man sich auskennt, hilft es mir, zu entscheiden, ob ich [der Navigation] vertrauen soll oder nicht.

Experte 1:

Klar, man kann das belassen und den Sachen, die nicht im Sichtbarkeitsfeld sind, eine andere Farbe geben. Man kann aber auch vielleicht eine Karte einblenden, die mir sagt, wo ich gerade in unserem Laborbereich bin. Ich fand es eigentlich auch toll zu wissen, da hinten geht es lang. Bei irgendeinem

Punkt hatten wir glaube ich diskutiert, ob das wirklich der kürzeste Weg ist und ob der uns an den richtigen Ort führt, weil die Perspektive falsch aussah. Aber eigentlich war es dann doch richtig. Das hat mich nur einmal kurz irritiert. Also man verschätzt dann die Distanzen oder das, was hinter und vor einem ist. Aber an sich, dass man geführt wird, ist natürlich super genial.

Und alleine schon, dass wir sehen, welche Objekte wir haben und ob das die richtigen Objekte sind. Das ist natürlich für jemanden, der neu ins Labor kommt und die Apparaturen noch nicht kennt, sehr nützlich. Der kann durchlaufen und bekommt sofort die Informationen, was welche Gerätschaft ist. Der muss nicht zu jedem Ding hingehen und scannen, sondern der sieht das sofort. Das finde ich eine ganz tolle Anwendung eigentlich, alleine schon das Stellen von diesen Objekten und mit der Erklärung. Und natürlich: Wenn jetzt über jedem Objekt oder neben jedem Objekt noch ein bisschen mehr Informationen eingeblendet würden, dann haben wir eigentlich schon einen Anwendungsfall, nämlich das Kennenlernen von den Laborinstrumentierungen oder -objekten per Durchlaufen. Und über diese Funktion kann sich die Person auch zu ganz konkreten Installationen führen lassen. Ich kann mir sehr gut vorstellen, dass man sowas sehr schnell nutzen möchte.

Experte 2:

Schon nur die Idee, dass [ein Kollege] Pickettdienst [=Bereitschaftsdienst] hat und ich ihm sagen muss, wo er hinmuss. Das mache ich jetzt mit einem FaceTime-Call, wo ich ihm sage: "Siehst du da vorne, jetzt musst du da rechts, jetzt musst du links, jetzt dahinter." Und sonst gibt er sich das in seine Brille ein. Wenn er das dann hinkriegt, dann wird er dort hingeführt. Ja, das ist cool. Die Idee von der Karte, [Experte 1], die gefällt mir, weil ich ein Kartenfreund bin. Aber ob wir damit dem normalen Nutzer helfen, bin ich mir nicht sicher. Leute können keine Karten lesen.

Experte 1:

Zwei Themen habe ich noch. Einmal mussten wir irgendwie unsere Tafel mitnehmen.

PM:

Ja, der „virtuelle Rucksack“ [gemeint ist, dass übergeordnete Fenster wie das Fenster zur Suche und Filterung an einem Ort bleiben, sofern sie nicht virtuell mitgenommen werden].

Experte 1:

Den Rucksack hätte ich gerne irgendwie cleverer dabei. Das andere ist: Jetzt habe ich natürlich die Führung zu irgendeinem Objekt. Und ich laufe nicht nur zu einem, sondern ich wähle 30 verschiedene Sachen aus, da will ich clever optimiert hingeführt werden. Kann er das? Das ist das eine. Das würde mich wundernehmen. Das andere ist, wenn ich mich doch dagegen entscheide - "Ach, jetzt gehe ich doch erst zu dem anderen hin" - wie in der klassischen Navigation: Berechnet er die Route neu?

PM:

Ja, könnte er machen. Dieses Navigationssystem in Unity ist ziemlich flexibel.

Experte 1:

Aber würde auch eine andere Route geben? Also wenn ich dann doch durch die andere Galerie gehe und nicht durch diese vorbestimmte...?

PM:

Der plant um. Er berechnet immer die kürzeste Entfernung von dem, wo man steht, zum Ziel. Und wenn man woanders hingeht, navigiert er einen möglicherweise auch durch eine andere Galerie.

Experte 1:

Weil gerade bei so einem Pickett, wenn man sagt: "Hier hast du diese 60 Objekte, die musst du anlaufen, da musst du was tun". Vielleicht muss man doch mal woanders hingehen oder irgendwas passiert. Man muss die ganzen Sachen mal durchdenken, aber da sehe ich schon auch interessante Anwendungen fürs Kennenlernen vom Labor oder auch für Checks, die man macht.

PM:

Regelmäßige Rundgänge könnte man dann auch einspeichern, ja.

Experte 1:

Und wenn jetzt bei jedem Objekt die zwei, drei Informationen zu geben sind, die man machen muss, also Aktionen wie "Check", "Uncheck" oder ein Kommentar, und dann wird das gemappt auf eine andere Datenbank... So kann man dann unseren Report rauslassen, [Experte 2]. Dann bist du natürlich nochmal eine Ecke schneller [gemeint ist die Erstellung des Reports über Pickettdienstintervention im Untertagelabor].

PM:

Hier eine Anschlussfrage, weil wir vorhin anhand der Navigation schon diskutiert hatten, ob es besser ist, unsichtbare Objekte zu sehen oder eben nicht zu sehen. Das war eine Frage, die ich mir auch immer wieder gestellt habe. Hier zum Beispiel im aktuellen Videoausschnitt geht es noch, aber man sieht dort ja auch, dass die meisten Objekte, die zu sehen sind, eigentlich unsichtbar sein müssten. Umgekehrt ist ja gerade bei versteckten Objekten wie Bohrungen das die einzige Möglichkeit, diese sichtbar zu machen. Aber ich habe mir auch oft die Frage gestellt, ob man das vielleicht auf eine Distanz beschränken sollte. Möglicherweise möchte man in einem Umkreis von vielleicht 20 Metern sämtliche Objekte sehen und die versteckten Objekte außerhalb dieser Distanz zunächst ausblenden. Dadurch würde kein Wirrwarr mit so vielen virtuellen Objekten weit im Hintergrund entstehen. Könnt ihr bitte diskutieren, ob euch dies störend aufgefallen ist?

Experte 2:

Also störend aufgefallen ist es mir nicht und es hat mich auch nicht durcheinandergebracht nach zwei Sekunden. Was blöd war, waren diese blauen Kugeln, welche die Injektionen dargestellt haben. Die waren wahnsinnig penetrant auch auf 200 m Entfernung. Die hat man sehr gut gesehen. Ich finde es eigentlich sinnvoll, wenn man die anderen Objekte sieht. Man könnte sich natürlich einen Filter überlegen, aber 20 m ist auf jeden Fall nicht genug. Man könnte sich auch überlegen, ob man quasi auf Distanz dann einfach dimmt, sodass weit entfernte Objekte weniger hell sind.

PM:

Mit einem Transparenzgradienten vielleicht...

Experte 2:

... Genau, sodass eine Bohrung im Hintergrund weniger gut sichtbar ist. Dass man noch sieht, dass da etwas ist, es aber nicht mehr so ins Auge springt wie das, was direkt vor einem da ist. Irgendeine Form

von Fade-out, denke ich, ist sicher nicht schlecht. Aber ich finde es schon auch cool, wenn ich jetzt da in [einer bestimmten Galerie] stehe, in die Wand schaue und gerade die Bohrungen ganz hinten sehe. Aber dann sehe ich auch [eine andere Galerie]. Und ich habe zum ersten Mal gesehen, wie nah die [bestimmte Bohrungen] dann zu den [weitere Bohrungen] kommen, die in der Galerie sind. Ich finde das schon wichtig, dass man durch die Wand durchsieht. Aber wenn ich jetzt in der einen Galerie stehe, muss ich [eine bestimmte Bohrung] in der Parknische nicht immer sehen. Die ist zu weit weg. Aber 20 m, finde ich, wäre mir zu wenig. Ich würde das eher so in der Größenordnung 50 bis 100 m haben. Und eben mit einem Gradienten arbeiten, wenn das hilft.

Experte 1:

Ich kann mir gut vorstellen, dass man bei manchen Szenen überfordert ist, weil beispielsweise große Objekte dann doch irgendwie nah erscheinen. Dabei sind sie einfach nur groß und lang und irgendwo weit weg. Vielleicht kann man mit unterschiedlichen Optionen arbeiten. Wir haben ja vorhin über den "virtuellen Rucksack" gesprochen. Und du hast ja auch beim Georeferenzieren uns das Foto angezeigt, wo wir hinlaufen müssen. Also wenn ich da an meiner linken Hand ein Menü hätte, wo ich Dinge wie Anzeigen/Nicht anzeigen, Faden bis zu einer gewissen Distanz, Zusatzinformationen einblenden, usw. konfigurieren kann, wäre das schon toll. Man hätte auch eine Möglichkeit, zu Objekten mehr Informationen ein- oder auszublenden, ohne dass ich da direkt zu dem Objekt hinlaufen muss. Und das Gleiche betrifft natürlich auch die Mitnahme von manchen Tafeln, dass man sagt: "OK, die packst du mir bitte ein, die möchte ich weiterhin haben, obwohl das Objekt weit weg ist". Aber gut, wir müssen einfach im Detail dann gucken, welche Anwendungsfälle hätte man konkret für Mont Terri. Ich glaube auch, dass jeder ein unterschiedliches Gefühl hat. Manche irritieren sich wahrscheinlich massiv daran, dass Sachen eingeblendet sind, die eigentlich gar nicht da sind. Und auch die Distanzen und Größen können für manche sehr verwirrend sein, denke ich. Für mich war es OK. Ich würde einfach mehr filtern. Wenn ich eine Aufgabe zu machen habe, möchte ich nur die Sachen sehen, die mich jetzt aktuell interessieren müssen. Dann ist man auch einfach weniger irritiert. Wenn man in der Planungsphase ist, möchte man mehr an Rahmeninformationen generieren, damit man nicht irgendetwas hinstellt, wo vielleicht noch etwas Wichtiges ist, wie etwa ein Sensor, den man gerade nicht im Kopf hat. Aber ich denke, soweit war das gut. Man bekommt auch mehr Informationen und man sieht vielleicht auch, was denn noch alles in der Nähe ist. Es ist ja auch ein gewachsenes Labor. Da gibt es auch sehr alte Strukturen, die vielleicht irgendwie vorhanden sind, die man gar nicht so im Kopf hat.

Experte 2:

Sensoren haben wir jetzt nirgends abgebildet gehabt, oder?

Experte 1:

Nein, wir haben keine Sensoren hier. Das käme erst später. Jetzt sind wir nur bei diesen BIM-Objekten und etwas Geologie bei den Bohrungen. Natürlich ist es interessant. Wir haben diskutiert, wo man diese tollen Bohrungen sieht. Wenn wir die Main fault [eine tektonische Bruchzone, die das Labor durchzieht] auch als 3D-Modell hätten, wäre natürlich der Kontext noch gegeben. Also da können wir immer noch weiterdenken.

Experte 2:

Gut, die geologischen Flächen haben wir ja.

Experte 1:

Die haben wir. Aber solche Flächen können auch irritierend sein. So eine Bohrung, das stört weniger. Aber wenn man etwas Flächiges in großer Distanz hat, wird es relativ kompliziert zu verstehen, glaube ich.

PM:

Eine Funktion gab es noch, die wir jetzt noch nicht besprochen hatten. Das war diese Zugriffshistorie. Also, dass man bei einem Objekt sehen kann, von welchem Nutzer es zuletzt angeschaut wurde. Jeder echte Nutzer hat im Multiplayer-Modus eine Art Namensplakette über sich und auf die konnte man draufklicken. Dann hat man gesehen, mit welchen Objekten und mit welchen Elementen sich diese Person zuletzt beschäftigt hat. Ist dies ein sinnvolles Feature?

Experte 2:

Also mich hat es dabei verlässlich jedes Mal abgeschossen. Also ehrlich gesagt: Ich sehe ja den Menschen, der neben mir steht. Ich brauche da keine Tafel über dessen Kopf. Und die Historie, was der sich angeschaut hat, ist mir eigentlich auch wurscht. Es ist erst dann interessant, wenn ich die Historie sehe, was an den einzelnen Objekten zuletzt geändert wurde. Aber da ging es jetzt nur darum, was sich der Mensch, der mit der Brille durchs Labor gegangen ist, zuletzt angeschaut hat. Mir erschließt sich nicht, wofür ich das wollen würde.

PM:

Die Motivation dahinter ist das Konzept von Knowledge Maps. In großen Teams kann es vorteilhaft sein, über sich selbst eine Wissenslandkarte zu erstellen. Wenn Personen viel remote arbeiten oder auch generell in größeren Unternehmen weiß man oft nicht, wen es in anderen Abteilungen gibt und welches Wissen die Personen dort haben. Dies ist oft gleichbedeutend mit den Themen, mit denen sie sich in letzter Zeit beschäftigt haben. Für die Anwendung hier war es von mir zugegebenermaßen sehr plakativ gelöst, dass man eine solche Wissenslandkarte in tabellarischer Form abbildet. Und ja - natürlich könnte man die Leute auch einfach fragen, da ist bestimmt etwas dran. Aber mir ging es einfach mal darum, dass Konzept einer Wissenslandkarte in eine XR-Umgebung reinzubringen.

Experte 2:

Ich sehe ja nicht, was sie getan haben, ich sehe ja nur, was sie angeschaut haben. Und das ist ja noch kein Wissen. Also nur weil [Experte 1] wo draufgeklickt hat, heißt das ja noch nicht, dass er es jetzt verstanden hat.

Experte 1:

Ich glaube, da sehe ich für mich jetzt gar keine Anwendung. Aber - das war der Kommentar von [Experte 2]: Wenn man weiß, was die Person manipuliert hat und was sie gemacht hat, ist das vielleicht eher interessant. Wir haben ja auch in Mont Terri dieses Logbuch, in dem wir sagen, was für Arbeiten wir an einem Experiment machen. Wir haben auch eigentlich die Möglichkeit, das Objekt anzuwählen und zu schauen, wer es zuletzt manipuliert hat. Das machen wir nicht so konsequent. Experimente zuordnen machen wir zu 100 Prozent, aber andere Sachen machen wir nicht so konsequent. Wenn man das jetzt machen würde... Das betrifft ja aber auch vor allem die Firmen, dass die sagen: "Jetzt habe ich an diesem Kabinett dieses und jenes gemacht". Das machen wir leider nicht so konsequent oder können das zeitlich gar nicht umsetzen. Aber die Information wäre interessant. Also wenn ich jetzt beim Experiment bin - du hast ja diesen schönen Würfel gezeigt - und auf den draufklicke, dann sehe ich, was an diesem Experiment gemacht wurde. Das ist die Datenbasis für unser Logbuch. Dann kann ich

natürlich nach einer Firma noch filtern oder sowas. Das finde ich eher noch interessant, weil dann kann ich mich informieren: Haben die alles gemacht? Fehlt etwas? Was wurde zuletzt gemacht? Also da sehe ich eher die Anbindung an der Kombination, dass man zu diesen Experimentwürfeln beispielsweise dieses Logbuch anhängt. Aber was sich eine Person angeschaut hat, finde ich nicht unbedingt notwendig.

PM:

Kommen wir zum letzten Block [meines Leitfadens]. In meinem Dissertationsprojekt geht es ja um Wissensmanagement in kerntechnischen Anlagen. Klar, ihr seid keine kerntechnische Anlage. Ich habe euch trotzdem als Versuchsort ausgewählt. Nun stellt sich die Frage nach dem Transfer und nach der Anwendbarkeit. In diesem Zusammenhang gibt es ein paar interessante Charakteristiken kerntechnischer Anlagen. Es geht v.a. darum, dass man Leute in einen Kontrollbereich mit Strahlung nicht unnötig lange schicken will. Man will die Aufenthaltszeit vor Ort möglichst kurzhalten. Vielleicht erreicht man dies mit einer XR-Anwendung wie meiner? Das ist dann der Fall, wenn ich bestimmte Dinge schneller und effizienter machen könnte als ohne Brille.

Experte 2:

Also mit meiner kleinen, kurzen Erfahrung mit dieser Brille... Wenn ich das mit meinem Wissen übers Labor vergleiche, bin ich mit der Brille auf jeden Fall langsamer. Keine Frage. Jemand, der sich nicht auskennt und dafür die Brille gut kennt, der ist vielleicht schneller. Wenn ich mir jetzt aber eine kerntechnische Anlage mit einem Strahlenschutz-Bereich vorstelle, dann würde ich das Ganze in VR machen, nicht in XR/AR. Denn so muss ich gar nicht hin und vor Ort arbeiten kann ich mit der Brille ja wirklich nur bedingt. Nimmst du einen Techniker, eine Technikerin, die ihre Anlage kennt, da etwas manipulieren muss, dann braucht die keine Brille, weil sie sich auskennt. Und wenn sie sich nicht auskennt, dann soll sie VR benutzen, das zu Hause üben und dann soll sie da rein, nachdem sie es dreimal virtuell gemacht hat und dann bist du wahrscheinlich schneller, als wenn du es mit AR machst. Aber das ist nur meine Einschätzung.

Experte 1:

Ich teile die zu 100 %. Wir dürfen uns in den meisten Fällen überall aufhalten. Es gibt ein paar Fälle, wo man sagt, da könnte man die Zeit reduzieren. Aber wenn es kompliziert ist, würde ich eher auch das mit VR sehen und lerne darüber den Ort, das Labor kennen und ich würde auch länger brauchen mit der Brille als ohne.

Experte 2:

Aber für mich ist der Anwendungsfall nicht primär für Leute, die etwas Gefährliches oder Kompliziertes machen müssen, sondern für mich ist der Anwendungsfall bei uns mindestens eher der, dass man eben zusätzliche Informationen erhält beim Anschauen, beim Durchgehen, beim sich informieren. Und deshalb finde ich dann deinen Anwendungsfall bei einer kerntechnischen Anlage... Wenn du da Leute reinschickst, die sich das einfach anschauen wollen - das ist eher ein Fall, der nicht stattfindet. Man schickt keine Zuschauer einfach in einen Strahlenschutzbereich, das ist ja völlig unsinnig.

PM:

OK, ich nehme mit, dass hier VR besser als XR/AR wäre.

Experte 1:

Also ich sehe den Fall eher, dass du essentielle Informationen, die sicherheitsrelevant sind, angezeigt bekommst. Ich gehe davon aus, dass es auch die Informationen auf den Objekten in den kerntechnischen Anlagen gibt. Aber vielleicht ist man irgendwann immun gegen diese Zeichen. Mit der Anwendung könnte ich mit Warnungen gut auf die Gefahren hinweisen. Aber es könnte auch irritierend sein. Es nimmt den Fokus von deiner aktuellen Arbeit weg. Du hast das trainiert, du weißt, was du zu tun hast und willst so wenig Ablenkung wie möglich haben. Deswegen bin ich hier geteilter Meinung. Wenn man die Informationen auch einblenden kann, wenn man nicht vor Ort ist, wäre das sehr gut.

Experte 2:

[Experte 1] hat mich gerade auf diese eine Idee gebracht, wo ich es sinnvoll fände, wenn du in so einer Mixed Zone bist, wo du Leute reinlässt, die dort arbeiten und auch Besucher. Du könntest ganz klare Grenzen setzen: "Hier dürft ihr nicht weiter". Also das wäre für mich fast der einzige Anwendungsbereich, den ich sehe. Ja wenn man da schon Leute drin hat und die haben so eine Brille an, dann kannst du sie quasi beschränken. Aber diese Beschränkungen, die gibt es dort auch baulich und visuell auf dem Boden und überall. Das ist dann doppelt gemoppelt.

PM:

Stellen wir uns mal ein Kernkraftwerk vor, das zurückgebaut wird. Dann hat man jeden Tag einen anderen Systemzustand. Es kommen Elemente weg, es werden temporär Gerüste aufgebaut und meist sind verschiedene Gewerke vor Ort tätig. Das heißt, man hat nur noch recht wenig Eigenpersonal und sehr viel Fremdpersonal. Mir schwebt mit dem Konzept eine Art Plattform vor, die geeignet ist, um Fremdfirmen zu integrieren. Es sei mal dahingestellt, ob man das eher mit VR zu Planungszwecken macht, also dass man bestimmte Arbeitsabläufe genauestens durchbespricht, oder ob man die Anwendung wirklich auch vor Ort einsetzt. Vielleicht ist also mein Konzept für den Operator vor Ort weniger spannend als im Austausch mit dem Fremdpersonal, das von außen kommt.

Experte 2:

Wenn man das weiterdenkt, dann könnte ich mir vorstellen, dass du ein Team von Menschen hast, die dort arbeiten, die zurückbauen und du hast deine obligatorische Sicherheitsperson, die da sitzt, die da steht, mit dieser Brille auf und dann der tägliche Zustand dem oder der aufs Auge gedrückt wird. So könnte die Person ihre Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter anleiten, da sie quasi Real-Time-Information über den Zustand der Baustelle in Augmented Reality sieht. Das wäre dann aber ein Mensch, der nicht arbeitet und die anderen quasi dirigiert.

PM:

Das könnte der SiGeKo sein, der Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinator.

Experte 2:

Wenn der so etwas tragen würde, auf einer Rückbaustelle und seine Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter davor schützen kann, in falsche Gebiete zu gehen oder das falsche Material anzufassen... Ja klar, das ist denkbar.

Experte 1:

Ich kenne da zu wenig die Anforderungen, aber jede Person, die ich nicht auf so einer Baustelle haben muss in so einem Bereich, ist gut. Vielleicht kann man ja über mehrere Kameras alles aufnehmen und dann sofort warnen, wenn jemand irgendwo aus dem Bereich rausgeht, wo er arbeitet. Man kann da

wahrscheinlich sehr viel mehr noch mit AI und so weiter machen. Aber ich sehe den Fall im Training, also vorab alles kennenzulernen. Der Zustand ändert sich, sagst du. Das heißt, bald schaut der Ort wieder anders aus. Und dementsprechend extern schon zu sehen, wie was ausschaut, ohne vor Ort gehen zu müssen, das ist glaube ich sinnvoll. Du hast ja auch zum Beispiel diese Markierungsfunktion gehabt. Also die Firma kann in der Vorbereitung Dinge markieren, wo was zu machen ist. Die können sich das zusammen anschauen, im virtuellen Raum die Arbeitsabläufe klären, bevor sie dann vor Ort dann anfangen zu diskutieren. So etwas kann ich mir gut vorstellen. Ich kann mir aber auch vorstellen - wenn du jetzt sagst, dass es Gerüste gibt - dass man nicht zulässt, dass Leute mit solchen Brillen dann auf Gerüsten und Treppen herumlaufen dürfen. Denn vielleicht hat man mit der aktuellen Technologie doch noch nicht alles in Sicht. Also es kann durchaus sein, dass es nicht zulässig ist. Oder wenn du sagst: "Das ist jetzt notwendig" und dann hast du aber irgendwie eine Technologie, die auch mal Fehler produzieren kann, die ein Offset machen kann und so weiter. Also kann ich mir auch vorstellen, dass man es eventuell gar nicht zulassen könnte. Aber in dem Onboarding, in dem Kennenlernen ist es natürlich eine geniale Technologie. Also insgesamt kenne ich zu wenig die Anforderungen, aber ich kann mir vorstellen, dass es da schon auch Reibungsflächen gibt.

PM:

Ja, ich denke, die wird es auf jeden Fall geben. Ich habe nächste Woche ein Experteninterview mit einer Person aus einem Kernkraftwerk. Dies sind genau die Fragen, die ich mitbringen werde.

Wir sind nun am Ende unseres Interviews angelangt. Wenn ihr es noch mal auf einen Punkt bringen müsstet: Was sind in euren Augen die größten Hürden und die größten Benefits meines gesamten Ansatzes?

Experte 1:

Die größten Benefits, wenn das so weit programmiert ist, dass es sozusagen auch zeitlich optimiert ist, ist dann am Schluss wirklich der Zeitgewinn und dass ich die Informationen vor Ort sehen kann, auch zu nicht sichtbaren Objekten. Da sehe ich wirklich großes Potenzial. Die größten Hürden sind dann natürlich wieder technisch. Wir haben über Georeferenzierung gesprochen, dass die aktuell nicht 100 % ist und dass es vielleicht dann doch wieder mehr Zeit braucht, weil es noch nicht alles soweit durchprogrammiert ist, dass die Anwendung mir Zeit einspart. Und natürlich sehe ich, dass vielleicht auch bei uns direkt einige Kollegen Schwierigkeiten haben könnten, so etwas zu nutzen. Einerseits technologisch vielleicht, andererseits aber auch, weil sie so gut dieses Labor kennen, dass sie sich sagen, dass sie dadurch keine Zeit einsparen. Und ob unsere externen Firmen irgendwann auch mal so Technologien einsetzen? Das sehe ich in ferner Zukunft [lacht]. Ganz große Potenziale sehe ich bei den Besuchern, wenn man da in verspielter Weise Informationen einblenden kann, die ansonsten nicht zur Verfügung stehen und die 3D-Komplexität mit einer gut aufbereiteten Applikation zeigt. Es ist natürlich ein extremer Gewinn für so ein Labor, wenn die Besucher dort eintauchen und die Komplexität besser verstehen. Gerade das Räumliche ist sehr kompliziert. Die Zeitabfolgen, wann was im Experiment passiert, sind schwer zu vermitteln. Da sehe ich ganz große Potenziale.

Experte 2:

Mir geht es ähnlich, ich würde das bis jetzt alles unterschreiben. Ich finde, dass es nicht nur für die Besucher sehr hilfreich ist, sondern auch für die Experimentleitenden und auch für uns, also für die Bohrlochplanung, für die Experimentplanung. Manchmal selbst, um eine Bohrung zu verstehen, um Diffusionswege zu verstehen in 3D. 3D-Modelle sind immer das eine, aber wenn du dann dort stehst und siehst, wie das jetzt im Boden aussieht und wie nah die ganzen Sachen zueinanderstehen, finde ich das

extrem hilfreich. Auch, dass man zusammen dort steht, diskutiert und eben vom Gleichen spricht. Man kann sich die Dinge anschauen, die man sonst nicht sieht, gemeinsam anschauen, so wie wir das gemacht haben in diesem Multiplayer-Modus. Dort haben wir uns gegenseitig Sachen gezeigt und erklärt und das sehe ich hilfreich an.

Vom Site-Management her ist es hilfreich, sich einen Überblick über einen Teil der Infrastruktur zu verschaffen, sei es elektrisch, sei es Netz, sei es ein Experiment, solche Sachen. Die ganzen Hierarchien, wer an wem hängt, sind auf BIM-Seite leider noch nicht implementiert. Aber wenn man solche Sachen natürlich darstellen kann, dass ich zum Beispiel auf einen Blick sehe, wer alles durch einen Netzausfall beeinflusst ist, wäre das super.

Für mich die Downsides sind v.a., dass man keinen Helm mehr tragen kann. Das ist natürlich für mein Sicherheitskonzept grauenhaft, wenn ich lauter Leute ohne Helm habe [lacht…]. Das Zweite - vielleicht auch nur halbernst gemeint - ist für mich die Belastung für die Augen. Es ist mir nicht scharf genug, es ist mir nicht gut genug aufgelöst. Ich finde es optisch anstrengend in relativ kurzer Zeit. Da bin ich aber auch zuversichtlich, dass das eine Frage der Zeit ist, bis das besser wird. Das liegt jetzt nicht in der Natur der Sache, sondern es liegt einfach an der Hardware. Trotzdem war ich wirklich beeindruckt, wie gut es schon ist. Ich finde auch, ihr habt das extrem cool hingebracht. Über die ganze UI kann man ja streiten - there is room for improvement - aber hey, da sehe ich jeden Tag auf meinem Rechner Schlimmeres.

Ich glaube auch nicht, dass wir das externe Personal irgendwie so schnell dahin kriegen, dass das für sie einen Mehrwert bringt. Was wirklich total toll wäre, wenn man fixe Szenarien wie einen Lab-Check oder einen Pickett-Einsatz als Szenario aufrufen kann. Dann kann ich die Brille aufsetzen, sage "Lab-Check" und dann geht's los. Das wäre extrem cool. Oder man sagt eben "Besuch für Geologen" und dann führt er mich an zehn Orte und ich kann mir das anschauen. Er muss mich noch nicht einmal führen, aber dann sind nur diese Dinge da. Das fände ich cool.

Wenn man solche Multiplayer-Szenarien hat, muss man schauen, dass man das Pairing schneller hinbekommt. Wir haben jetzt zu zweit fünfmal die Anwendung neu gestartet. Hat mich nicht gestört, aber wenn ich mit zehn Menschen einen Besuch mache, dann bin ich 20 Minuten dran, bis wir dann vielleicht irgendwann acht dieser zehn synchronisiert haben.

PM:

Klar, es sollte beim ersten Mal funktionieren.

Experte 2:

Ja. Diese ganze Mechanik mit Master-Slave und das Heraus- und wieder Hereingehen in die Anwendung mit so vielen Personen wäre ein Horror-Szenario. Das geht so nicht, aber ich meine es war ein Proof of Concept für zwei Leute und das war gut. Aber ich glaube, wenn man das mit Besuchergruppen oder so machen wollen würde, dann muss dieser Schritt einfacher sein.

PM:

Alles klar, besten Dank.

Experte 1:

Vielen Dank für das Interview. Ihr habt wirklich super toll gearbeitet bei uns. Es sind super interessante Einblicke. Man kann einiges davon gewinnen, was auch wirkliche Relevanz hat für uns. Und gerade auch, dass man diese ganzen BIM-Daten, die wir haben, irgendwie auch noch weiter greifbar macht im 3D-Raum. Also ich finde es super clever.

PM:

Danke euch zwei, bis bald.