



Auftraggeber **Schweizer Bau Dokumentation**

Projekt **Arc-Award BIM 2017,
Schwerpunkt "Innovation"**

Dokument **BIM-Innovation im Projekt
PSW Nant de Drance**

Projektnummer **9811**

August 2017





Impressum

Auftraggeber

Schweizer Bau Dokumentation
Docu Media Schweiz GmbH
8803 Rüschlikon

Auftragnehmer

AF-Consult Switzerland Ltd
Täfernstrasse 26
5405 Baden/Dättwil

Dokumentinformation

Projekt	Arc-Award BIM 2017, Schwerpunkt "Innovation"
Dokument	BIM-Innovation im Projekt PSW Nant de Drance
Projektnummer	9811
Dokumentnummer	001
Geschäftsbereich	Wasserkraft
Dokument-Pfad	https://one.afconsult.com/units/closed/BIM Hydro Power/Documents/Arc-Award 2017/AFC ARC AWARD Projektbeschreibung.docx

Erstausgabe

	Datum	Kürzel	Visum
erstellt	30.08.2017	LRE	
geprüft	31.08.2017	MUD/REM	
freigegeben	31.08.2017	MUD	

Revisionsliste

Nr.	Seite(n)	Datum	Änderungsvermerk	Erstellt von (Kürzel/Visum)	Geprüft von (Kürzel/Visum)
1					
2					
3					

Verteiler



Inhalt

1	Zusammenfassung	1
2	Pumpspeicherkraftwerk Nant de Drance	2
2.1	Projektbeschrieb	2
2.2	Hauptbeteiligte Berater und Fachplaner	3
2.3	Unternehmer und Lieferanten	3
3	Einführung der BIM-Methode	5
3.1	Vorgeschichte.....	5
3.2	Erstes BIM-Modell	5
3.3	BIM-Koordinationsmodell.....	5
3.4	BIM-Tools für die Modellierung	6
3.5	BIM-Modellnutzungen	6
4	BIM-Modellnutzungen	8
4.1	Räumliche Koordination	8
4.2	Referenzmodell für die Tragwerksplanung	10
4.3	Referenzmodell für Fachplaner und Lieferanten	11
4.4	Generierung von 2D-Plänen für Kommunikation und Dokumentation.....	12
4.5	Unterstützung der Bauleitung mit mobilen Geräten	12
4.6	«Wie-gebaut» Modell für spätere Nutzung für Betrieb und Unterhalt	12
4.7	Visualisierungen zur Unterstützung von Entscheidungsprozessen ...	13
4.8	Digitales Raumbuch.....	14
4.9	Weitere Nutzungen des BIM-Modelles.....	14
5	BIM-Zusammenarbeit.....	15
5.1	Allgemein	15
5.2	Projektbezogene BIM-Rollen bei AFC	16
5.3	Projektbezogene BIM-Organisation.....	17
5.4	Arbeiten mit abgestimmten Fachmodellen	17
5.5	Integrierte, modellbasierte Zusammenarbeit	17
5.6	Modell-Architektur Nant de Drance	18
6	Lessons Learnt	19
6.1	BIM-Einführung im Projekt.....	19
6.2	BIM-Einführung im Unternehmen.....	19
6.2.1	Allgemein	19
6.2.2	BIM-Pilotprojekt	19
6.2.3	Mitarbeiterschulung	20
6.2.4	IT-Support.....	20
	Anhang.....	21



1 Zusammenfassung

Im Kanton Wallis entsteht zurzeit zwischen den Stauseen Vieux Emosson und Emosson das Pumpspeicherkraftwerk (PSW) Nant de Drance mit einer Leistung von 900MW und einem Investitionsvolumen von 1.9 Mrd. CHF. Das PSW Nant de Drance dient der Produktion von Spitzenenergie und leistet einen wichtigen Beitrag zur Versorgungssicherheit und zur Netzstabilität im Hinblick auf den Ausbau von erneuerbarer Energiequellen.

Für die Planung der unterirdischen Maschinen- und Transformerkaverne wurde ab 2013 die BIM-Methode eingesetzt. Mit 3D-Modellen von Fachplanern und Lieferanten wurde ein BIM-Koordinationsmodell erstellt, dass heute erfolgreich für die folgenden BIM-Modellnutzungen eingesetzt wird und die Ausführungsplanung massgeblich unterstützt:

- Räumliche Koordination
- Referenzmodell für die Tragwerksplanung
- Referenzmodell für Fachplaner und Lieferanten
- Generierung von 2D Plänen für Kommunikation und Dokumentation
- Unterstützung der Bauleitung mit mobilen Geräten
- «Wie-gebaut» Modell für spätere Nutzung für Betrieb und Unterhalt
- Visualisierungen zur Unterstützung von Entscheidungsprozessen
- Digitales Raumbuch

Für die BIM-Zusammenarbeit und den Informationsaustausch haben sich im Projekt PSW Nant de Drance verschiedene Formen etabliert. Die Wahl ist abhängig vom Partner, der eingesetzten Software und den Zielen des BIM-Einsatzes. Die Zusammenarbeit zwischen den Projektbeteiligten ist mit Prozessplänen definiert. Mit Planungsworkshops wird die integrierte Zusammenarbeit gefördert, um die Vorteile der modelbasierten Planung optimal zu nutzen.

AF-Consult Switzerland AG (AFC) konnte im Laufe des Projektes wertvolle Erfahrungen zur Anwendung von BIM-Software und zur Einführung der BIM-Methode in einem grossen, interdisziplinären Projekt sammeln. Die Schweizer Bauwirtschaft steht bei der Einführung von BIM am Anfang. Mit den gemachten Erfahrungen sind wir überzeugt, dass sich BIM in der Schweiz weiterverbreiten und die Planungskultur verändern wird.

Als ein führendes Ingenieur- und Beratungsunternehmen der Schweiz, das umfassende Dienstleistungen auf allen Gebieten der Energie- und Umwelttechnik erbringt, ist AFC stolz dazu ihren Beitrag zu leisten.



2 Pumpspeicherkraftwerk Nant de Drance

2.1 Projektbeschreibung

Zur Realisierung des neuen Pumpspeicherkraftwerkes (PSW) Nant de Drance im Kanton Wallis hat das Eidgenössische Department für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) am 25. August 2008 die Konzession und die Baugenehmigung erteilt. Am 14. April 2011 erhielt die Nant de Drance SA durch das UVEK die Zusatzkonzession für die Leistungserhöhung des im Bau befindlichen Kraftwerks von 600 MW auf 900 MW. Die Gesamtkosten für das Projekt belaufen sich auf 1.9 Mrd. CHF.



Abb. 1: Bestehende Stauseen Vieux Emosson (links) und Emosson (rechts)

Das Projekt nutzt die bestehenden Stauseen Vieux Emosson und Emosson (Abb. 2) auf dem Gebiet der Walliser Gemeinde Finhaut mit einem Gefälle von 250-395m zur Erzeugung von jährlich rund 2'500 GWh.

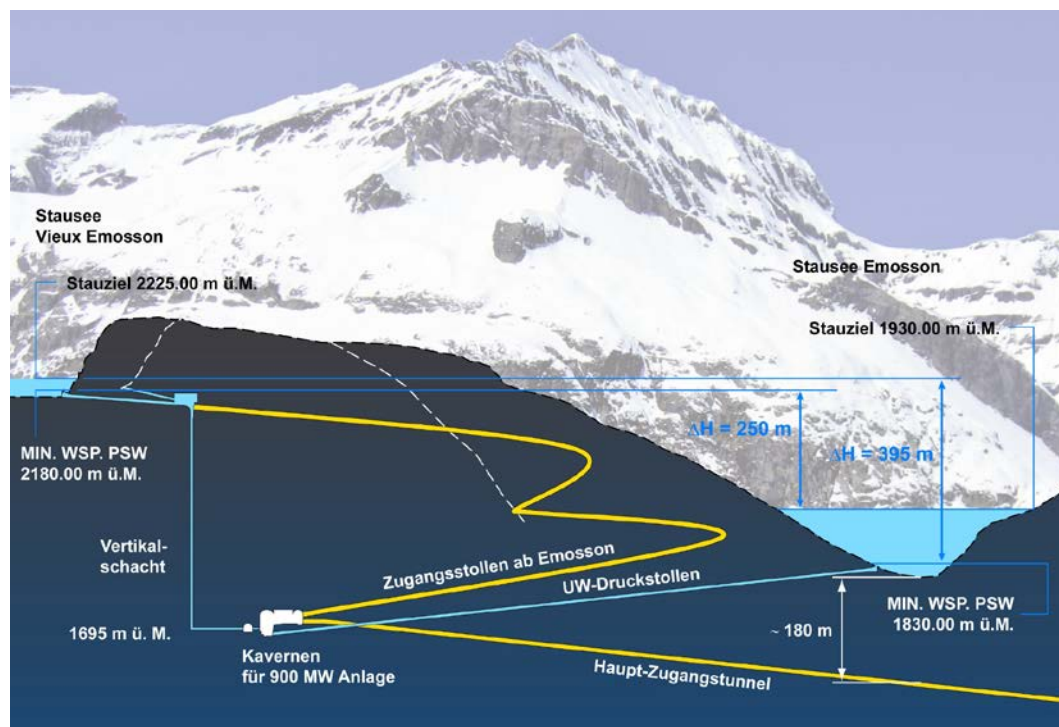


Abb. 2: Projektübersicht PSW Nant de Drance



Der Bau des PSW Nant de Drance dient der Produktion von Spitzenenergie infolge der europaweit steigenden Bedürfnisse nach konsumangepasster Energieproduktion und rasch einsetzbarer Regulierleistung für die Landes- und Bahnstromversorgung (SBB, TRAVYS und BLS). Hierfür kommt weiterentwickelte Maschinentechnik für eine schnelle Reaktion auf starke Netzschwankungen und unregelmässige Produktion aus erneuerbaren Energien zum Einsatz.

Im Herbst 2008 haben die Bauarbeiten für das PSW Nant de Drance begonnen. Bis Ende 2019 sollen alle sechs Maschinengruppen in Betrieb sein.

Eine detaillierte Projektübersicht findet sich in Abb. 3 und ausführliche Informationen zum Projekt auf der Homepage www.nant-de-drance.ch

2.2 Hauptbeteiligte Berater und Fachplaner

Fachkoordination Gesamtprojekt	AF-Consult Switzerland AG (AFC), Baden
Planung Staumauererhöhung	Stucky SA, Renens
Fachplaner Bau, Kavernen und Innenausbau	BG Ingénieurs Conseils SA, Lausanne
Fachplaner Bau, Stollensystem und Triebwasserwege	Pöyry Schweiz AG, Zürich
Fachplaner Materialbewirtschaftung	SRP Ingenieur AG, Brig
Fachplaner Netzanschluss	Swissgrid AG, Laufenburg

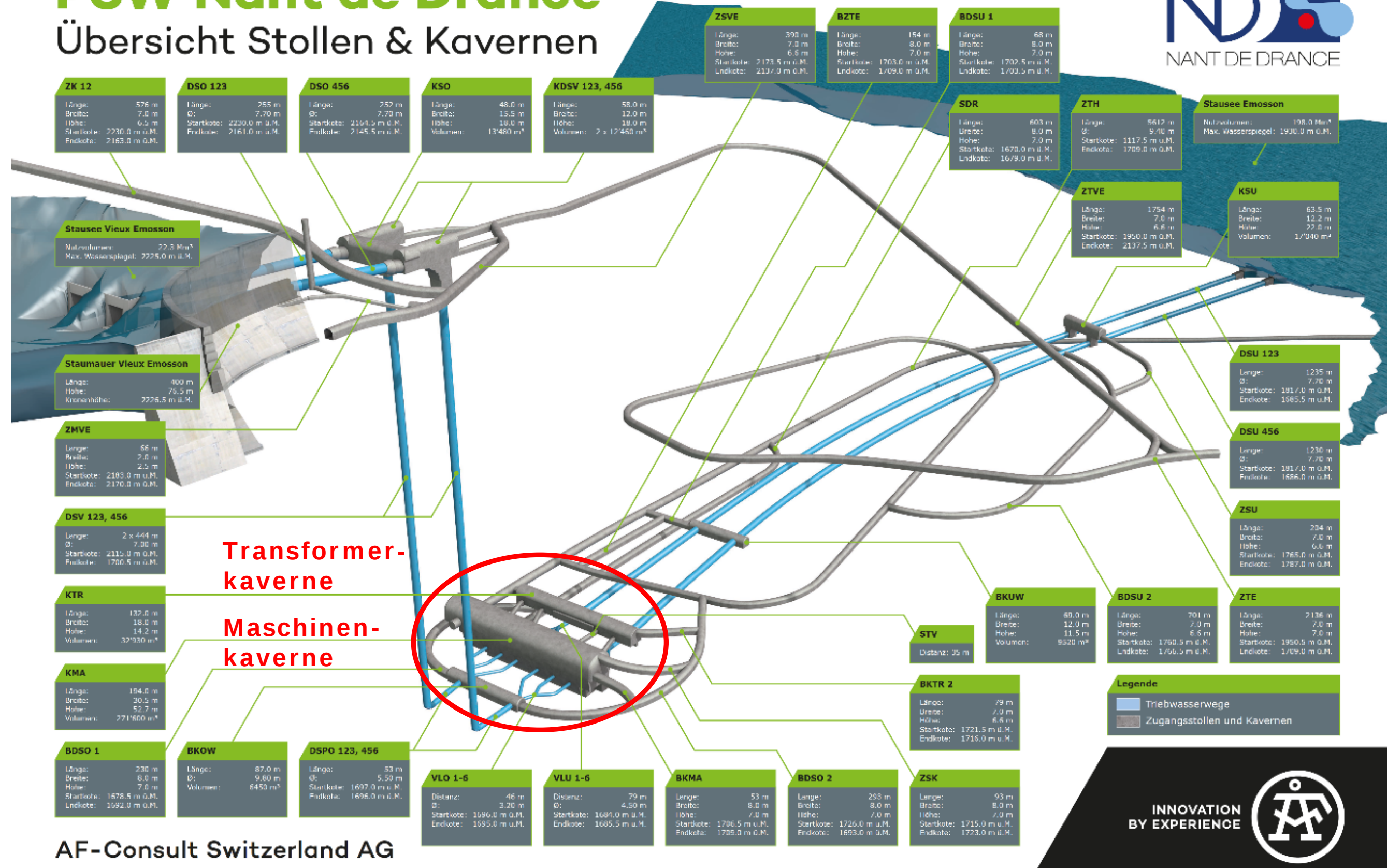
2.3 Unternehmer und Lieferanten

Hauptbauunternehmer	Groupement Marti Implenia
Pumpturbinen und Motorgeneratoren	GE Renewable (Switzerland) GmbH
Maschinentransformatoren	ABB Schweiz AG
Schaltanlage	Siemens AG
Stahlwasserbau	Andritz Hydro AG
Netzanschluss	Alpiq EnerTrans AG
Eigenbedarf und Innenausbau	Alpiq Burkhalter Technik AG, ABAG



PSW Nant de Drance

Übersicht Stollen & Kavernen



AF-Consult Switzerland AG

Abb. 3: PSW Nant de Drance, Übersicht Stollen & Kavernen



3 Einführung der BIM-Methode

3.1 Vorgeschichte

Bei AFC werden bereits seit einigen Jahren verschiedene BIM-Tools eingesetzt, aber die eigentliche BIM-Methode wurde zum ersten Mal für die Fachkoordination der Maschinen- und Transformerkaverne des PSW Nant de Drance umgesetzt (Abb.3). Die ersten Entwürfe für die Kavernen wurden ab 2008 mit traditioneller 2D-Planung erstellt. Im Jahre 2013 entschieden sich AFC und die Bauherrschaft die Ausführungsplanung und Fachkoordination der Kavernen auf BIM umzustellen. Zu diesem Zeitpunkt war BIM in der Schweiz und unter den Projektbeteiligten noch wenig verbreitet und es existierten nur beschränkt Dokumente, Merkblätter und Normen auf nationaler Ebene zur Anwendung von BIM. Die Einführung der BIM-Methode ist im Anhang 1 grafisch dargestellt.

Grundsätzlich gibt es bei der Planung der unterirdischen Maschinenkaverne des PSW Nant de Drance zwei Herausforderungen zu meistern: Sechs ca. 30m hohe Maschineneinheiten stehen im Zentrum, bestehend aus Motor-Generator, Pump-Turbine und Saugrohr und bestimmen massgeblich das funktionale Layout der Zentrale. Alle weiteren Systeme sind untergeordnet und müssen unter engsten Platzverhältnissen untergebracht werden, um den Felsausbruch minimal zu halten. Daraus resultiert eine Baustruktur, die durch Fels- und Wasserdruck sowie Maschinenkräfte statisch hoch beansprucht wird. Die zweite Herausforderung ist die grosse Interdisziplinarität: Bei der Planung einer Wasserkraftanlage sind Spezialisten aus den verschiedensten Fachrichtungen involviert wie beispielsweise Felsmechanik, Hydromechanik, Elektrotechnik, Tragwerksplanung, Energietechnik, Hochspannungstechnik, Haustechnik, Leitechnik, Stahlbau, etc.

3.2 Erstes BIM-Modell

In einem ersten Schritt wurde die Betonstruktur, der Innenausbau und der Felsausbruch der Maschinenkaverne mit Autodesk Revit modelliert. Entscheidend für eine frühe Modellierung war, dass sowohl der Fachplaner der Haustechnik als auch die Lieferanten der hydromechanischen und elektrotechnischen Ausrüstung bereits mit 3D Modellen arbeiteten und diese zur Verfügung stellten. Damit konnte ein erstes BIM-Koordinationsmodell erstellt werden, das später weiteren Fachplanern und Lieferanten als Referenzmodell zur Verfügung gestellt werden konnte.

Ein BIM-Projektabwicklungsplan wurde erst später entwickelt. Ebenso wenig wurde in der Anfangsphase mit Prozessplänen gearbeitet oder projektspezifische Anwendungen und Ziele der Modellnutzungen definiert.

3.3 BIM-Koordinationsmodell

Im BIM-Koordinationsmodell wurden danach in der Phase der Ausführungsplanung neue und detailliertere Fachmodelle integriert. Die Fachmodelle von Lieferanten wurden mit gängiger 3D-Software der Maschinenbauindustrie erstellt und weisen einen hohen Detaillierungsgrad auf, der für die räumliche Koordination nicht relevant war und die Bearbeitbarkeit des BIM-Koordinationsmodelles zum Teil massiv beeinträchtigte. Deshalb wurden AFC-intern Lösungen entwickelt, um den Detaillierungsgrad der industriellen Fachmodelle auf ein Minimum zu reduzieren und gleichzeitig spätere Möglichkeiten der Modellnutzung zu erhalten (Abb. 4).



3.4 BIM-Tools für die Modellierung

Autodesk Revit umfasst zahlreiche Funktionen für die architektonische Planung, die Gebäudetechnik, den konstruktiven Ingenieurbau und die Bauausführung und erwies sich als geeignete und flexible BIM-Software für die Modellerstellung der Kavernen. Für ausgewählte Ausgaben wurde auch Autodesk Inventor oder Autodesk Civil3d für die Planung der Tunnels eingesetzt.

3.5 BIM-Modellnutzungen

Vom Zeitpunkt, als das erste digitale Bauwerksmodell erstellt war, wurden laufend BIM-Nutzungen evaluiert, definiert und dazu die notwendigen Dokumente wie z.B. BIM-Prozess- und Koordinationspläne entwickelt.

Folgende BIM-Nutzungen haben sich im Projekt erfolgreich etabliert:

- Räumliche Koordination (Kap. 4.1)
- Referenzmodell für die Tragwerksplanung (Kap. 4.2)
- Referenzmodell für Fachplaner und Lieferanten (Kap. 4.3)
- Generierung von 2D Plänen für Kommunikation und Dokumentation (Kap. 4.4)
- Unterstützung der Bauleitung mit mobilen Geräten (Kap. 4.5)
- «Wie-gebaut» Modell für spätere Nutzung für Betrieb und Unterhalt (Kap. 4.6)
- Visualisierungen zur Unterstützung von Entscheidungsprozessen (Kap. 4.7)
- Digitales Raumbuch (Kap. 4.8)

Für die meisten BIM-Nutzungen wird erfolgreich mit Autodesk Navisworks gearbeitet. Die Software bietet umfangreiche Funktionen für die Koordination, den Projekt Review, die Dokumentation und die zeitliche Ablaufplanung.

Die Fachmodelle werden mit Informationen aus Koordinationssitzungen und Workshops ständig weiterentwickelt und im BIM-Koordinationsmodell zusammengeführt. Dadurch können Konflikte in einer frühen Phase aufgezeigt, diskutiert und Lösungen erarbeitet werden. Das Modell dient auch weiterhin als Referenz für die Erstellung von neuen Fachmodellen, welche regelmässig ausgetauscht und von AFC auf Konsistenz und Kollisionen überprüft werden.

Der Rohbau der Maschinenkaverne wurde Ende 2016 abgeschlossen und zurzeit laufen die umfangreichen Installationen und Innenausbauarbeiten. Die Inbetriebnahme der letzten der sechs Maschineneinheiten ist für Ende 2019 geplant. Bis zu diesem Zeitpunkt wird das BIM-Koordinationsmodell weiterhin von allen Projektbeteiligten intensiv genutzt werden. Danach wird das Modell in einer geeigneten Form für den Betrieb und Unterhalt weiter zur Verfügung stehen.

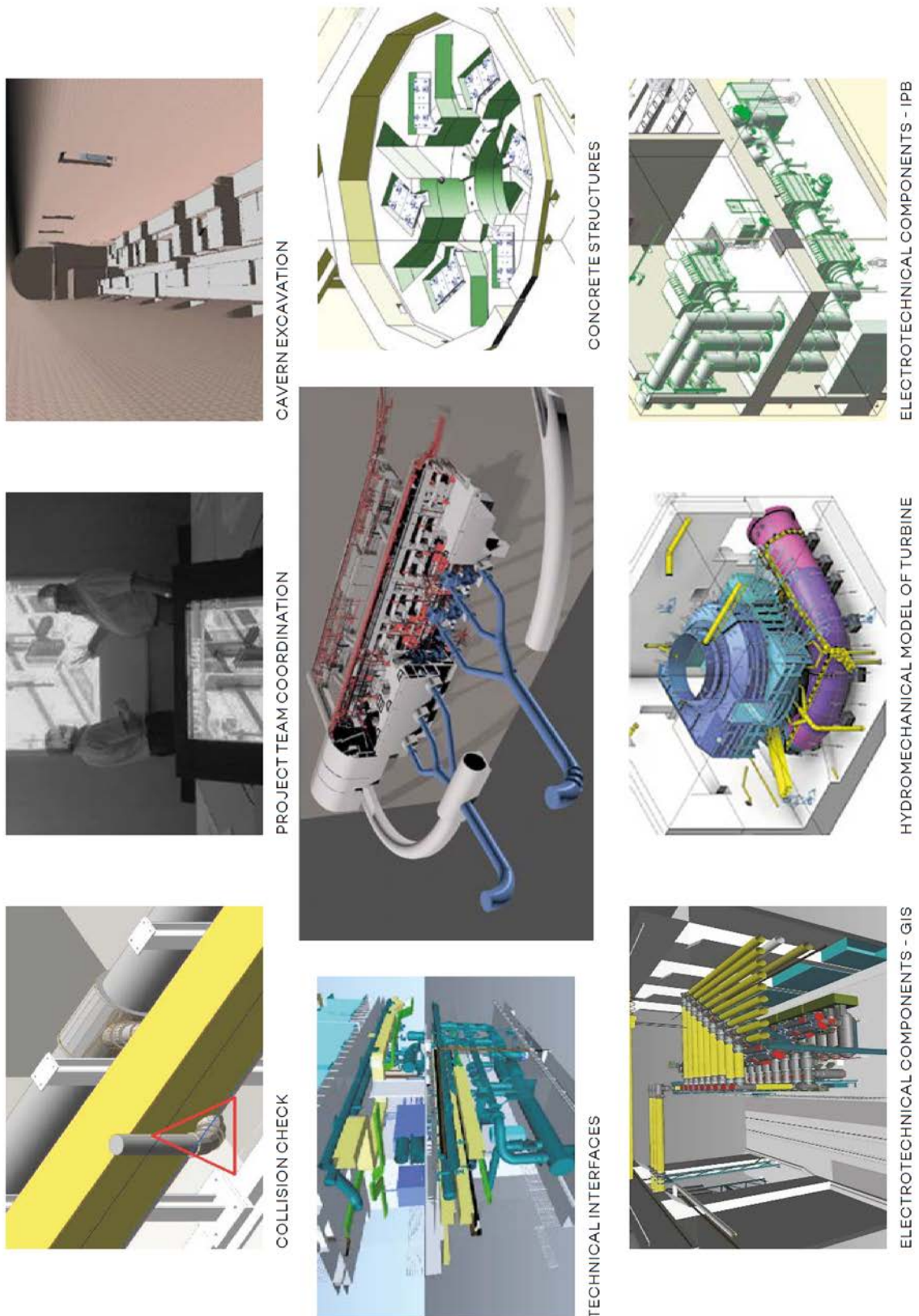


Abb. 4: Das BIM-Koordinationsmodell mit diversen Fachmodellen



4 BIM-Modellnutzungen

4.1 Räumliche Koordination

Ein digitales Bauwerksmodell ermöglicht mit der entsprechenden Software das Überprüfen von räumlichen Kollisionen, die mit traditioneller 2D-Planung nicht einfach erkennbar wären. Zudem können Konfliktprüfungen effizienter und in kürzeren Abständen durchgeführt werden.

Für eine Stärkung der interdisziplinären Zusammenarbeit ist ein durchgehender Datenfluss entscheidend. Informationen werden schneller zur Verfügung gestellt und damit der Entscheidungsprozess positiv beeinflusst. Das Ziel ist ein integrativer, gleichlaufender Planungsprozess im Gegensatz zur traditionellen sequenziellen Planung. Im Projekt wurde ein solcher Prozess mit regelmässigen Planungsworkshops gefördert. Um die Zusammenarbeit und den Informationsfluss zwischen den Projektbeteiligten zu regeln, wurden von AFC entsprechende Prozesspläne erstellt (Anhang 2).

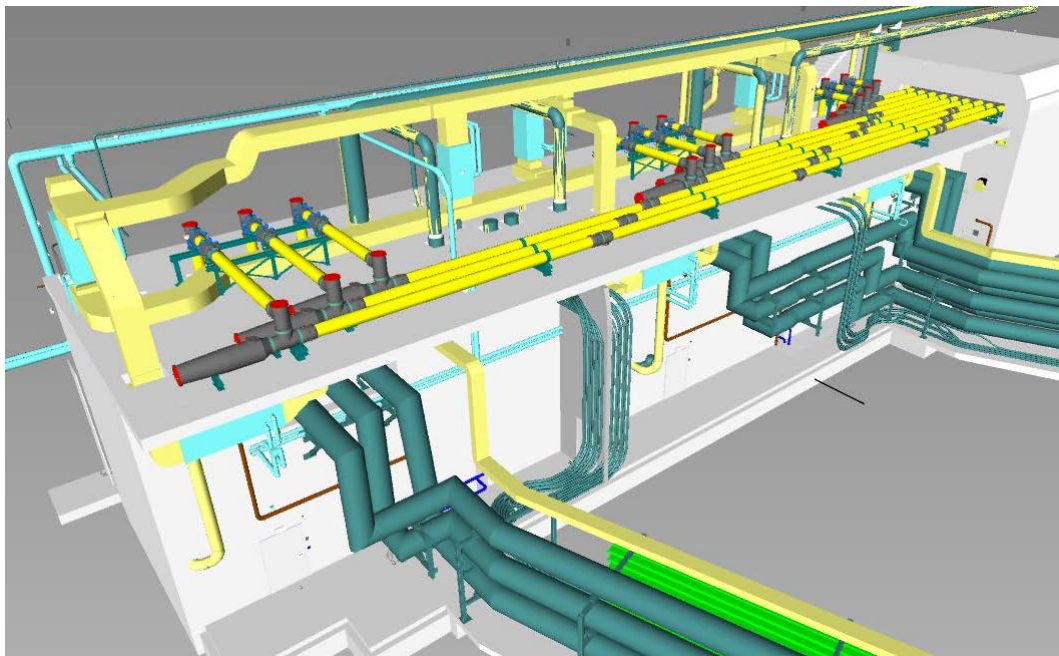


Abb. 5: BIM-Koordinationsmodell mit Fachmodellen der Hochspannungs-Energieableitung, Lüftung, GIS-Schaltanlage, Kühlwassersystem sowie Kabeltrassen für Eigenbedarf, Leittechnik und ICT

Für die räumliche Koordination und die meisten anderen Modellnutzungen wurde die Projekt-Review-Software Autodesk Navisworks eingesetzt. Navisworks weist gegenüber einer Modellierungssoftware wie Revit wesentliche Vorteile bei der räumlichen Koordination auf:

- Benutzerfreundliches Programm. Die Basis-Funktionen sind von BIM-Modell-Verwendern ohne Design-Erfahrung relativ schnell zu erlernen
- Einfaches Zusammenführen von Fachmodellen mit offenen und nativen Dateiformaten zu einem BIM-Koordinationsmodell
- Schnelle Navigation, auch bei grossen Datenvolumen und hohen Detailierungsgrad
- Nutzen des BIM-Koordinationsmodelles auf mobilen Geräten für die Verifikation, Montageleitung und die Dokumentation auf der Baustelle
- Funktionen zur Verwaltung von Konflikten mit Informationen zum Bearbeitungsstatus



- Visualisierung von Konflikten und Aufzeigen von Lösungsoptionen als Unterstützung in Koordinationssitzungen und Workshops

Im Laufe der Planung wurden mehr als 2'000 Konflikte bereinigt (Abb.6).

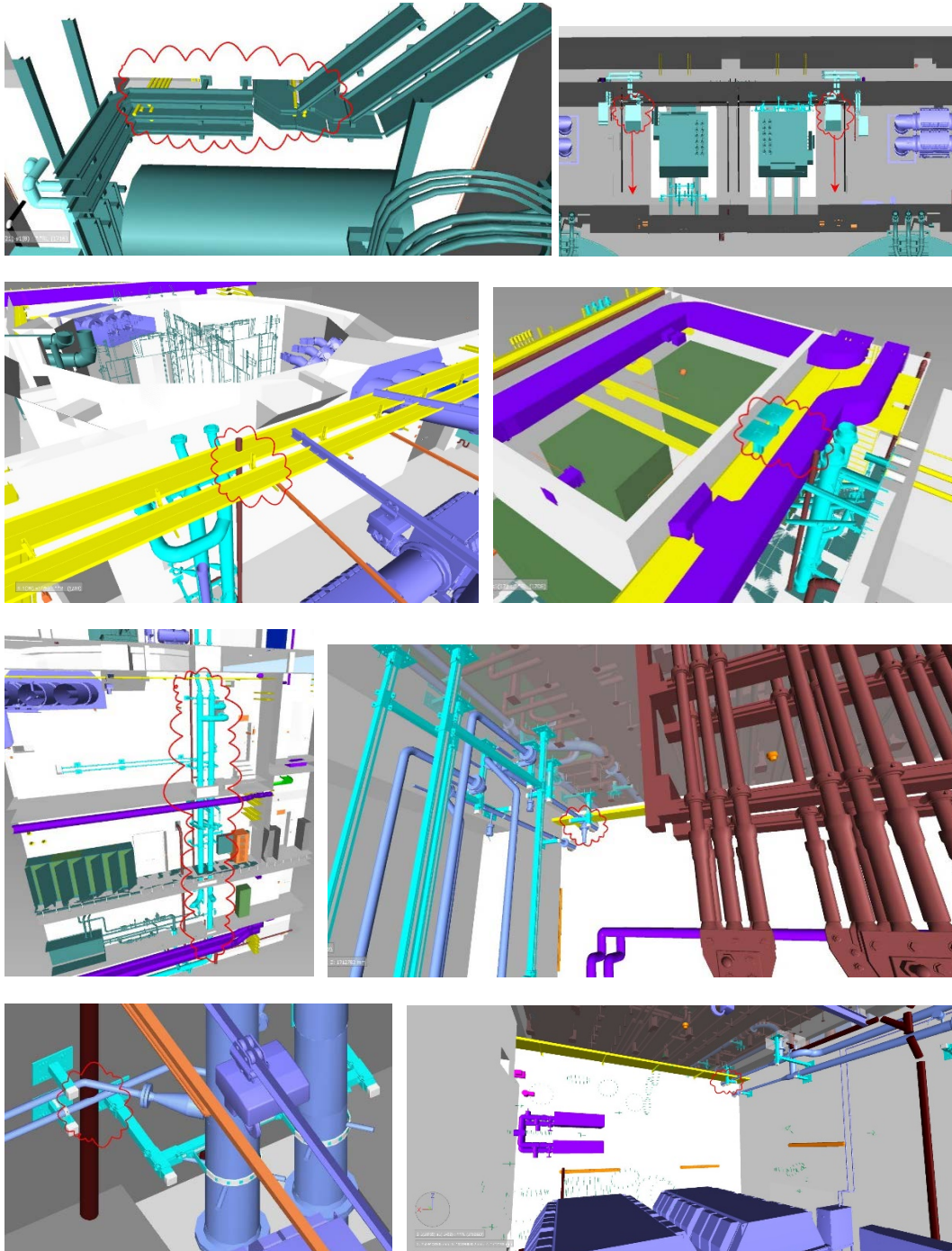


Abb. 6: Beispiele von Kollisionsprüfungen



4.2 Referenzmodell für die Tragwerksplanung

Eine grosse Herausforderung bei der Planung der unterirdischen Maschinenkaverne ist neben den minimalen Platzverhältnissen und komplexen interdisziplinären Einbauten auch die massive Betonstruktur mit hochbewehrten Wänden und Decken von bis zu 1.80m Stärke. Die sorgfältige Planung von mehr als 1'000 Aussparungen bekommt dadurch ein besonderes Gewicht. Nachträgliche Anpassungen von Aussparungen müssen sorgfältig geprüft werden. Hierzu sind zum Teil umfangreiche Nachberechnungen des Tragwerksplaners notwendig. Bauliche Massnahmen sind zum Teil mit bedeutenden Mehrkosten verbunden. Je früher Lösungen für Konflikte gefunden werden, desto kostengünstiger und weniger terminkritisch sind die Lösungen.

Die Tragwerksplanung und die Produktion von Schalungs- und Bewehrungsplänen wurde von einem Fachplaner ausgeführt. Als Grundlage diente das BIM-Koordinationsmodell und der Prozessplan (Anhang 3).

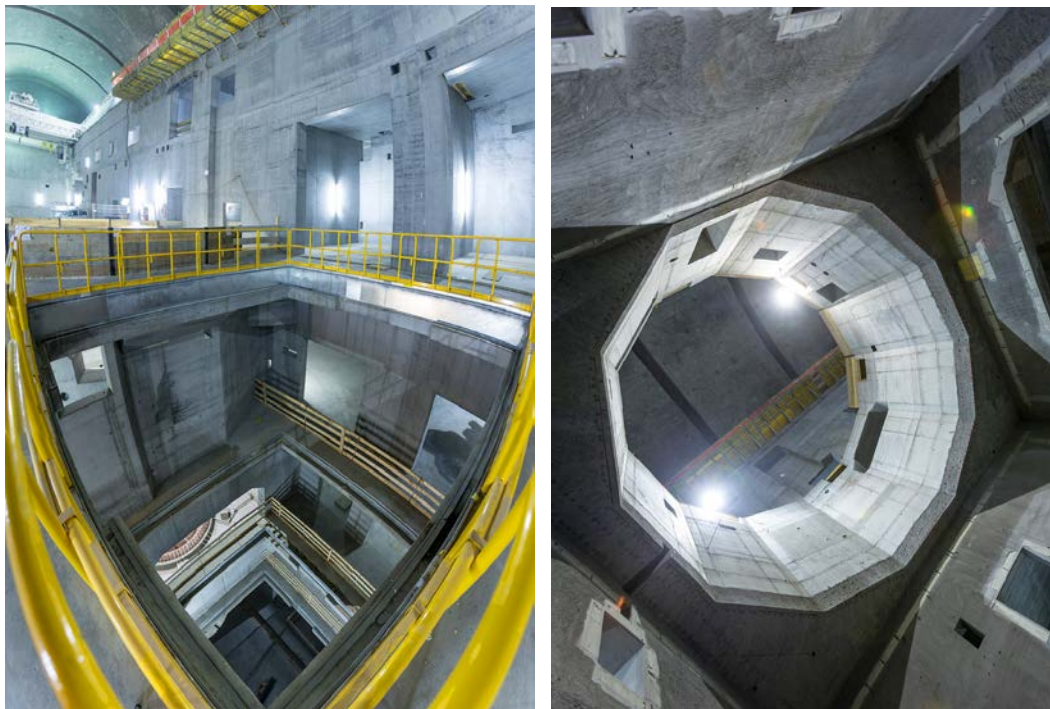


Abb. 7: Betonstruktur nach Abschluss der Erstbetonarbeiten (Foto: NDD)



4.3 Referenzmodell für Fachplaner und Lieferanten

Das BIM-Koordinationsmodell dient als Referenzmodell für Fachplaner und Lieferanten. Entweder wird es regelmässig ausgetauscht oder Projektbeteiligte sind direkt verlinkt und jederzeit auf dem aktuellen Projektstand. Es dient als sogenannte «Single Source of Truth» für das Projektteam.



Abb. 8: Beginn der Betonarbeiten und Montage von Stahlwasserbauteilen (Foto: NDD)



4.4 Generierung von 2D-Plänen für Kommunikation und Dokumentation

Aus dem BIM-Koordinationsmodell werden 107 Koordinationspläne (Anhang 5) generiert. Nebst der effizienten Erstellung und automatischen Aktualisierung ist auch die hohe Qualität der Pläne erwähnenswert: Die Pläne werden aus dem Modell generiert und sind folglich in sich konsistent.

Da heute jedoch alle Projektbeteiligten modellbasiert planen, werden die Pläne in der täglichen Arbeit nur noch sporadisch benutzt, was auch ein Zeichen ist, dass sich die BIM-Methodik in der Praxis bewährt.

4.5 Unterstützung der Bauleitung mit mobilen Geräten

Die heutigen Tablet-Computer sind genügend leistungsfähig, um damit mit grossen, interdisziplinären 3D-Modellen problemlos zu arbeiten. Die Bauleitung hat vor Ort Zugriff auf sämtliche Gebäudedaten.

Die Daten fliessen aber auch in die andere Richtung: Informationen zum Baufortschritt, bauseitige Anpassungen, nicht planmässige Ausführungen, Qualitätsmängel, Bewehrungsverlegung, etc. werden auf der Baustelle dokumentiert und die Daten mit dem Tablet ins Bauwerksmodell integriert.



Abb. 9: Einsatz von mobilen Geräten

4.6 «Wie-gebaut» Modell für spätere Nutzung für Betrieb und Unterhalt

Ein Projektziel ist, dass am Projektende das virtuelle Bauwerksmodell dem gebauten Bauwerk entspricht. Dazu werden Informationen von der Baustelle im Modell nachgeführt. Komplexe Formen, wie z.B. Felsausbruch oder komplizierte Leitungsführungen werden mit 3D Laser Scanning aufgenommen und ins Modell übernommen. Falls erhältlich werden auch BIM-Objekte von tatsächlich installierten Produkten ins digitale Gebäudemodell integriert.



4.7 Visualisierungen zur Unterstützung von Entscheidungsprozessen

Visualisierungen sind eine wertvolle Unterstützung in der täglichen Kommunikation sowie in Koordinationsmeetings und Workshops. Mit einem geeigneten Blickwinkel können Informationen und Konflikte auf eine schnelle und widerspruchsfreie Weise kommuniziert werden. Als Beispiele seien erwähnt:

- Übersicht Stollen & Kavernen (Abb. 3)
- Visualisierungen von Konflikten (Abb. 6, Abb. 10)
- Überprüfen von Montageabläufen (Abb. 11)
- Visualisierung Kavernenquerschnitt (Anhang 5)



Conflict message of the group «Spatial Coordination of the KMA / KTR»

No.: KMA-2000 **Description:** ABAG cable tray - collision with GEH crane rail

P:\3810_wk\Plaene\30_39_KMA_Maschinenkaveme\30_Allgemein\3D_Modell\Conflicts\02_Conflicts_as_of_160617\Conflict_Messages.docx

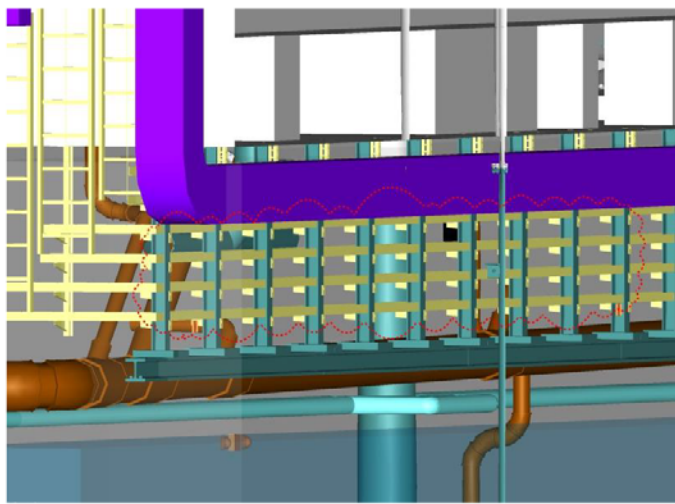
Sector:	II	Level:	-5	Block:	1	Room:	UMF01R091
Status:	13.07.2017	Created on:	13.07.2017	by:	LEV	RW No.:	-
Illustration conflict: 							
Remarks:	Check the design						
Suggestions:	-						
Hints:	-						
Interfaces:	Own Consumption ↔ EM Equipment						
Processed by:	ABAG			Work status:	☒	not started	
Planner/Supplier:	ABAG, GEH				☐	in process	
Affected lots:	603 / 500				☐	solved*	
Solved until:	?			*Date:	-		

Abb. 10: Datenblatt für identifizierten Konflikt mit Visualisierung

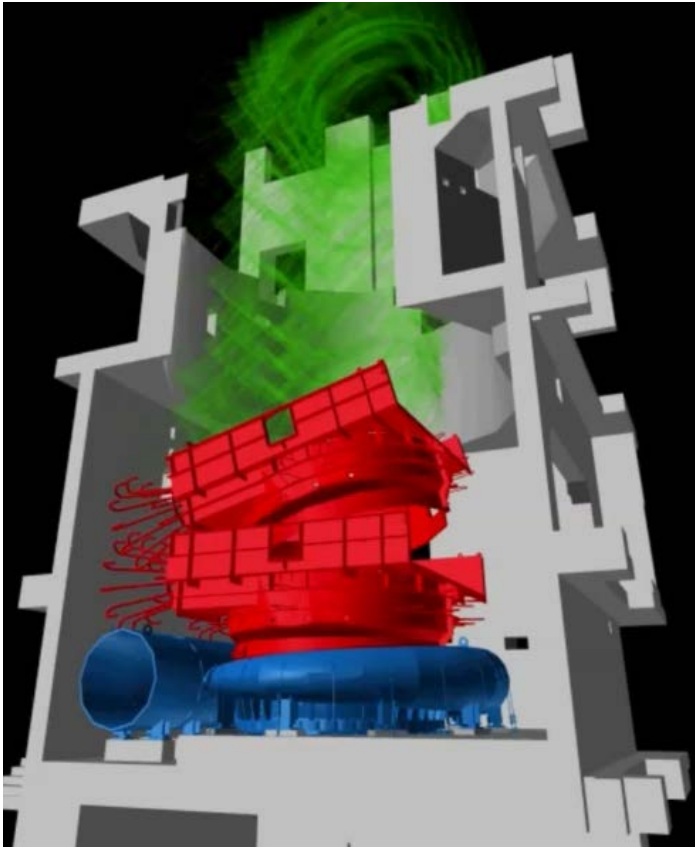


Abb. 11: 4D-Simulation der Montage einer Stahlpanzerung

4.8 Digitales Raumbuch

Mit einem Revit Add-in wird ein digitales Raumbuch mit projektrelevanten Gebäudedaten zur Lokalisierung, Nutzung, Ausstattung, Energiekennzahlen etc. geführt.

4.9 Weitere Nutzungen des BIM-Modelles

Seit ein paar Jahren beschleunigt sich die Entwicklung von Softwarelösungen für Planungs- und Bauprozesse. Das Testen und Evaluieren der Software und deren Einsatz für neue BIM-Modellnutzungen ist ein laufender Prozess. Für zahlreiche weitere BIM-Nutzungen sehen wir in Zukunft ein grosses Potential. Bei der Planung des PSW Nant de Drance wurden sie aus zeitlichen Gründen jedoch erst versuchsweise getestet. Beispiele sind:

- Planung und Steuerung des Bauablaufs (4D-Planung, Montagekoordination)
- 3D-Modellierung der Bewehrung und Erstellung von Bewehrungsplänen- und listen
- Nutzung des BIM-Modelles für Unterhalt und Betrieb (Facility Management)



5 BIM-Zusammenarbeit

5.1 Allgemein

Die Anwendung der BIM-Methode kann mit unterschiedlichen Zusammenarbeitsformen, Projektpartnern und in unterschiedlichen Projektphasen erfolgen. Der Kerngedanke der BIM-Methode bleibt das Zusammenführen von Fachmodellen zu einem kohärenten Informationsmodell, welches das Bauwerk mit einem definierten Detaillierungsgrad beschreibt. Gerade in einem interdisziplinären Projekt mit vielen Projektbeteiligten ist ein koordiniertes und regelmässig aktualisiertes Modell als Referenz für die verschiedenen Fachmodelle entscheidend für eine erfolgreiche Zusammenarbeit.

Im Projekt PSW Nant de Drance wurde laufend nach einer effektiven und effizienten Form der Zusammenarbeit zwischen den Projektbeteiligten für das Erreichen der Projektziele gesucht. Dabei wurde die Erfahrung gemacht, dass es nicht eine richtige Form der Zusammenarbeit gibt. Zwischen verschiedenen Beteiligten können durchaus unterschiedliche Formen der Zusammenarbeit und des Informationsaustausches angewendet werden. Bei der Wahl gilt es unter anderem folgende Faktoren zu berücksichtigen:

- Offenheit, Motivation und Bereitschaft des Partners für BIM
- Stand der BIM-Maturität
- Benutzte Software (open BIM - closed BIM)
- Datenschutz, Schutz von firmeninternen Entwicklungen
- Dauer der Planungsphase
- Grad der Modell-Vernetzung

Die Entwicklung von neuen cloudbasierten Softwarelösungen (BIM-Server) für die Zusammenarbeit machte in den letzten Jahren grosse Fortschritte. Eine sorgfältige Evaluation mit Bewertung der Chancen und Risiken ist umso wichtiger bei der Implementierung in einem laufenden Projekt. Für eine firmenübergreifende Zusammenarbeit wurden deshalb im Laufe des Projektes verschiedene Möglichkeiten geprüft.



5.2 Projektbezogene BIM-Rollen bei AFC

Im Projekt PSW Nant de Drance haben sich die folgenden BIM-Rollen und Aufgaben bei AFC etabliert:

BIM-Rolle	Position im Projekt	Aufgaben im Projekt
BIM-Manager	Gesamtprojektleiter und Stellvertreter	Koordination aller Projektbeteiligter Erstellen der BIM-Prozesspläne Leitung der Koordinationsmeetings und Workshops
BIM-Koordinator	Projektingenieur Konstruktion	Aktualisierung und Pflege des BIM-Koordinationsmodelles Austausch, Aktualisierung und Überprüfung von Fachmodellen Kollisionsprüfung und räumliche Koordination Teilnahme an Koordinationsmeetings und Workshops Verwalten der Konfliktlisten und Erarbeiten von Lösungen
BIM-Modellierer	Projektingenieur Konstruktion	Erstellung und Aktualisierung der AFC-Fachmodelle (Betonkonstruktion, Felsausbruch, Innenausbau, etc.) Erstellen von Koordinationsplänen Aufbereitung disziplinärer Fachmodelle für den Austausch bzw. Integration
BIM-Modell-Verwender 1	Projektingenieur Leittechnik	Überprüfen Fachmodelle Lieferanten Unterstützung Bauleitung Unterstützung BIM-Koordinator
BIM-Modell-Verwender 2	Projektingenieur Hydromechanik	Überprüfen Fachmodelle Lieferanten Unterstützung Bauleitung Unterstützung BIM-Koordinator
BIM-Modell-Verwender 3	Projektingenieur Elektrotechnik	Überprüfen Fachmodelle Lieferanten Unterstützung Bauleitung Unterstützung BIM-Koordinator
BIM-Modell-Verwender 4	Bauleiter	Örtliche Bauleitung Montagekoordination Qualitätskontrolle
BIM-Verantwortlicher AFC	IT-Support	Koordination der eingesetzten Software-Systeme Organisation Datenhaltung, BIM-Server Software-Support Testen und Einführen von BIM-Modellnutzungen Richtlinien für die Modellerstellung

Abb. 12: BIM-Rollen, Position und Aufgaben im Projekt PSW Nant de Drance



5.3 Projektbezogene BIM-Organisation

AFC ist verantwortlich für die BIM-Fachkoordination. Dabei wird sie fachlich unterstützt von BG Ingénieurs und Nunatak Architectes (Abb. 13).

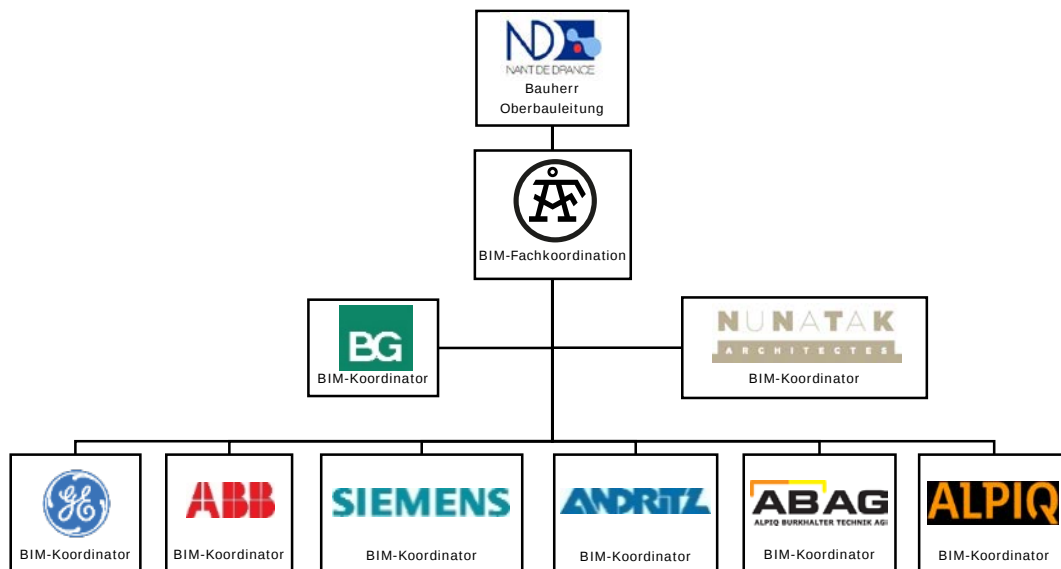


Abb. 13: BIM-Organisation PSW Nant de Drance

5.4 Arbeiten mit abgestimmten Fachmodellen

Für das Projekt PSW Nant de Drance werden die meisten Fachmodelle mit Hilfe eines File Sharing Server ausgetauscht. Das Aktualisieren und Austauschen von Modellen ist ein relativ einfacher und schneller Arbeitsvorgang. Durch die sequenzielle Planung wird allerdings nicht das ganze Potential der BIM-Methode genutzt und die Gefahr, dass auf unterschiedlicher Basis geplant wird kann nicht ausgeschlossen werden. Auf der anderen Seite ist der Koordinationsaufwand gering und unterscheidet sich nicht grundlegend von der traditionellen Planung. Für Fachmodelle, die klein sind oder wenig Schnittstellen aufweisen, bewährt sich diese Form der Zusammenarbeit.

5.5 Integrierte, modellbasierte Zusammenarbeit

Firmenintern hat AFC die integrierte, modellbasierte Zusammenarbeit erfolgreich eingeführt. Die Fachspezialisten arbeiten für das PSW Nant de Drance und für andere Projekte an einem zentralen BIM-Modell an verschiedenen nationalen und internationalen Standorten zusammen. Als Softwarelösung für die cloudbasierte Zusammenarbeit wird Autodesk BIM360™ Team und Autodesk Collaboration for Revit (C4R) eingesetzt. Es ist eine sogenannte "high level of trust"-Umgebung mit beschränkten Möglichkeiten zur Verwaltung von Zugriffsrechten.

Die integrierte, modellbasierte Zusammenarbeit erfordert eine intensive Kommunikation. Entweder besteht dazu bereits eine entsprechende Planungskultur mit bewährten formellen oder informellen Prozessen und Regeln oder diese müssen in einem BIM-Modellplan und BIM-Koordinationsplan definiert werden. Eine Einführung in einem



laufenden Projekt und mit externen Partnern ist deshalb anspruchsvoll. Idealerweise wird die Kommunikation und das Datenmanagement im Vorfeld definiert und geregelt.

5.6 Modell-Architektur Nant de Drance

Für das Projekt hat sich eine Mischform der Zusammenarbeit zwischen «little» und «big» BIM und zwischen «closed» und «open» etabliert.

Firmenintern und mit einigen externen Projektbeteiligten wird mit einem integrierten Modell gearbeitet. Mit anderen externen Beteiligten werden die Fachmodelle regelmässig manuell ausgetauscht und in das BIM-Koordinationsmodell integriert. Der Datenaustausch erfolgt über offene, standardisierte Dateiformate (IFC, STP) oder über native Dateiformate (Abb. 14).

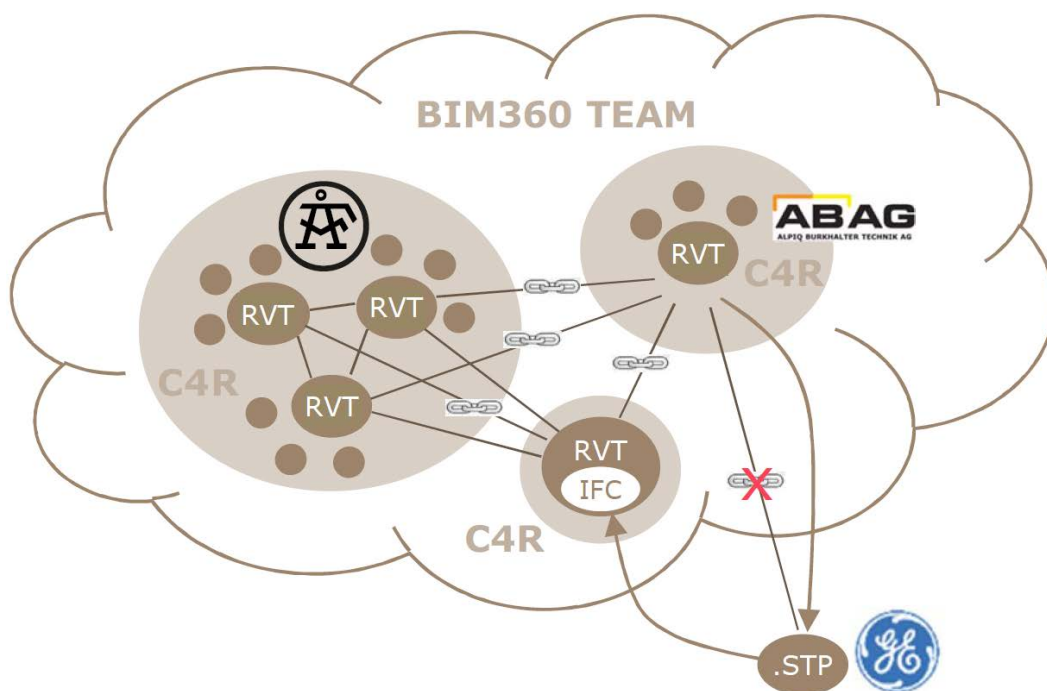


Abb. 14: Modell-Architektur Nant de Drance: Cloudbasierte, integrierte Zusammenarbeit in Kombination mit manuellem Austausch von Fachmodellen Dritter

Im Laufe des Projektes wurde mit verschiedenen Austauschformaten gearbeitet und dabei unterschiedliche Erfahrungen gesammelt. Ein in der Maschinenbauindustrie gängiges und von Lieferanten bevorzugtes Austauschformat ist das *.stp Format. Nebst der 3D-Geometrie können damit auch Objektinformationen in BIM-Modelle übernommen werden, was für die reine Kollisionsprüfung aber meistens nicht notwendig ist. Problematisch für die Rechenleistung kann bei Industriemodellen allerdings der hohe Detaillierungsgrad werden. In einem zusätzlichen Arbeitsschritt müssen grosse Modelle mit entsprechenden Programmfunktionen vereinfacht werden, damit der Nutzer ohne Beeinträchtigung mit den Modellen arbeiten kann.

Unter Fachplanern der Gebäudetechnik ist der IFC-Standard bereits weit verbreitet und bewährt sich weitgehend. Im Projekt PSW Nant de Drance hat der Datenaustausch zu keinen nennenswerten Problemen geführt.



6 Lessons Learnt

6.1 BIM-Einführung im Projekt

Der Entscheid, für die Planung der Maschinenkaverne Nant de Drance die BIM-Methode anzuwenden war im Jahre 2013 ein zukunftsweisender und mutiger Schritt. Zu diesem Zeitpunkt gab es keine uns bekannten Bauvorhaben in dieser Grössenordnung in der Schweiz, die mit der BIM-Methode geplant wurden. Auch international existierten noch sehr wenig Referenzobjekte im Bereich der Wasserkraft.

AFC hat sich als «Early Adapter» der BIM-Methode für eine Pionierrolle entschieden. Dadurch konnten im Laufe des Projektes wertvolle Erfahrung zur Anwendung von BIM-Software, aber auch zur konkreten Einführung der BIM-Methode in einem grossen, interdisziplinären Projekt gesammelt werden. Diese Pionierrolle und der durchlaufene Lernprozess sind in einer eher konservativen, nicht sehr innovationsfreudigen Bauwirtschaft nicht immer einfach. Das volle Potential der BIM-Methode kann nur ausgeschöpft werden, wenn alle am Planungsprozess beteiligten Partner sich ebenfalls mit BIM auseinandersetzen und die Vorteile der Methode nutzen, was sich im Laufe des Projektes merklich verbessert hat. Die Schweizer Bauwirtschaft befindet sich zurzeit in einer Übergangsphase, die nicht von heute auf morgen vollzogen wird.

Für ein nächstes Projekt wird idealerweise bei Projektbeginn ein BIM-Abwicklungsplan mit den Bestandteilen BIM-Nutzungsplan, BIM-Modellplan und BIM-Koordinationsplan ausgearbeitet. Andererseits können diese Teilpläne nur mit sinnvollem Inhalt gefüllt werden, wenn bereits Praxiserfahrung vorhanden ist. In diesem Sinne können wir bereits heute für die Vorbereitung von neuen Projekten von den gemachten Erfahrungen profitieren.

6.2 BIM-Einführung im Unternehmen

6.2.1 Allgemein

Ein wichtiger Erfolgsfaktor für die BIM-Einführung in einem Unternehmen ist die Akzeptanz und Offenheit gegenüber neuen Arbeitsmethoden. Digitalisierung bietet die Chance, bestehende Methoden und Prozesse grundlegend zu überdenken und zu verbessern, setzt aber Offenheit und Lernbereitschaft auf allen Hierarchiestufen voraus.

Die tägliche Projektarbeit hat immer Priorität und Projektleiter müssen kurzfristige terminliche und finanzielle Ziele erreichen. Für die Einführung von BIM braucht es deshalb einen Freiraum, in dem ohne Termindruck neue Methoden auf Praxis-Tauglichkeit getestet und mit einer gewissen Kontinuität Mitarbeiter geschult werden können.

6.2.2 BIM-Pilotprojekt

Ein BIM-Pilotprojekt ist ein guter Ansatz. Die Vorstellung, dass für die Einführung von BIM in einem Unternehmen zuerst ausführliche interne BIM-Richtlinien und Standards erstellt werden müssen und erst danach BIM in der Praxis eingesetzt werden kann, ist in einer dynamischen digitalen Welt obsolet. Richtig und wichtig ist das regelmässige Verfolgen von Trends und das Testen und Evaluieren von neuen Software-Lösungen und die Adaption in eigenen Projekten und für konkrete BIM-Modellnutzungen. Im Idealfall können einfache BIM-Modellnutzungen einen grosse Effizienzgewinn bringen. Es besteht aber auch das Risiko, dass man eine Lösung für eine spezifische Problemstellung sucht und sich herausstellt, dass sich die investierte Zeit erst bei einer mehrmaligen



Anwendung rechnen würde. Der Weg zum Erfolg führt vielfach über ausprobieren und verbessern in mehreren Iterationen.

6.2.3 Mitarbeiterschulung

Oberstes Ziel bei der Mitarbeiterschulung ist es, den Anwender mit konkreten Beispielen und Übungen aus der Praxis von der Nützlichkeit von neuen Tools und Methoden zu überzeugen. Wenn dieses Ziel erreicht ist, beschafft er normalerweise weiteres Knowhow aus eigener Initiative bei IT-Support, Kollegen, in Internetforen/Blogs oder aus Fachdokumentationen.

Die Bedienung einer BIM-Projekt Review Software ist zum Beispiel Grundvoraussetzung, um an der BIM-Welt teilzuhaben und die Vorteile einer modellbasierten Planung zu nutzen. Die Generation der digital Natives lernt meist intuitiv mit solchen Tools umzugehen. Der Knowhow Austausch zwischen erfahrenen und jungen Mitarbeitern wird deshalb bei AFC gezielt gefördert mit der personellen Zusammensetzung von Projektteams. Zu spezifischen Themen werden bei AFC auch Workshops durchgeführt.

6.2.4 IT-Support

Für Fragen und Austausch von Knowhow und Erfahrung braucht es eine offene Kultur und einen guten IT-Support. AFC hat die Erfahrung gemacht, dass BIM-Knowhow nur beschränkt eingekauft oder an einen Software-Anbieter ausgelagert werden kann. Dort ist das Knowhow oft nur für Standardlösungen vorhanden und eine unabhängige Beratung nur beschränkt gewährleistet. Das BIM-Knowhow in einem Unternehmen muss selbst erarbeitet werden und das geht nicht ohne Aufwand und Investition in die Mitarbeiter.

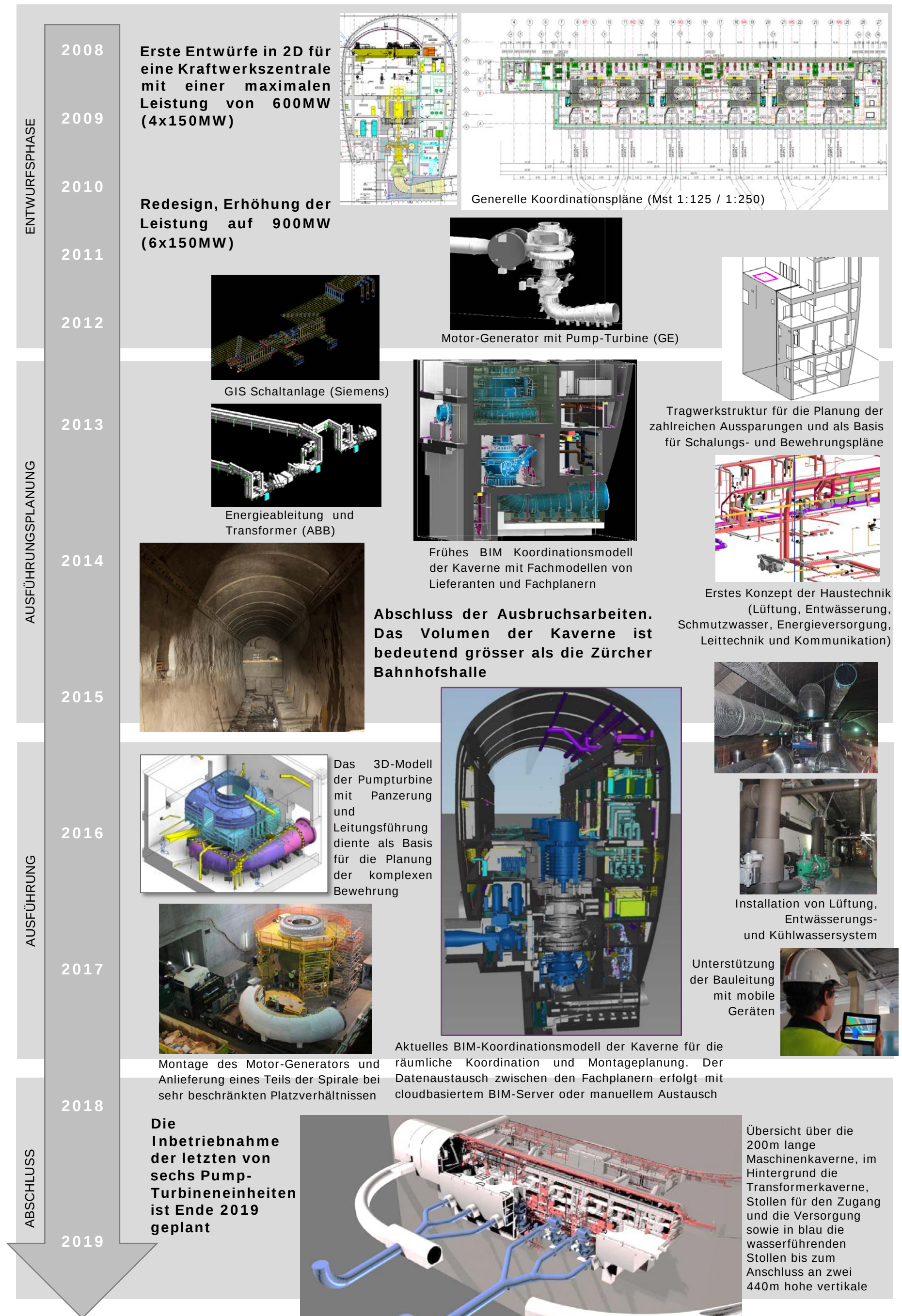


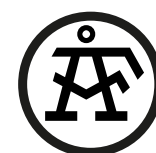
Anhang

Anhang 1: Einführung der BIM-Methode	22
Anhang 2: Prozessplan Ausführungsplanung, Räumliche Koordination	23
Anhang 3: Prozessplan Ausführungsplanung, Aussparungsplanung	24
Anhang 4: Beispiele von Koordinationsplänen	25
Anhang 5: Visualisierung Querschnitt Maschinenkaverne	26



Anhang 1: Einführung der BIM-Methode

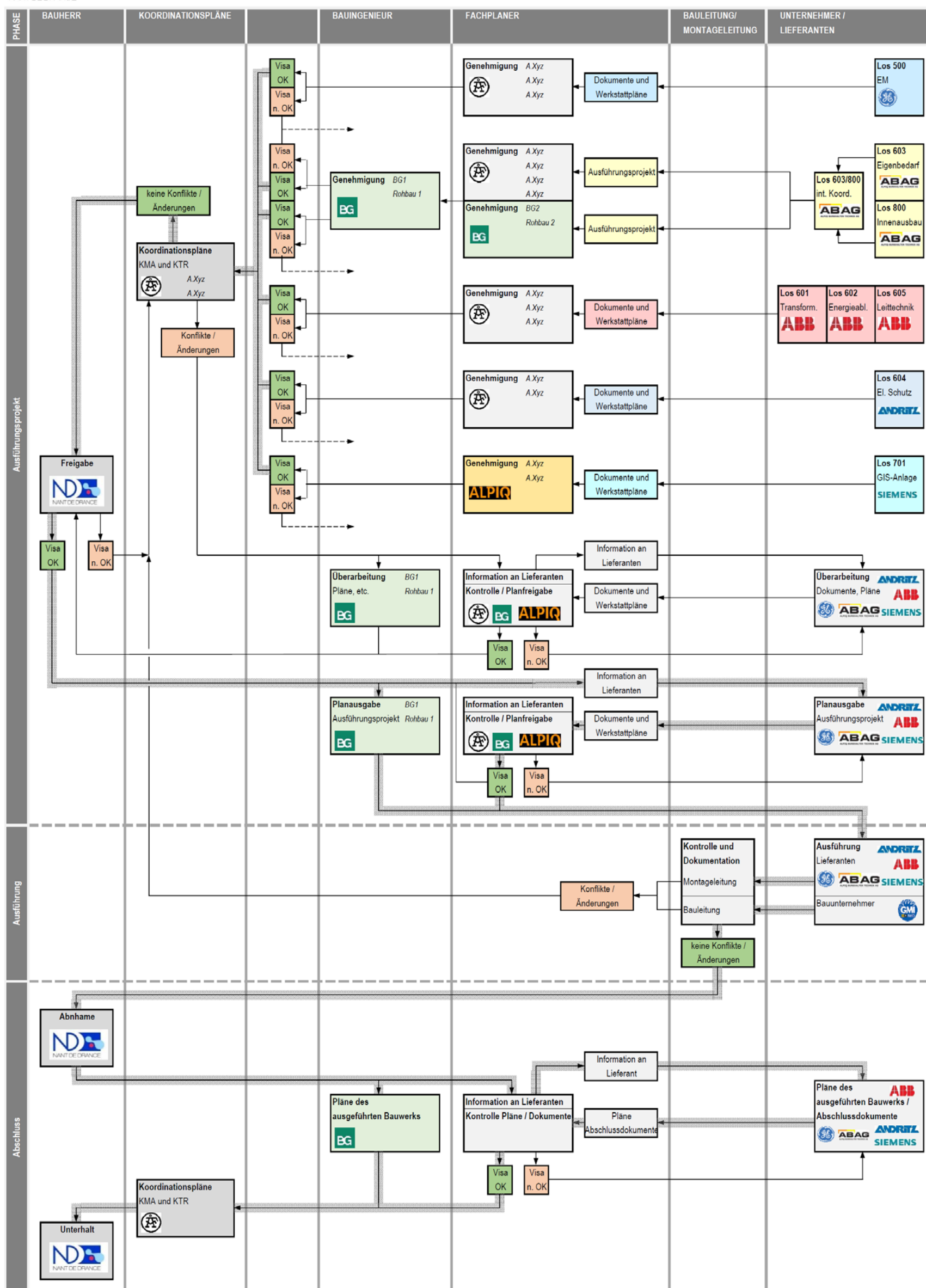


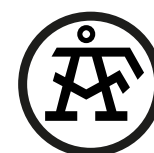


Anhang 2: Prozessplan Ausführungsplanung, Räumliche Koordination



Ablauf der Ausführungsplanung PSW Nant de Drance
RÄUMLICHE KOORDINATION KMA / KTR
11.08.2016 / AFC

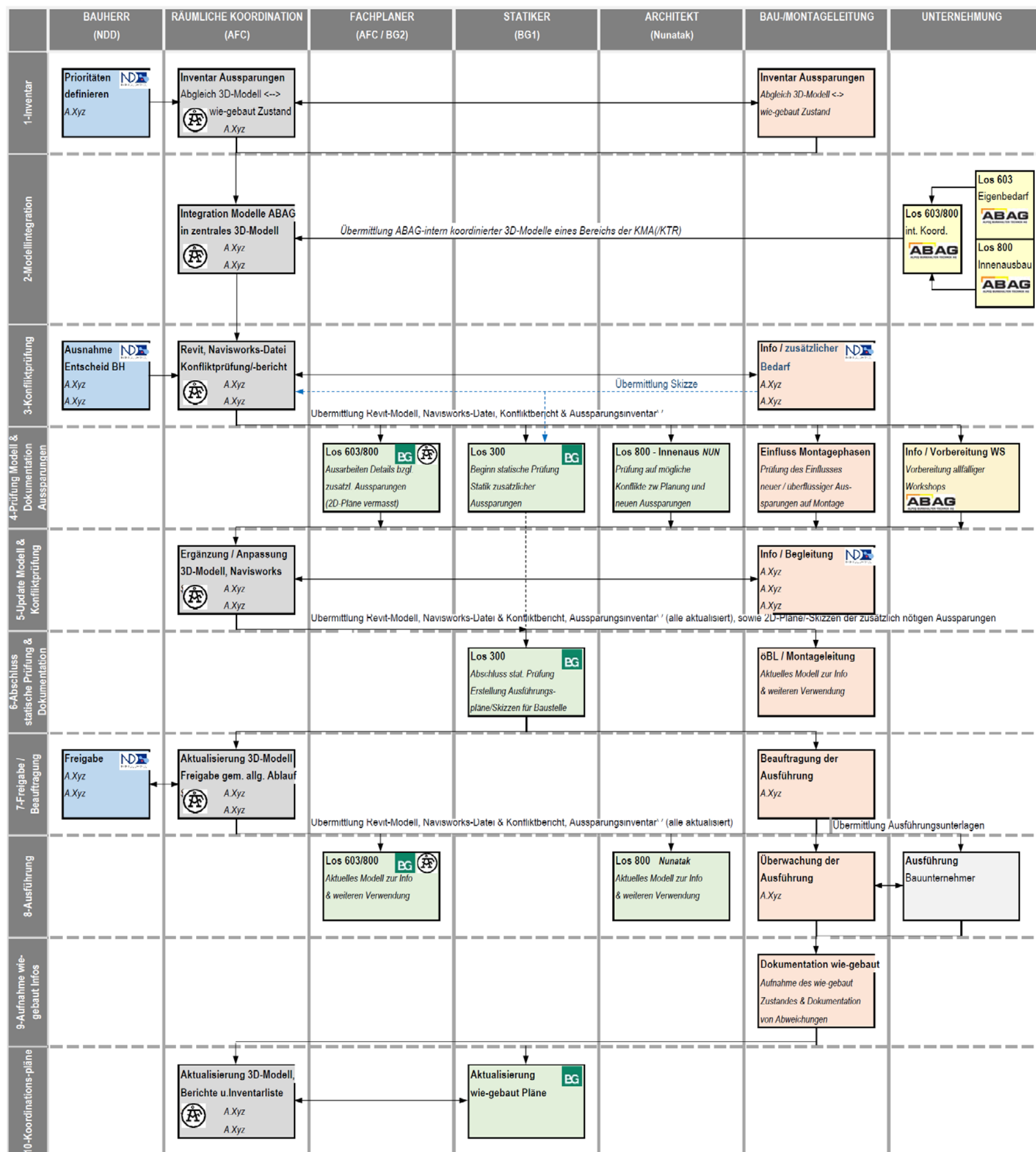




Anhang 3: Prozessplan Ausführungsplanung, Aussparungsplanung

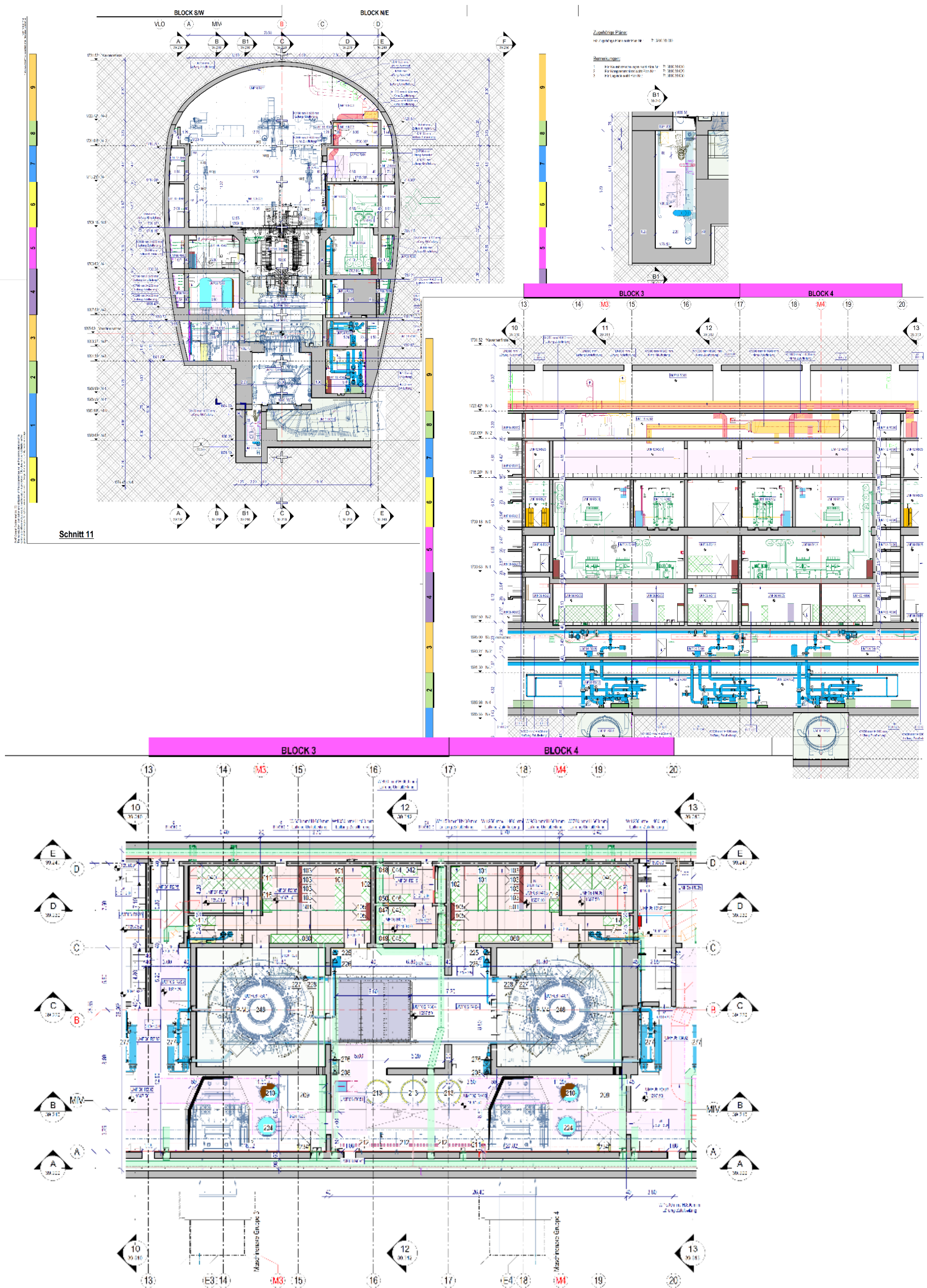


Ablauf der Ausführungsplanung PSW Nant de Drance
Aussparungsplanung KMA/KTR
Rev. 23.02.2017 / AFC



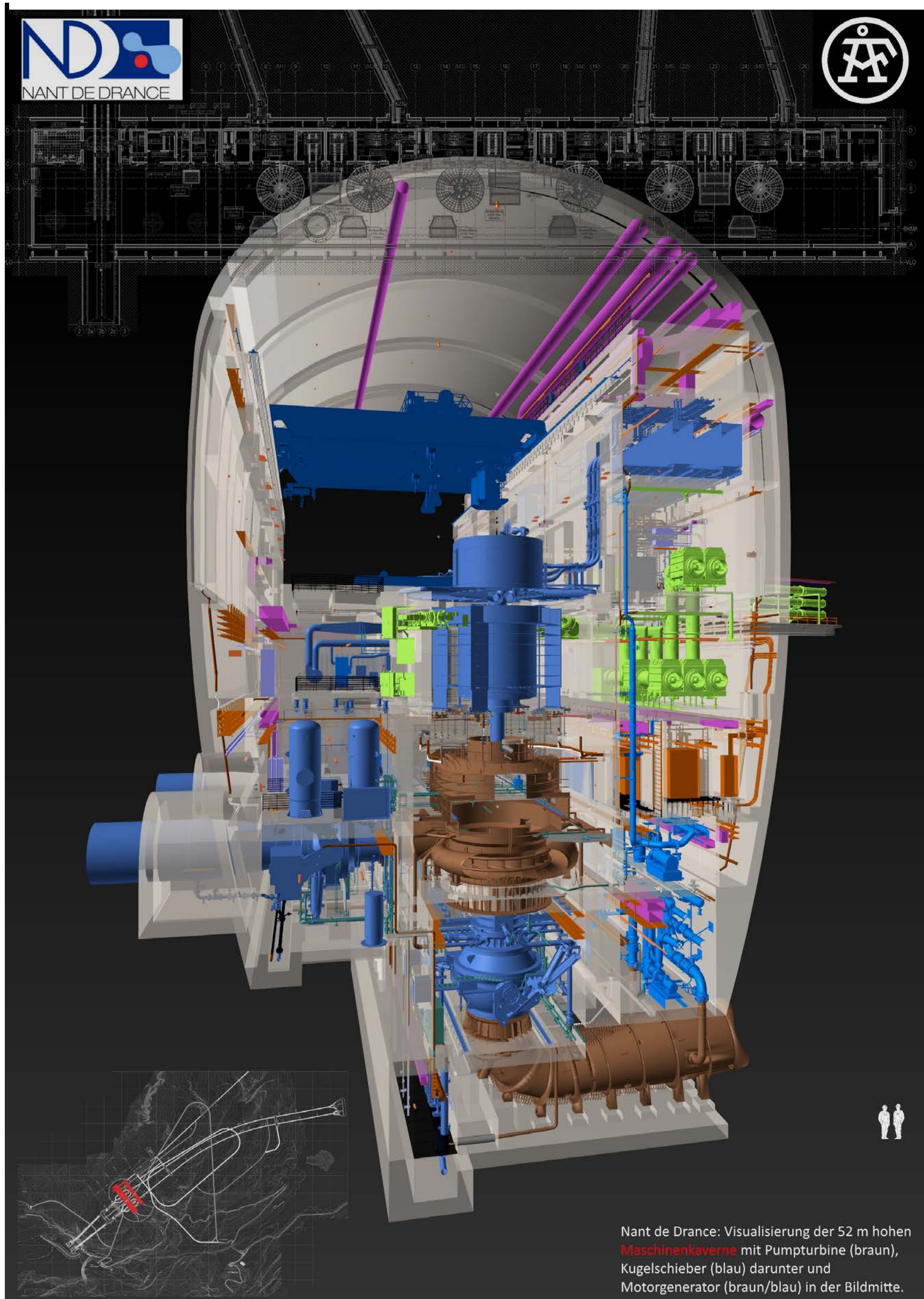


Anhang 4: Beispiele von Koordinationsplänen





Anhang 5: Visualisierung Querschnitt Maschinenkaverne



Nant de Drance: Visualisierung der 52 m hohen **Maschinenkaverne** mit Pumpturbine (braun), Kugelschieber (blau) darunter und Motorgenerator (braun/blau) in der Bildmitte.