

1. Einführung in die Anlagenplanung und die Anlagenrealisierung

1.1 Allgemeine Betrachtungen zur Anlagenplanung und -realisierung, Begriffe

Der Aufgabenumfang der Planung und Realisierung von Anlagen kann sehr unterschiedlich sein. Er richtet sich insbesondere nach der konkreten Aufgabenstellung. Sie kann beispielsweise zum Ziel haben:

- den Neubau einer Anlage,
- den Ersatz einzelner Komponenten der Anlage,
- den Ersatz einer vollständigen Anlage,
- die Erfüllung behördlicher Auflagen, die sich aus dem BImSchG und anderen gesetzlichen Grundlagen ergeben.

Anlagen sind komplette, funktionsfähige Gebilde zur Herstellung eines Produktes. Sie bestehen im Wesentlichen aus:

- den eigentlichen Produktionsanlagen und
- den zum Betrieb erforderlichen Nebenanlagen.

Zu einer Anlage können neben der maschinen- und apparatetechnischen Ausrüstung auch die Gebäude bzw. baulichen Anlagen einschließlich der notwendigen Versorgungsanlagen (Wasser, Heizung, Lüftung, Klimatisierung, Sanitär, Beleuchtung usw.) gerechnet werden.

Zu den Produktionsanlagen zählen in der Gärungs- und Getränkeindustrie:

- Anlagen für die Rohstoffannahme, -Behandlung und -Lagerung;
- Anlagen für die Verarbeitung der Rohstoffe zu einem verkaufsfähigen (End-) Produkt, beispielsweise Mälzerei-Anlagen, Brauerei-Anlagen, Füllanlagen;
- Reinigungs- und Desinfektionsanlagen inklusive der Chemikalienlagerung, die im Allgemeinen in die vorstehend genannten Anlagen integriert sind.

Zu den Nebenanlagen in der Gärungsindustrie zählen beispielsweise Anlagen zur:

- Energiebereitstellung (Wärme, Kälte und Elektro-Energie, Druckluftversorgung);
- CO₂-Versorgung;
- Wasserversorgung und ggf. -aufbereitung;
- Abwassersammlung und Ableitung sowie ggf. für die Aufbereitung;
- Gewinnung und Aufarbeitung der Nebenprodukte (Treber, CO₂) und Abfälle;
- Anlagen, soweit sie nicht zu den Produktionsanlagen gezählt werden.

Anlagenplanung

Anlagen werden aus einzelnen Anlagenelementen (Maschinen, Apparate, Rohrleitungen, Armaturen usw.) zusammengesetzt. Oft werden sie mit speziellen Förderelementen verknüpft.

Anlagenelemente sind kleinste, funktionelle Bestandteile einer Anlage, die im Allgemeinen nicht weiter untergliedert werden können. Beispiele sind Pumpen, Verdichter, Wärmeübertrager, Antriebsmotoren, Behälter.

Apparate sind Anlagenelemente, die im Wesentlichen ohne bewegte Teile auskommen. Sie dienen meistens der Zufuhr oder dem Entzug von Energie oder Stoff in Bezug auf ein zu behandelndes Gut.

Maschinen sind Anlagenelemente zur Verrichtung mechanischer Arbeit, die Kraftwirkungen auf das zu behandelnde Gut übertragen. Sie verfügen über bewegte Teile, die sich gesetzmäßig bewegen.

Nach den eingangs genannten Möglichkeiten des Aufgabenumfanges für Anlagenplanungen unterscheiden sich natürlich auch die erforderlichen Aufwendungen und der Umfang der Planungsarbeiten.

Die *Ersatzinvestition*, zum Beispiel die Erneuerung einer verschlissenen Pumpe oder eines Wärmeübertragers, erfordert keinen oder nur wenig Aufwand bei der Planung.

Dagegen müssen schon beim Ersatz einer alten Füllmaschine durch eine neue mit verbesserten Gesamt-Sauerstoffwerten zahlreiche Kriterien geprüft werden, um die Erwartungen an die neue Füllmaschine zu erfüllen.

Ersatzinvestitionen einer kompletten Anlage erfordern einen größeren Planungsaufwand.

Beim *Neubau* oder bei der Neugestaltung von Anlagen oder Betrieben wird der Aufwand natürlich noch größer.

Auch die Fragen nach erforderlichen Genehmigungen gemäß dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) müssen geprüft werden.

1.2 Der grundsätzliche Ablauf der Anlagenplanung

Die Planung von Anlagen ist ein iterativer Prozess, dessen Fortschritt von der laufenden, planungsbegleitenden Prüfung der Zwischenergebnisse und deren Resultaten abhängig ist.

Diese laufenden Kontrollen und Bewertungen des jeweils erreichten technologischen und wirtschaftlichen Standes sind entscheidend für den weiteren Ablauf der Planungstätigkeit. Sobald wesentliche, das Projekt in Frage stellende Erkenntnisse vorliegen, müssen die Ausgangsdaten überarbeitet werden. Mit diesen modifizierten Werten müssen die Prüfungen und Bewertungen fortgesetzt werden, bis das Endergebnis den Erwartungen entspricht.

Kann die Zielstellung trotz mehrfacher Überarbeitung nicht erreicht werden, muss das Projekt abgebrochen werden.

Mit dieser iterativen Arbeitsweise werden eventuelle Fehlentwicklungen rechtzeitig erkannt bzw. es kann zum frühest möglichen Zeitpunkt gegengesteuert werden. Unnötiger Zeitaufwand und Kosten werden damit vermieden.

Bei allen Stufen der Planung müssen die 4 *Grundsätze* der Projektplanung beachtet werden (siehe auch Kapitel 3):

- der Stufengrundsatz,
- der Variantengrundsatz,
- der Grundsatz der Projekttreue und
- der Vereinheitlichungsgrundsatz.

In Abbildung 1 ist der stufenweise Entscheidungsprozess für die Anlagenplanung schematisch dargestellt. Dieses Schema kann sinngemäß für alle Formen der Anlagenplanung angewandt und ggf. auch vereinfacht werden.

Grundlage aller Planungstätigkeit ist die Formulierung des zu lösenden Problems. Dazu können betriebliche Entwicklungskonzeptionen, neue Produktentwicklungen, Marktanalysen, Analysen der Betriebskosten, Analysen des technologischen Niveaus, Erkenntnisse der Instandhaltung usw. die Basis sein.

Aus diesen Daten wird eine *Aufgabenstellung* (AST) erarbeitet. Die AST soll das zu lösende Problem allseitig und umfassend beschreiben. Je besser die AST, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass die daraus abgeleiteten Arbeiten, Planungen oder Bestellungen das erwartete Ergebnis erfüllen.

Auf der Grundlage der AST kann eine erste *Grobplanung* erfolgen, auf deren Basis die Realisierbarkeit bzw. die Wirtschaftlichkeit erstmals geprüft werden kann. Diese Prüfung wird auch als „*feasibility study*“ (Machbarkeitsstudie) bezeichnet.

Erscheint die Grobplanung die mit der AST angestrebte Lösung zu erfüllen, kann ein *Vorprojekt* erarbeitet werden, das wiederum einer Wirtschaftlichkeitsprüfung unterworfen wird.

Parallel zu diesem Vorprojekt können bereits die ersten Arbeiten zur behördlichen *Genehmigungsplanung* gemäß dem BImSchG erfolgen bzw. ist es sinnvoll, die Genehmigungsbehörde in die Projektarbeit mit einzubeziehen. Die Anträge für die Genehmigungsplanung sollten sobald als möglich formgerecht gestellt werden.

Ein Problem besteht darin, dass der *Genehmigungsantrag* erst gestellt werden kann, wenn die wesentlichen Details der angestrebten Projektlösung vorliegen (räumliche Struktur, die maschinen- und apparatetechnische Ausrüstung mit den wesentlichen Angaben zu Emissionen und Immissionen, der Sicherheitstechnik, Ver- und Entsorgung vor allem der Nebenprodukte und „Abfälle“, Logistik, usw.).

Die mit der Genehmigung des Projektes erteilten Auflagen müssen berücksichtigt und umgesetzt werden.

Das Vorprojekt muss bereits möglichst detaillierte Aussagen zum beabsichtigten Standort, zum Verfahren, zur Anlagengröße, zur Produktionsgestaltung, zur Ver- und Entsorgung und zum Raumkonzept enthalten. Auf dieser Basis müssen von den in Frage kommenden Lieferanten und Dienstleistern *Angebote* eingeholt werden, die ins-

besondere eine Aussage zu den zu erwartenden Investitions- und Betriebskosten gestatten.

Ergibt die erneute Wirtschaftlichkeitsprüfung keine wesentlich neuen Erkenntnisse und erscheint das Konzept zur Umsetzung der AST tragfähig, kann die Entscheidung für die *Projekt-Realisierung* getroffen werden. Diese Entscheidung kann mit beträchtlichen Konsequenzen, insbesondere finanzieller Art, verbunden sein.

Deshalb muss sie sehr gewissenhaft vorbereitet werden, um Fehlinvestitionen auszuschließen und das Restrisiko zu minimieren.

Spätestens mit der Projekt-Entscheidung muss das *Kostenmanagement* beginnen.

Die nächsten Schritte sind dann:

- die weitere *Ausführungs- und Detailplanung*,
- die Angebotseinholung auf der Grundlage sorgfältig erarbeiteter Aufgabenstellungen bzw. Ausschreibungen des Leistungsumfanges,
- die *Angebotsprüfungen*,
- die *Angebotsverhandlungen* und die abschließende sorgfältige Auswahl des(r) Auftragnehmer(s) (AN) bzw. Lieferanten, die mit der *Auftragserteilung* für den benötigten Liefer- und Leistungsumfang endet.

Die weiteren wichtigen Schritte bis zur Inbetriebnahme sind dann die Bau- und Montagearbeiten, die Vorbereitung des Probetriebes und die Schulung der Mitarbeiter auf der Grundlage der verbindlichen Verfahrens- und Arbeitsanweisungen.

Ein nicht unwesentliches Problem bei der Abgabe eines bezüglich des Leistungs- und Lieferumfanges und des Preises *verbindlichen Angebotes* besteht darin, dass der Anbietende bereits viel in die Detailarbeit investieren muss, um dem Attribut „*verbindlich*“ gerecht zu werden, ohne zu wissen, ob er den Zuschlag erhalten wird.

Andererseits kann aber eine exakte Kalkulation der angebotenen Lieferungen und Leistungen nur vorgenommen werden, wenn der Angebotsumfang definitiv abgegrenzt werden kann.

Die Projektplanung umfasst alle Phasen bzw. Einzelheiten eines Vorhabens. Dazu gehören beispielsweise:

- die Finanzierungsplanung,
- die Genehmigungsplanung,
- die Verfahrens- und Systemplanung,
- die Objekt- und Detailplanung,
- die Standortplanung,
- die Bau- und Gebäudeplanung
- die Beschaffungsplanung,
- die Bereitstellungsplanung,
- die Ablauf- und Durchführungsplanung,
- die Planung der Ver- und Entsorgung,
- die Inbetriebnahmeplanung und Schulung der Mitarbeiter usw.

Das *Projektmanagement* sichert die Abwicklung und Steuerung des Projektes in seiner Gesamtheit und umfasst die wesentlichen Mitarbeiter der Projektgruppe. Weitere Hinweise siehe unter Kapitel 5.

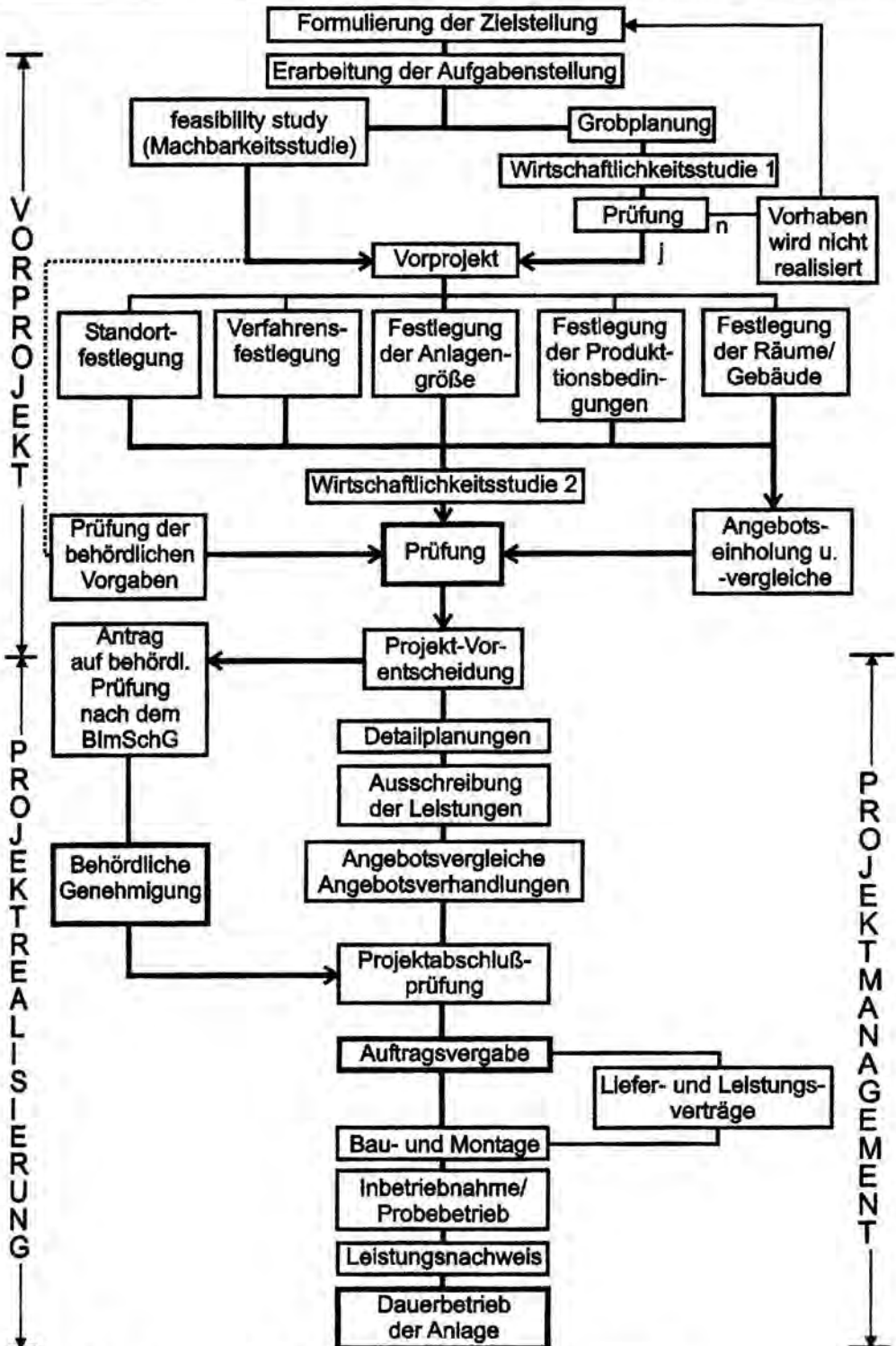


Abbildung 1 Schematische Darstellung des Planungsprozesses

1.3 Grundlagen der Anlagenplanung

Die Anlagenplanung muss Teil der Unternehmensplanung sein und muss auf *stetiger, systematischer Arbeit* beruhen.

Die mittel- und langfristigen Unternehmens-, Finanzierungs-, Investitions- und Anlagen-Planungen müssen zum Beispiel alle wesentlichen Aspekte und Geschäftsfelder, die Produktqualität, die Produktpalette und -Ausstattung, die Mitarbeiterentwicklung, die Betriebskosten und Erlöse, die Standortfragen, die Logistik, die Instandhaltung der Anlagen und Gebäude, die Ver- und Entsorgung mit Energie, Wasser, Abwasser, Abfällen etc., das Umweltmanagement usw. umfassen.

Es versteht sich von selbst, dass derartige Planungen nicht unter Zeitdruck stattfinden können und deshalb perspektivisch angelegt sein müssen.

Ebenso wichtig ist die laufende Aktualisierung der Daten als Voraussetzung für ein schnelles Reagieren auf Änderungen der Ausgangssituation oder des Marktes.

Veränderungen der gesetzlichen Grundlagen für den Betrieb oder die Errichtung von Anlagen müssen ebenfalls ständig ausgewertet werden.

Selbstverständlich müssen in allen Phasen der Planung und Errichtung von Anlagen die Belange des Unfallschutzes und der technischen Sicherheit beachtet werden.

1.4 Weiterführende Literatur zur Anlagenplanung

Die verfügbare Literatur zur Anlagenplanung der Gärungs- und Getränkeindustrie ist nicht sehr zahlreich [5], [6], [7], [8].

Grundsätzliche Zusammenhänge werden dagegen in der Literatur des Chemie-Anlagenbaues erläutert, die sich auch auf die Belange der Lebensmittelindustrie übertragen lassen [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17], [18], [19], [20], [21], [22], [23], [24].

Allgemeine und Querschnittsprobleme der Projektierung können zum Beispiel [25], [26], [27], [28], [29] entnommen werden. Weitere Hinweise sind aus der aktuellen Fachliteratur der Brau- und Malzindustrie und der Getränkeindustrie, beispielsweise aus Beschreibungen von neuen Anlagen, entnehmbar.

Beim Studium der vorstehend genannten Literatur fällt auf, dass die Standardwerke der Planung bzw. des Anlagenbaues und der peripheren Bereiche schon relativ alt sind; Neuerscheinungen sind nicht sehr zahlreich.

Die Bereitschaft zur Veröffentlichung von konkreten Daten, die Projektierung, die Berechnung bzw. Dimensionierung von Anlagen oder die Anlagenplanung betreffend, wird zunehmend geringer oder unterbleibt vollständig. Die Unternehmen, die über einschlägige Erfahrungen und Daten verfügen, nutzen diese als Wettbewerbsinstrumente (aus der Sicht der Unternehmen sicher verständlich).

Informationen zu Stoffdaten und verfahrenstechnischen Berechnungen sind beispielsweise [30], [31], [32], [33], [34], [35], [36], [37] zu entnehmen.

Erwähnt werden muss, dass die ausführliche Besichtigung oder Begutachtung ausgeführter Anlagen und die Auswertung der erreichten Daten, Verbrauchswerte, Leistungsparameter etc. (das setzt natürlich die Bereitschaft und den guten Willen des betreffenden Anlagenbetreibers oder Wettbewerbers voraus, also *Benchmarking*) eine wesentliche Hilfe bei der Entscheidungsfindung sein kann und deshalb nach Möglichkeit auch stets genutzt werden sollte.

Eine rechtzeitig begonnene, vertrauensvolle Zusammenarbeit mit dem oder den möglichen AN ist deshalb zu empfehlen.