

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	7
1 Einleitung und Zielsetzung	11
2 Projektprozess im Anlagenbau	13
2.1 Projektphasen	13
2.2 Planungsdokumente	14
2.2.1 FEL-1: Appraise (Feasibility).....	15
2.2.2 FEL-2: Select (Concept).....	15
2.2.3 FEL-3: Define (FEED, Front End Engineering Design).....	16
2.2.4 Execute	16
2.2.5 Operate	17
2.3 Projektpartner.....	17
3 Terminplanung im Projektprozess	19
3.1 Terminplanungsprozess.....	19
3.2 Schedule Plan	21
3.3 Basis of Schedule	22
3.4 Projektlaufzeiten	23
3.5 Terminplanarten	24
3.5.1 Level 1-Terminplan (Milestone Plan).....	27
3.5.2 Level 2-Terminplan (Gesamtterminplan auf Fachabteilungsebene).....	28
3.5.3 Level 3-Terminplan (Detail-Terminplan).....	29
3.5.4 Level 4-Terminplan (Bau- und Montageterminplan ohne Stillstandsaktivitäten).....	31
3.5.5 Level 5-Terminplan (Bau- und Montageterminplan mit Stillstandsaktivitäten).....	31
3.6 Terminplanentwicklung – Top-Down vs. Bottom-Up	31
3.7 Ausführungsdauern und Vorgangsdauern.....	34
3.8 Arbeitszeitwerte und Kosten	34
3.9 Vorüberlegungen zur Erstellung des Terminplans	36
3.10 Aufbau und Struktur des Terminplans.....	37
4 Engineering (Planung)	39
4.1 Pre-FID Engineering	40
4.1.1 Appraise (Vorplanung).....	40
4.1.2 Select (Verfahrensgrobplanung).....	42

4.1.3	Define (Verfahrensdetailplanung).....	44
4.2	Execute (Detail Engineering, Anlagendetailplanung).....	45
4.3	Engineeringspezifische Ergänzungen	50
5	Procurement (Equipment- und Materialeinkauf bzw.-beschaffung)	53
5.1	Equipment und Bulkmaterialien.....	53
5.2	Verträge.....	55
5.3	Lieferung und Montage-Leistungen (Supply and Erect).....	56
5.4	Procurementspezifische Ergänzungen	57
6	Construction (Montage und Installation)	59
6.1	Allgemeines	59
6.1.1	Level 3-, Level 4- und Level 5-Construction-Terminpläne	59
6.1.2	Rahmenverträge.....	60
6.1.3	Firmeninterne Normen bzw. Standards.....	60
6.1.4	Erfahrungswerte aus bereits ausgeführten Projekten	60
6.1.5	Arbeitszeitwerte für Construction.....	60
6.1.6	Besonderheiten	60
6.2	Baustellenvorbereitung.....	61
6.3	Civil-Aktivitäten	62
6.4	Equipmentmontage.....	65
6.5	Rohrleitungsmontage	67
6.6	MSR-Montage	68
6.7	Elektromontage	69
6.8	Construction-spezifische Ergänzungen.....	70
7	Testing und Pre-Comissioning (Inbetriebnahme)	71
8	Terminplanterminologie (Terminplanbegrifflichkeiten bzw. Bausteine der Terminplanung)	73
8.1	Projektmanagement – Projektmanagementsysteme	73
8.2	Terminplanterminologie.....	73
8.3	Terminplanungssoftware	74
8.4	Basisterminplan	74
8.5	Resourceloading	75
8.6	Nivellieren	75
8.7	Verlinkungsphilosophie	76
8.8	Bedingungen (Constraints)	76
8.9	Kritischer Pfad.....	76
8.10	Work Breakdown Structure	77
8.11	Projektcontrolling bzw. Progresskurven	77

8.12	Layouts	78
8.13	Terminplan-Challenge	78
8.14	Risk Register.....	80
8.15	Projektorganigramm	80
8.16	Cost and Schedule Risk Analyse (CSRA).....	80
8.17	Behördengenehmigungen	80
8.18	Rahmenterminplan (Framework Schedule)	80
8.19	Kalender	81
8.20	Terminplanberechnung	81
8.21	Turnaround bzw. Stillstand.....	81
8.22	Changes.....	82
8.23	Terminplanspezifische Ergänzungen.....	82
9	Zusammenfassung und Ausblick	85
10	Literaturverzeichnis	87
11	Anhang.....	97
A.1	Übersicht über die Terminplanarten	98
A.2	Schedule Plan	104
A.3	Basis of Schedule	110
A.4	DACE Labour Norms V2 (Arbeitszeiten).....	118
A.5	Schedule Challenge bei den Decision Gates	119
A.6	Schedule Challenge bei den Schedule Updates.....	137
A.7	Projekt-Checkliste	145
A.8	Übersicht der Gewerke	149
A.9	Arbeitszeitwerte (Working Time Values).....	150
A.10	RACI Matrix	154
	Abkürzungsverzeichnis	157
	Glossar	159
	Abbildungsverzeichnis	165
	Tabellenverzeichnis.....	166
	Stichwortverzeichnis	167

Terminplanung im Projektprozess

3

Dieses Kapitel stellt die Aufgaben und Ziele der Terminplanung im Projektprozess vor. Außerdem werden die Begleitdokumente wie Schedule Plan (fasst die Vorgehensweise zur Terminplanerstellung zusammen) und Basis of Schedule (dokumentiert die Annahmen der Terminplanung) erläutert und der Aufbau von Terminplänen und die Terminplanarten detailliert vorgestellt.

3.1 Terminplanungsprozess

Fokus der Terminplanung ist es, die zeitliche Planung der einzelnen Bearbeitungsschritte und Aktivitäten (auch Vorgänge genannt) in den einzelnen Projektphasen zu entwickeln, zusammenzufassen sowie zu dokumentieren. Dieser Prozess gewährleistet:

- dass „nichts“ vergessen wird,
- eine strukturierte Abarbeitung der einzelnen Aktivitäten und
- die Messung der Projektperformances. Unter Projektperformance versteht man den Vergleich des aktuellen Status mit der Original- oder Sollplanung, welche nach den Gatereviews bei den Decision Gates freigegeben wurde.

Weitere Fragen, die mithilfe der Terminplanung beantwortet werden können, sind z. B.:

- a) Werden die Business-Randbedingungen eingehalten, wie z. B. der RFSU-Termin (Ready for Start-up – Fertig für die Inbetriebnahme)?
- b) Sind die Verträge mit den EPC-Partnern (Engineering, Procurement, Construction) abgeschlossen?
- c) Welche Aktivitäten bilden den kritischen Pfad? Der kritische Pfad ist der längste Projektpfad, der sich bildet, indem man die zu bearbeitenden Aktivitäten formal mit null Puffer aufreht (siehe auf Kapitel 8.9).
- d) Wie sieht der kritische Pfad aus?

Grundsätzlich darf die Terminplanung nicht mit einer To-Do-Liste verwechselt werden. Die Terminplanung dokumentiert und adressiert für das Projekt signifikante Punkte, zum Beispiel die Aktivität „Piping MTO (Material Take Off) erstellen“ mit der Ressource Piping. Das ist ein umfangreicher Punkt, welcher im Wesentlichen den Leistungsumfang im Projekt für die Fachabteilung Piping beschreibt. Der Piping-Ingenieur kennt alle Details, überprüft und initiiert alle Subaktivitäten dieses Punktes, wie z. B.:

- Liegen alle Randbedingungen für die Erstellung des Piping MTOs vor?
- Wird das MTO in einer Liste und oder ggf. mehreren Listen erfasst (z. B. getrennt nach Rohren und Ventilen)?
- Werden für unterschiedliche Werkstoffe unterschiedliche Listen erstellt?

Die Entwicklung des Terminplans ist nicht die alleinige Aufgabe des Terminplaners. Der Terminplan wird gemeinsam im Projekt mit allen Beteiligten in einem sogenannten Interactive Planning Meeting entwickelt. Für dieses Meeting bereitet der Terminplaner die Grundlagen vor und im Meeting werden:

- die fehlenden Aktivitäten hinzugefügt,
- die Plausibilität überprüft sowie
- die Schnittstellen zwischen den Fachabteilungen sowie mit anderen Projekten und/oder anderen Bereichen abgestimmt.

Terminplanbegrifflichkeiten werden ausführlich im Kapitel 8 behandelt. Zur besseren Verständlichkeit werden in diesem Abschnitt bereits zwei Begriffe verwendet: zum einen der Begriff Aktivität bzw. Vorgang und der Begriff Meilenstein. Ein Vorgang wird durch einen Startzeitpunkt, eine Aktion und einen Endzeitpunkt definiert, siehe Abbildung 3.1. Zu dem Vorgang können noch zusätzliche Merkmale wie Ressourcen, Kosten etc. definiert werden.

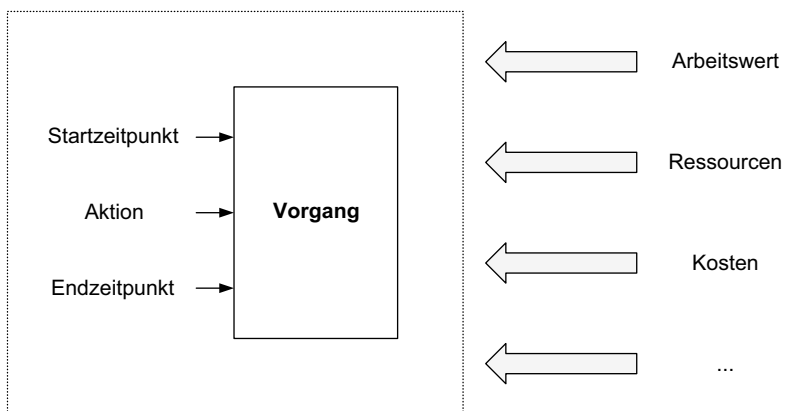


Abbildung 3.1: Vorgang

Ein Meilenstein hingegen ist sozusagen ein Vorgang mit der Dauer null. Die Dauer ist die Differenz zwischen Endzeitpunkt und Startzeitpunkt, siehe hierzu u. a. [THEP23].

3.2 Schedule Plan

Im Schedule Plan wird für jede Fachabteilung einzeln aufgelistet, welche Planungsdokumente für den Terminplan in welcher Detailtiefe zu erstellen sind. Darüber hinaus ist zu beschreiben, welche Quellen für welchen Inhalt heranzuziehen sind, z. B. In-house Daten und/oder Lieferzeiten für Rohmaterial (Rohre, Fittings und Flansche etc.). Außerdem muss der Schedule Plan eine Terminalschiene vorgeben, wie Tabelle 3.1 exemplarisch darstellt.

Wichtig ist, dass der Schedule Plan mit dem Projektteam abzustimmen und freizugeben ist. Darüber hinaus sollte der Schedule Plan zu Beginn jeder Projektphase erstellt und freigegeben werden, damit alle Beteiligten sich vorbereiten können.

Im Anhang A.2 befindet sich ein Template für einen Schedule Plan.

Tabelle 3.1: Beispiel für einen Schedule Plan

Beschreibung	Zuständigkeit	Enddatum	Kommentar
Freigabe des Schedule Plans durch das Projektteam	Projektleiter	11.01.2022	
Scope-Listen, wie: - Equipment-Liste - Rohrleitungsliste - Einbindepunktliste - Rohrleitungs- und Instrumentenfließschemata, - Blockflussdiagramm	Verfahrenstechnik	20.02.2022	Mit Projektfreigabe
Aufstellungsplan	Anlagen- bzw. Rohrleitungsbau	20.02.2022	Mit Projektfreigabe
Stromlaufplan	E-Technik	20.02.2022	Mit Projektfreigabe
Instrumenten-Index	Messen, Steuern, Regeln (MSR)	20.02.2022	Mit Projektfreigabe
Start des Terminplans		20.02.2022	
Übersendung der Material Take-Offs bzw. Mengenauszüge (MTOs) an Scheduling, wie: - Rohrleitungsbau - Bauwesen - E-Technik - MSR - Kran- & Gerüstbau	Fachabteilung & Projektleiter	20.02.2022	Mit Projektfreigabe
Endtermin zum Erhalt aller Angebote gemäß Estimating Plan	Fachabteilung & Projektleiter	05.03.2022	Mit technischer Überprüfung der Fachwerke
Einarbeiten der Montage/Demontage- bzw. Installationsstunden gem. Kostenschätzung (bis einschließlich Define; in Execute basieren die Montage/Demontage- bzw. Installationsstunden auf Informationen der ausführenden Firmen (AFC-Dokumente))	Estimation / Scheduler / CM	05.03.2022	

3.5.4 Level 4-Terminplan (Bau- und Montageterminplan ohne Stillstandsaktivitäten)

Der Level 4-Terminplan beschreibt vor allem den Abschnitt Construction in der Execute-Phase des Projekts. Im Vergleich zu Terminplänen der Level 1, 2 und 3 ist dieser detaillierter und gibt die Construction-Aktivitäten wieder. Diese werden in Zusammenarbeit mit den ausführenden Partnern geplant.

In der Regel wird in dieser Phase jeden Tag ein Construction Meeting abgehalten, bei dem das Construction Management des Kunden (der planenden Firma) sich mit den Fachbauleitern trifft. Hierbei werden der Status, Fortschritte und die nächsten Aktivitäten besprochen.

Größte Aufmerksamkeit liegt in der Analyse des IST-Plans bzw. der IST-Kurve im Vergleich mit dem SOLL-Plan bzw. der SOLL-Kurve. Bei Abweichungen müssen potenzielle Risiken erkannt werden und sind ggf. Gegenmaßnahmen zu ergreifen.

Die Genauigkeit des Terminplans (Terminplandetaillierungsbasis) ist wöchentlich bis täglich. Der Terminplan wird auch wöchentlich bis täglich upgedatet.

Abbildung 3.4 stellt einen typischen Level 4-Terminplan ohne Stillstandsaktivitäten vor.

3.5.5 Level 5-Terminplan (Bau- und Montageterminplan mit Stillstandsaktivitäten)

Ein Level 5-Terminplan wird für Baustellen mit Stillstandsaktivitäten aufgestellt. Im Vergleich zum Level 4-Terminplan ist seine Genauigkeit höher, täglich bis stündlich. Das Update erfolgt ebenfalls täglich bis stündlich.

Abbildung 3.5 stellt einen typischen Level 5-Terminplan mit Stillstandsaktivitäten dar.

3.6 Terminplanentwicklung – Top-Down vs. Bottom-Up

Bei der Terminplanentwicklung wird zwischen Top-Down-Ansatz und Bottom-Up-Ansatz unterschieden. Beim Top-Down erfolgt die Planung vom Allgemeinen zum Einzelnen, dagegen erfolgt die Planung beim Bottom-Up Ansatz vom Einzelnen zum Allgemeinen.

[WUER17] hingegen definiert die Top-Down-Planung oder Rückwärtsterminierung als eine Planung vom Ziel zum Start. Hierbei wird vom Betrieb der Anlage zurück zum Projektstart bzw. zur Projektentscheidung geplant. Bei der Bottom-Up Planung bzw. Vorwärtsplanung hingegen wird vom Start zum Ziel geplant. Hierbei wird vom Projektstart bzw. von der Projektentscheidung zum Betrieb der Anlage geplant.

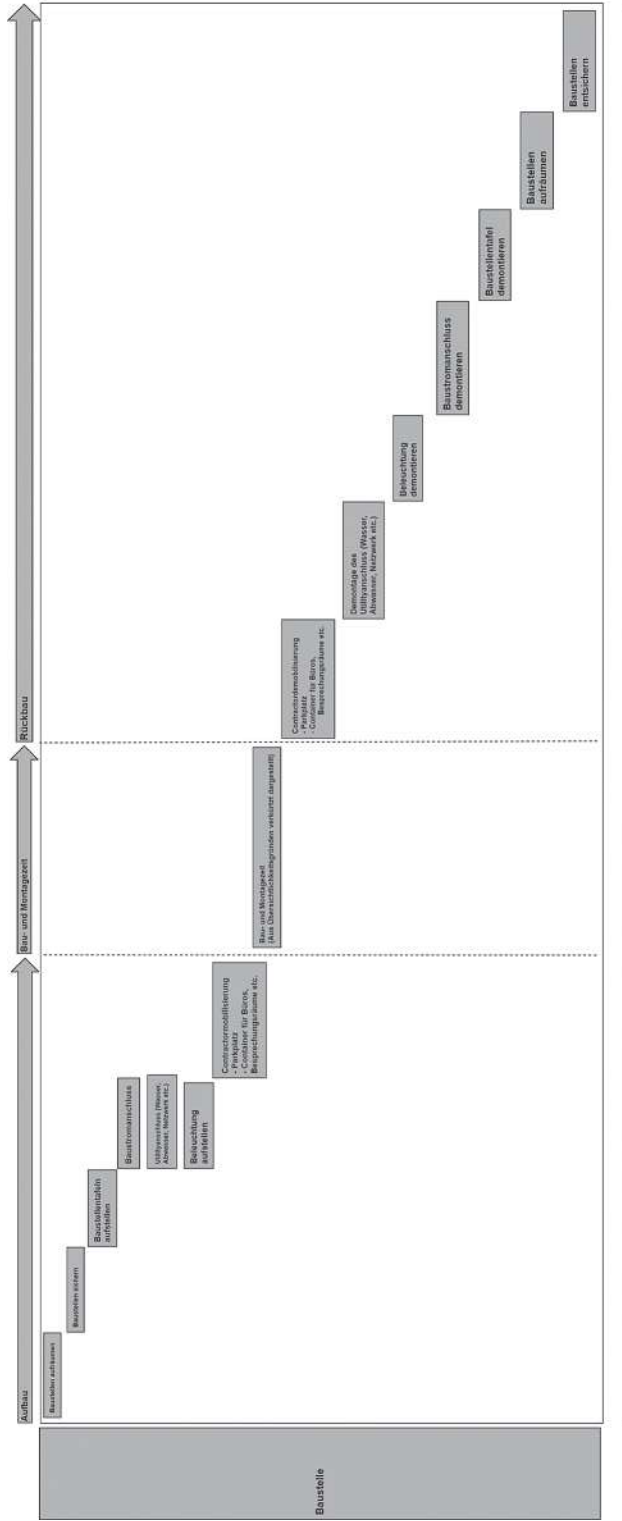


Abbildung 3.4 Level 4-Terminplan (Bau- und Montagezeitplan ohne Stillstandsaktivitäten)

Engineering (Planung)

In Projekten für den Anlagenbau wird grundsätzlich unterschieden zwischen Pre-FID Engineering bzw. Revex Engineering, welche in der Appraise- und Select- sowie in der Define-Phase stattfinden, und Detail Engineering (Ausführungsplanung), welches in der Execute-Phase ausgearbeitet wird.

Die nächsten Abschnitte stellen für die einzelnen Projektphasen die Key Aktivitäten zusammen, welche im Terminplan im Detail ausgeführt werden sollen. Die Reihenfolge – sequenziell oder parallel bezüglich der Abarbeitung der Key Aktivitäten – ist im Team abzustimmen. Die Liste fasst die Key Aktivitäten zusammen. Hierbei wird wegen der Übersichtlichkeit empfohlen, den Engineering-Schritten zu folgen, die in Tabelle 4.1 vorgestellt werden, damit „nichts vergessen“ wird. Die essenziellen Aktivitäten wurden bereits in Kapitel 2 vorgestellt.

Tabelle 4.1: *Engineering-Schritte*

Engineering-Schritte	Bemerkung
Projektmanagement	
Verfahrenstechnik (Prozesstechnik)	
Equipment bzw. Apparate (Behälter, Pumpen etc. sowie Package Units)	
Plotplanung (3D-Anlageplanung)	
Civil (Tief-, Hoch- und Stahlbau)	
Rohrleitungen (Piping)	
Prozessleittechnik (Electrical & Instrumentation) (E-Technik, MSR sowie Steuerung)	
Technische Gebäudeausrüstung (TGA)	
Logistik / Infrastruktur	
Inbetriebnahme	

Einen ähnlichen Aufbau schlägt z. B. [WEBE14] für die Anlagendokumentation und Schnittstellenkontrolle vor.

Für klassische Projekte sind i. d. R. alle diese Engineering-Schritte erforderlich. Entsprechend den Projektrandbedingungen sind sie ggf. projektspezifisch sowie unternehmensspezifisch zu adaptieren.

Für das Engineering bildet die Prozess-Fachabteilung mit den Massen- und Energiebilanzrechnungen die Basis. Auf dieser Basis sind die Equipments zu bemessen. Mit diesen beiden Voraussetzungen können die weiteren Fachabteilungen wie Civil, Piping, Electrical, MSR die Auslegung starten. Das Projektmanagement begleitet alle diese Aktivitäten mit Organisation und Koordination der Aufgaben. Weiterhin fasst es alle administrativen Aufgaben zusammen. Hierzu zählen insbesondere:

- die Terminplanung,
- die Kostenschätzung,
- die Zusammenarbeit mit Behörden (Behörden-Engineering),
- die administrativen Aufgaben des Einkaufs, wie Einkaufsstrategie etc.,
- die Qualitäts-Aktivitäten,
- die Sicherheits-Aktivitäten und
- die Aktivitäten des Construction Management.

4.1 Pre-FID Engineering

Die Pre-FID Projektphase fasst die Projektphasen Appraise, Select und Define zusammen. In der Appraise-Phase werden in der Regel grundsätzliche Fragestellungen geklärt und in einer Machbarkeitsstudie (Feasibility Report) zusammengefasst. In der Select-Phase werden die Konzepte für die Aufgabenstellung entwickelt. Am Ende der Select-Phase oder zum Start der Define-Phase wird das Konzept ausgewählt und weiter ausgearbeitet.

4.1.1 Appraise (Vorplanung)

Tabelle 4.2 dokumentiert die Planungsaktivitäten für die Appraise-Phase.

Tabelle 4.2: Planungsaktivitäten (Engineeringsaktivitäten) in der Appraise-Phase

Appraise (Vorplanung)		Bemerkung
Projektmanagement	Kick-Off-Meeting (KOM)	
	Festlegung eines Projektleiters und des Teams (Organigramm)	
	Terminplanstellung Level 1 (Milestone Plan)	
	Projektbearbeitungsplan und -anweisungen (Project Execution Plan (PEP) etc.)	
	Grundgedanken und -ideen mit Stand der Technik	