

5 Strukturplanung

„Je planmäßiger die Menschen vorgehen, desto wirksamer vermag sie der Zufall zu treffen.“
 (Friedrich Dürrenmatt)

Einen für den Erfolg oder Misserfolg eines Projekts ganz entscheidenden Schritt im Rahmen des Projektmanagements bildet die Projektplanung. Hier werden alle notwendigen Aktivitäten des Projekts aufgelistet, die zur Ausführung der Arbeiten benötigten Personen und Ressourcen ermittelt, die erforderlichen Aufwände und die verursachten Kosten geschätzt, der Ablauf geplant und die wichtigen Termine festgelegt.

Der Input der Projektplanung ist der konkrete Projektauftrag also das Lastenheft und das Pflichtenheft. Außerdem liegen der Projektplanung die Festlegungen zugrunde, die im Rahmen der Projektorganisation getroffen und im Projektmanagement-Handbuch dokumentiert wurden. Sie regeln die personellen Strukturen, die Ablaufstrukturen und die Handhabung der Informationen.

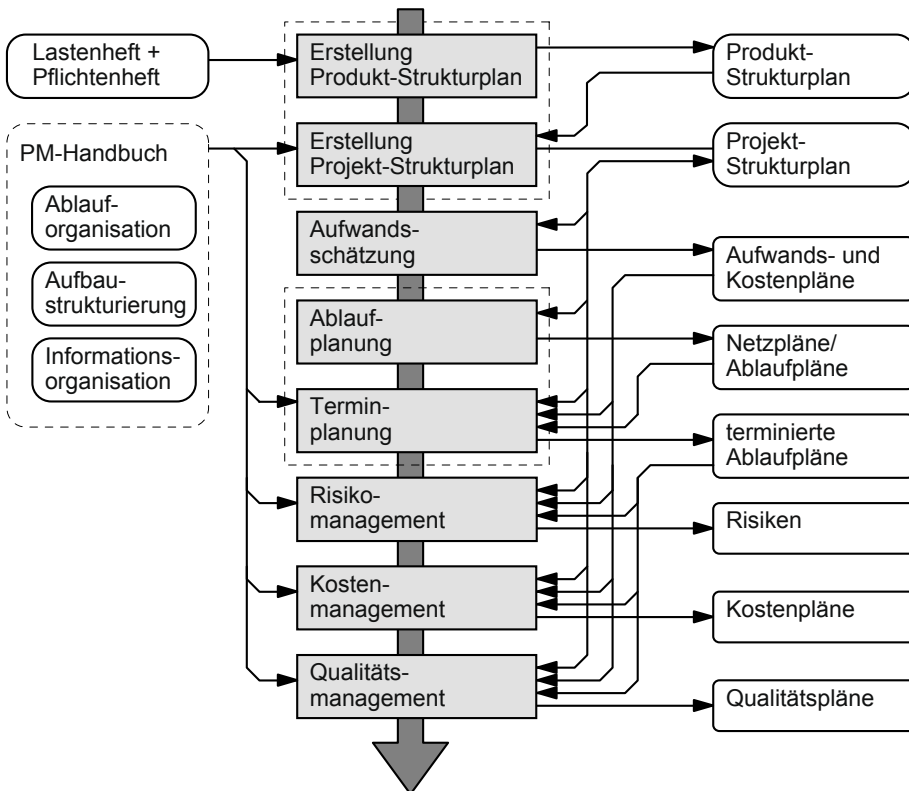


Bild 5-1 Arbeitsschritte der Projektplanung

Im Idealfall liegt am Ende der Projektplanung eine vollständige Liste mit allen Arbeitspaketen und deren Terminen, sowie der anfallenden Kosten und Aussagen über die Planungsrisiken vor. Damit der Weg von der mit vielen Unbekannten behafteten Ausgangssituation bis zur detaillierten und vollständigen Planung kein Zufallstreffer bleibt, ist eine systematische, aus mehreren Arbeitsschritten bestehende Vorgehensweise notwendig. Die einzelnen, aufeinander folgenden Planungsprozesse führen dabei schrittweise zu einer zunehmenden Konkretisierung der Pläne.

Die Planungsschritte beginnen mit der Analyse des Produkts und aller benötigten Teile. Es wird so weit in seine Bestandteile zerlegt, bis alle zur Entwicklung und Herstellung notwendigen Arbeitspakete erkennbar sind. Die Summe aller notwendigen Arbeiten bildet den Projektstrukturplan (Kapitel 5: Strukturplanung). Von ihm ausgehend werden dann die benötigten Zeit- und Kostenaufwendungen geschätzt (Kapitel 6: Projektschätzung). Anhand der fachlichen Beziehungen zwischen den Arbeiten und der Organisationsregeln für die Arbeitsabläufe, lassen sich detaillierte Ablaufpläne erstellen. Unter Berücksichtigung der verfügbaren Personen und Ressourcen können dann Zieltermine für die Arbeiten definiert werden (Kapitel 7: Ablauf- und Terminplanung). Den Abschluss der Planung bildet eine Analyse der Planungsrisiken (Kapitel 8: Risikomanagement), die Aufstellung der Kostenpläne und der Budgets (Kapitel 9: Kostenmanagement) sowie die Planung der Maßnahmen für die Sicherstellung der Qualität der Projektergebnisse (Kapitel 10: Qualitätsmanagement).

Im vorliegenden Kapitel 5, Strukturplanung, geht es um die Strukturierung des Produkts und des Projekts. Sie werden zunächst mit der strukturierten Sichtweise des Produkts vertraut gemacht. Der Produktstrukturplan enthält alle Bestandteile, die am Ende eines Projekts vorliegen bzw. ausgeliefert werden müssen.. Sie werden den Projektstrukturplan, der alle Arbeiten eines Projekts in hierarchisch gegliederter Form umfasst, als zentrales Planungsdokument eines Projekts kennenlernen.



Nach der Bearbeitung des Kapitels sind Sie in der Lage,

- die Bedeutung des Produktstrukturplans als Sammlung aller Arbeitsergebnisse für die Projektplanung zu erläutern,
- einen Produktstrukturplan nach der Top-down- oder der Bottom-up-Vorgehensweise zu erstellen,
- in einem Projekt das angestrebte Projektergebnis – egal, ob es sich um einen Gegenstand oder eine Leistung handelt – als hierarchisch strukturierten Plan zu modellieren,
- die zentrale Bedeutung des Projektstrukturplans als Sammlung aller auszuführenden Arbeiten für die nachfolgenden Planungsschritte zu begründen,
- die jeweiligen Vorteile einer produktorientierten und einer prozessorientierten Gliederung des Projektstrukturplans zu formulieren,
- aus einem konkreten Produktstrukturplan einen Projektstrukturplan zu erstellen,
- mit Hilfe von Standard-Projektstrukturplänen Erfahrungen aus vorangegangenen Projekten zu sammeln und zur Planung neuer Projekte zu nutzen.

5.1 Produktstrukturplanung

5.1.1 Der Produktstrukturplan

Den Ausgangspunkt für die Strukturierung eines Projekts sollte immer das angestrebte Projektziel sein. Wenn die Planung darauf ausgerichtet wird, welches Ergebnis am Projektende erwartet wird, ist die Wahrscheinlichkeit, einerseits alle erforderlichen Aktivitäten berücksichtigt zu haben und andererseits keine unnötigen Aktivitäten entfaltet zu haben, am größten.

Das Produkt – egal ob es sich dabei um eine mechanische Konstruktion, ein elektrisches Gerät, ein Softwaresystem, ein Gebäude, eine Dokumentation, eine Verfahrensvorschrift oder eine Dienstleistung handelt – besteht im Allgemeinen aus einer Vielzahl von Komponenten. Die Komponenten stehen untereinander im Wechselwirkungen und können hierarchisch gegliedert werden. Das gesamte System kann daher als baumartig gegliederter Produktstrukturplan angesehen werden. Bei kleinen Systemen oder bei nur grober Auflösung lässt sich dieser Strukturplan in graphischer Form darstellen (Bild 5-2).

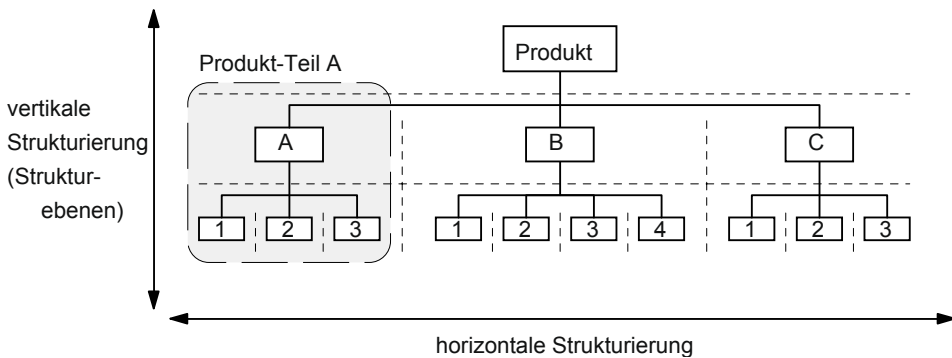


Bild 5-2 Graphisch dargestellter Produktstrukturplan

In der graphischen Form kann man sehr gut die aus der horizontalen Strukturierung folgenden, verschiedenen Produktteile erkennen. Die vertikale Strukturierung führt zu verschiedenen Strukturebenen. Sie beginnen auf der obersten Ebene beim Gesamtprodukt und werden nach unten immer detaillierter bis hin zu elementaren Produkt-Komponenten.

Bei größeren Systemen mit Dutzenden Produktteilen und Hunderten von elementaren Komponenten wird die detaillierte Betrachtung in graphischer Form umfangreich und verliert an Übersichtlichkeit. Hier ist die Listenform besser geeignet (Bild 5-3).

Auch wenn die Bezeichnungen horizontal/vertikal in dieser Darstellungsform etwas gewöhnungsbedürftig erscheint – Grafik und Liste bringen den gleichen Sachverhalt zum Ausdruck, den Produktstrukturplan als Baumstruktur.

*Der **Produktstrukturplan** (ProdSP) ist eine hierarchisch gegliederte Liste aller Teile eines Produkts.*

Die konkrete Struktur eines Produkts ist natürlich individuell sehr unterschiedlich. Bei einer mechanischen Konstruktion bieten sich eine getrennte Betrachtung der einzelnen Teilkomponenten und deren zunehmende Detaillierung an. Bei einer größeren elektrischen Schaltung können die verschiedenen Funktionen betrachtet werden. Wird die Gesamtschaltung auf ver-

schiedene Baugruppen aufgeteilt, so sind diese ein geeignetes Gliederungskriterium. Bei einem Softwaresystem bietet sich die Gliederung in einzelne Programme, in Module und Funktionen an. Bei einem Gebäude sind die verschiedenen Gewerke geeignet, um eine Gliederung des Produkts vorzunehmen.

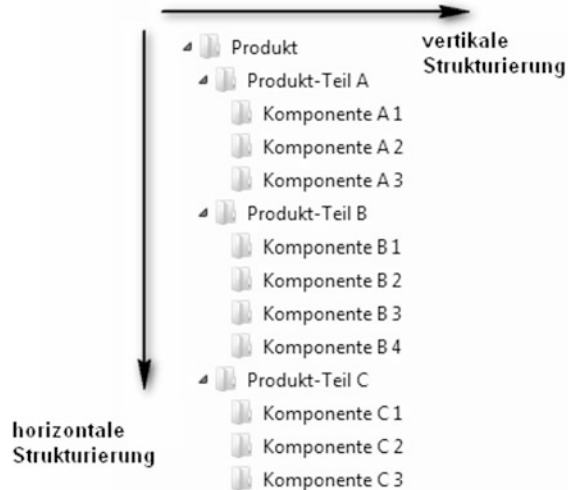


Bild 5-3 Produktstrukturplan in Listenform

Das Ergebnis der Produktplanung sollte eine vollständige Liste der Produktteile sein. Dabei stellen sich natürlich die Fragen, wann eine Liste tatsächlich vollständig ist und wie detailliert diese Liste in der Planungsphase gestaltet sein muss. Da die Produktplanung die Vorlage für die Projektplanung bildet, bestimmt diese den Detaillierungsgrad. Ist bei einem Produktteil klar erkennbar, welche Arbeiten für dessen Herstellung oder Beschaffung notwendig sind, hat man einen genügenden Detaillierungsgrad erreicht. Ist dies noch nicht der Fall, so ist eine weitere Zerlegung nötig.

Beispiel 5-1 Produktstrukturplan Wohnhaus

Bei einem Bauprojekt kann das Produkt „Wohnhaus“ zerlegt werden in seine komplexen Teile Baugrund, Rohbau und Ausbau (Bild 5-4). Deren Zusammensetzung ist noch viel zu komplex, um daraus schon die notwendigen Arbeiten im Einzelnen planen zu können. Deshalb ist eine weitere Zerlegung notwendig. Beim Ausbau könnten dies z. B. die Teile der Wasserversorgung, der Entsorgung, die elektrischen Anlagen, die Heizung, die Fenster etc. sein.

Auch diese Bestandteile sind immer noch zu komplex. In einer weiteren Detaillierung kann man die elektrischen Anlagen aufteilen in elektrische Hauptleitung (vom Hausanschluss zum Zähler), zentrale Energieverteilung mit Zähler und Sicherungen, die Verteilungsleitungen, die Verbraucher und die Schaltkomponenten. Auf dieser Detaillierungsebene lassen sich nun einzelne Arbeitspakete identifizieren, die zur Herstellung oder Beschaffung notwendig sind.

In der gleichen Art müssen alle Gewerke so weit detailliert werden, dass die damit verbundenen Arbeiten erkennbar und abschätzbar sind.

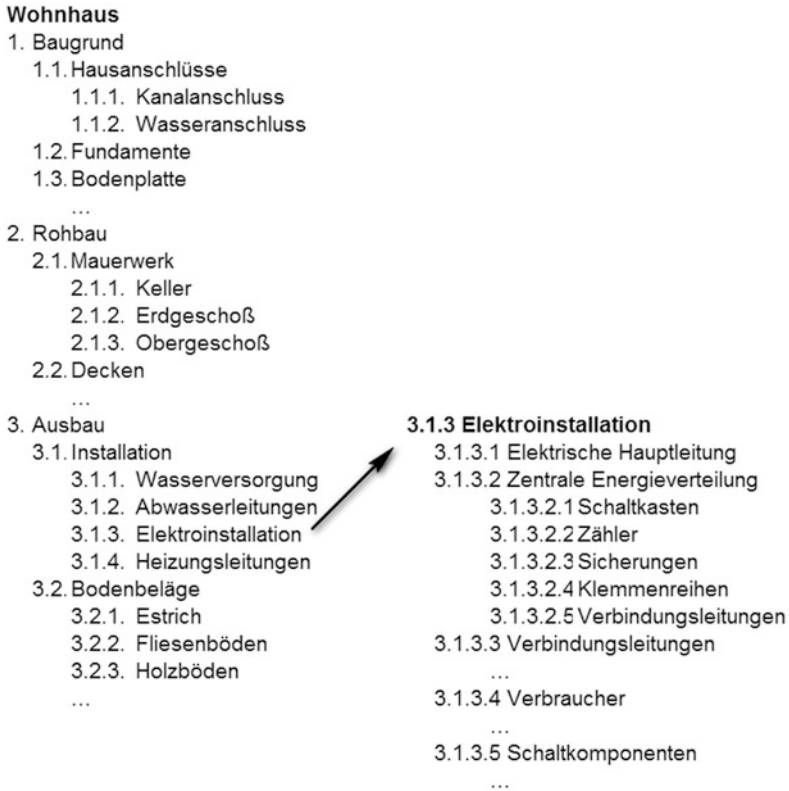


Bild 5-4 Produktstrukturplan Wohnhaus (Auszug)

Ergebnis der Produktplanung ist der Produktstrukturplan, der alle Teile des Produkts enthält. Er besitzt eine Baumstruktur, die entweder in Textform beschrieben oder graphisch dargestellt werden kann. Der Produktstrukturplan konzentriert sich auf die hierarchische Beziehung der Teile. Andere Aspekte wie deren räumliche Anordnung, deren Verbindung untereinander oder die Wirkungsbeziehungen werden zunächst, d. h. für die im nächsten Arbeitsschritt folgende Projektstrukturplanung nicht unbedingt gebraucht.

Da aus dem Produktstrukturplan alle weiteren Pläne, insbesondere der Projektstrukturplan abgeleitet werden, kommt seiner Qualität eine besondere Bedeutung zu. Hier sind vor allem folgende Merkmale zu nennen:

- Vollständigkeit
- Übersichtlichkeit
- Transparenz

Mit Abstand das wichtigste Qualitätsmerkmal ist die Vollständigkeit. Wird ein Teil vergessen, so tauchen auch die dafür notwendigen Arbeiten im Projektplan nicht auf, was sofort ungeplanten Mehraufwand und Terminprobleme zur Folge hat. Wird dagegen ein Produktteil am Ende eines Projekts anders realisiert, als ursprünglich geplant, ändern sich zwar die anfallenden Arbeiten. Trotzdem ist der Schaden in diesem Fall um eine ganze Größenordnung geringer, als wenn gar keine Arbeiten eingeplant worden wären.

Eine gründliche und übersichtliche Produktstrukturplanung deckt außerdem Unklarheiten, Lücken, Fehler und Widersprüche in der Aufgabendefinition auf. Außerdem vermittelt die Auseinandersetzung mit dem angestrebten Produkt Einblicke in die unterschiedliche Wichtigkeit und Schwierigkeit der einzelnen Produkteile. Die wichtigen Risikofaktoren sind dadurch bekannt.

5.1.2 Zusammensetzung des Produktstrukturplans

Bei einem Produkt wird natürlich in erster Linie an die Teile gedacht, die am Ende an die Auftraggeber geliefert werden sollen. Sie werden in der Regel im Lastenheft und im Pflichtenheft explizit genannt. Die Gefahr hier etwas zu vergessen, ist eher gering. Aber zum Produkt gehört noch mehr, als die Liefergegenstände. Hier sind vor allem die **Dokumentationen** zu nennen, die am Projektende abzuliefern sind, wie z. B. Benutzerhandbuch, Bedienungsanleitung und Betriebsanleitung. Aber auch die Dienste, wie z. B. Inbetriebnahme, Schulung und Service zählen zum „Produkt“. Sie erfordern Zeitaufwand, sie sind vorzubereiten und verursachen Kosten und sind deshalb unbedingt im Projektplan zu berücksichtigen.

Vielfach vergessen werden Hilfsprodukte und Zwischenprodukte. Hiermit sind alle die Produkte und Produktteile gemeint, die nicht an die Auftraggeber ausgeliefert werden, aber im Laufe des Projekts benötigt werden. Typische **Zwischenprodukte** sind Simulationsmodelle, Prototypen und Testversionen eines Produkts. Es handelt sich sozusagen um Produkte in einer frühen Entwicklungsstufe, die später bei der Auslieferung nicht mehr in Erscheinung tritt. **Hilfsprodukte** dagegen werden geschaffen, um die eigentlichen Produkte z. B. zu testen, zu vermessen, zu verarbeiten oder zu transportieren. Manche Hilfsprodukte müssen in eigenen Teilprojekt entwickelt und aufgebaut werden. Andere können in fertiger Form zugekauft werden. Aber auch diese verursachen Kosten und Aufwand in Form einer Marktrecherche, der Bestellung und der Inbetriebnahme. Sie müssen daher im Projekt berücksichtigt werden.

Oft kommen in den Produkten viele Bestandteile mit ähnlichen Bezeichnungen vor, wie z. B. Gehäuse, Elektronikbaugruppe, Software-Treiber. Die Gefahr von Verwechslungen ist hier besonders groß. Deshalb sollte in der Erstellung des Produktstrukturplans bereits auf eindeutige Bezeichnungen geachtet werden. Am besten gelingt dies durch einen numerischen Schlüssel – eine Teile-Ident-Nummer. Da die Teile zu einer baumartigen Struktur gehören, sollte der Schlüssel außerdem die Position des Teils in der Baumstruktur kennzeichnen. Ein derartiger **Gliederungsschlüssel** besitzt für jede Gliederungsebene eine eigene Position. In der Praxis findet man unterschiedliche Konstellationen:

- Gegliederte Nummerierungen, z. B. 2.1.5.3
- Mehrstellige Dezimalzahlen, z. B. 0001, 2437, 1002
- Gemischte alphanumerische Schlüssel, z. B. IIIA17, IVC9

Am übersichtlichsten ist sicherlich die gegliederte Nummerierung. Die Ebenen werden durch Punkte getrennt, so dass jede Ebene leicht zu finden ist und keine Einschränkungen hinsichtlich des Zahlenbereichs bestehen. Mehrstellige Dezimalzahlen verwenden für jede Ebene eine Ziffer. Daher sind auf jeder Ebene maximal 10 Positionen möglich. Gemischte Systeme, die neben den arabischen Zahlen auch Buchstaben und z. B. römische Zahlen zulassen sind dagegen eher unübersichtlich.

Werden in unterschiedlichen Projekten ähnliche Produkte entwickelt, was in vielen Unternehmen typisch ist, so ist eine Standardisierung des Produktstrukturplans sehr sinnvoll. Zurückliegende Projekte und die darin entwickelten Projekte werden ausgewertet und nach Gemeinsamkeiten untersucht. Daraus wird dann als Obermenge eine Standard-Struktur der Produkte er-

stellt. Dadurch können Erfahrungen aus abgeschlossenen Projekten genutzt werden. Neue Produktstrukturpläne lassen sich dadurch schneller und mit weniger Fehlern erstellen. In der Regel deckt ein **Standard-Produktstrukturplan** nur die oberen Ebenen der Baumstruktur ab, da in den unteren Ebenen individuelle Details überwiegen und produktspezifisch gestaltet sind.

Beispiel 5-2 Standard-Produktstrukturplan mit Gliederungsschlüssel

Die folgende Abbildung (Bild 5-5) zeigt für einen Hersteller elektrischer Geräte einen Ausschnitt eines Standard-Produktstrukturplans mit einem Gliederungsschlüssel. Er umfasst die beiden obersten Ebenen der Struktur.



Bild 5-5 Standard-Produktstrukturplan

Auch wenn nicht jede Ebene der Struktur bei einem konkreten Produkt ausgestaltet sein muss, erleichtert sie die Bestimmung der Produktstruktur, da nicht so leicht Teile vergessen werden.

5.1.3 Vorgehensweise zur Planerstellung

Für die Herleitung eines Produktstrukturplans stehen zwei grundsätzliche Wege zur Verfügung: Top-down oder Bottom-up. Beim Top-down-Ansatz beginnt man beim Gesamtprodukt, das dann in seine Haupt-Teile zerlegt wird. Diese werden dann möglicherweise über mehrere Hierarchieebenen gedanklich immer weiter zerlegt, bis man auf der Ebene elementarer Bestandteile angelangt ist.

Die Teile sind elementar, wenn sie fertig beschafft werden können oder wenn alle Arbeiten, die zu ihrer Herstellung erforderlich sind, vollständig bekannt sind. Der Vorteil der Top-down-Vorgehensweise ist eine quasi „von selbst“ entstehende Gliederung. Diese Gliederung ist aber gleichzeitig eine Schwäche des Ansatzes. Ist die Gliederung nämlich nicht schon vorab erkennbar, ist die schrittweise Zerlegung schwierig.

Hier kann der Bottom-up-Ansatz helfen. Ist die hierarchische Struktur nicht auf Anhieb erkennbar, beginnt man mit einem unstrukturierten Sammeln und Aufzählen von Produktteilen. Eine geeignete Hilfe hierbei ist die Betrachtung des angestrebten Produkts als System. Als solches steht es mit seiner Umgebung über Schnittstellen in Verbindung. Diese Schnittstellen erfordern verschiedene Systemteile. Darüber hinaus muss das Produkt bestimmte Funktionen realisieren. Auch diese erfordern Systemteile. Durch dieses Vorgehen entsteht eine unstrukturierte, oft bunt gemischte Liste von Produktteilen.

Ist man nach eingehender Recherche der Meinung, die Liste sei nun vollständig, beginnt man, sie zu gruppieren, zu ordnen und hierarchisch zu gliedern. Hierfür kann es unterschiedliche Gliederungskriterien geben, wie z. B. die funktionale oder die räumliche Zusammengehörigkeit. Fast immer stellt man beim Gliedern fest, dass noch Teile vergessen wurden, so dass die Liste nach und nach komplettiert wird.

Allerdings fällt es beim Bottom-up-Ansatz schwer zu entscheiden, wann die Liste tatsächlich vollständig ist. Daher läuft man Gefahr, entweder Teile zu vergessen, weil die Suche zu früh beendet wurde, oder viel Zeit mit einer ergebnislosen Suche zu vergeuden.

Aus praktischer Sicht ist es daher sinnvoll, sich nicht nur auf einen der beiden Wege zu stützen, sondern den Problemraum von beiden Seiten aufzuspannen und dadurch mit vertretbarem Zeitbudget ein gutes Ergebnis zu erzielen: man erstellt Top-down eine hierarchische Strukturierung des Produkts und Bottom-up eine Liste von Teilen, die noch fehlen und führt dann beide Listen zusammen.

Beispiel 5-3 Fallbeispiel „Maschinenterminal“: Produktstrukturplan

Das Maschinenterminal aus dem Fallbeispiel soll eine einfache Benutzerschnittstelle mit Textdisplay und Folientastatur besitzen. Die Personenidentifikation erfolgt entweder manuell durch Eingabe der Personalnummer oder automatisiert mit Hilfe von Barcodeleser bzw. Magnetkartenleser.

Zur Auswertung und Ansteuerung von Maschinensignalen sollen schaltende Eingänge und Ausgänge zur Verfügung stehen. Die Auswertung und Speicherung aller Meldungen erfolgt auf einem zentralen Server, an den die Terminals über ein Rechnernetz angeschlossen werden. Server und Rechnernetz stehen bereits zur Verfügung und sind daher nicht Bestandteil des Projekts.

Zur Erstellung des Strukturplans mit dem Top-down-Ansatz kann man zunächst das Gerät gedanklich in seine wesentlichen Bestandteile zerlegen, wie z. B. Mechanik, Elektronik, Software und Dokumentation. Die Zerlegung stellt die erste Gliederungsebene des Produktstrukturplans dar. Im nächsten Schritt kann dann jeder Bestandteil gedanklich weiter zerlegt werden. Bei der Mechanik könnte man sich ein zweischaliges Gehäuse, bestehend aus Ober- und Unterteil vorstellen, einen Stecker für den Stromanschluss, einen Netzwerkstecker und eine Wandhalterung. In der gleichen Art könnte man Elektronik, Software und Dokumentation auf der zweiten Gliederungsebene zerlegen. Falls notwendig könnte man auch noch eine dritte Gliederungsebene einführen, um zu elementaren Komponenten zu kommen.

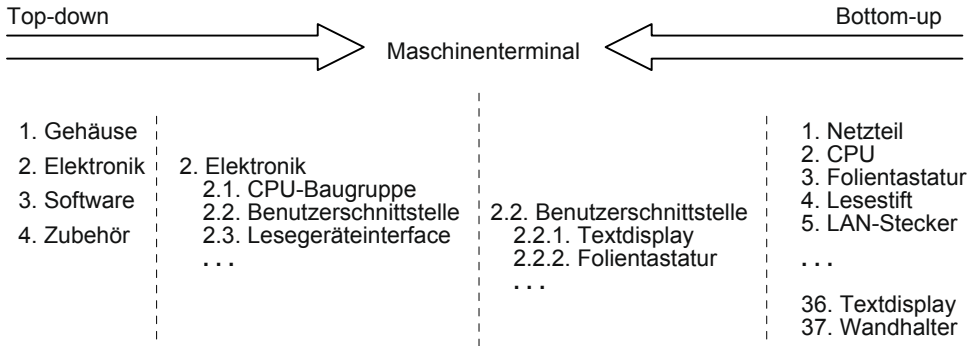


Bild 5-6 Top-down- und Bottom-up-Ansatz zur Strukturierung

Entscheidet man sich dagegen für einen Bottom-up-Ansatz, wird man die Gerätebestandteile spontan in einer Art Brainstorming zusammenstellen, ohne zunächst auf eine Gliederung zu achten.

Maschinenterminal M4

<ol style="list-style-type: none"> 1. Gehäuse <ul style="list-style-type: none"> 1.1. Basisteil 1.2. Deckel 1.3. Durchzugleser 1.4. Wandhalterung 2. Elektronik <ul style="list-style-type: none"> 2.1. CPU-Baugruppe <ul style="list-style-type: none"> 2.1.1. PC104-Single-Board-Computer 2.2. Benutzerschnittstelle <ul style="list-style-type: none"> 2.2.1. LC-Textdisplay 2.2.2. Folientastatur 2.2.3. Tastaturschaltung 2.3. Lesegeräteinterface <ul style="list-style-type: none"> 2.3.1. serielle Schnittstelle 2.4. Ein-/Ausgänge <ul style="list-style-type: none"> 2.4.1. 4 digitale Eingänge 0-30 VDC 2.4.2. 2 Relaisausgänge 2.5. Rechnerschnittstelle <ul style="list-style-type: none"> 2.5.1. Ethernet 100 Base-T (RJ45) 2.6. Netzteil <ul style="list-style-type: none"> 2.6.1. 230 VAC 	<ol style="list-style-type: none"> 3. Software <ul style="list-style-type: none"> 3.1. Betriebssystem <ul style="list-style-type: none"> 3.1.1. DOS 3.2. Gerätetreiber <ul style="list-style-type: none"> 3.2.1. Tastaturlauswertung in Puffer 3.2.2. Lesegerätetreiber vom Hersteller 3.2.3. Ansteuerung Ein-/Ausgänge 3.2.4. TCP/IP-Stack 3.3. Terminalprogramm <ul style="list-style-type: none"> 3.3.1. Zeitgesteuerte Kommunikation 3.3.2. Ereignisgesteuerte Tastaturlauswertung 4. Zubehör <ul style="list-style-type: none"> 4.1. Barcode-Durchzugleser 4.2. Barcode-Lesestift 4.3. Magentkartenleser 4.4. Chipkartenleser
--	---

Bild 5-7 Produktstrukturplan des Maschinenterminals

Das Ergebnis könnte, wie dargestellt, eine Aufzählung von einzelnen Teilen sein. Als Nächstes müssen diese Teile nach einem bestimmten Gesichtspunkt gruppiert und zu Oberbegriffen zusammengefasst werden.

Da der Produktstrukturplan in einer frühen Planungsphase erstellt wird, sind viele Realisierungsdetails noch nicht bekannt. Dies muss auch nicht sein. Der Plan sollte zwar alle wesentlichen Teile des Produkts und deren hierarchische Gliederung beinhalten.

Viele später benötigte Aussagen muss der Produktstrukturplan aber noch nicht enthalten! Hierzu zählt z. B. die räumliche Anordnung der Teile oder Festlegungen über die Wechselwirkungen oder Verbindungen zwischen den Teilen. Das Hauptaugenmerk sollte in dieser Projektphase stattdessen auf die Vollständigkeit der Teile-Aufzählung gelegt werden.

5.2 Projektstrukturplanung

„Kein Plan überlebt die erste Feindberührung.“ (Helmuth Graf von Moltke)

5.2.1 Der Projektstrukturplan

Ein Projekt umfasst im Allgemeinen eine große, oft nicht überschaubare Menge von Arbeiten. Viele Arbeiten sind zu Beginn eines Projektes nur unvollständig oder gar nicht bekannt.

Die erfolgreiche Planung und Durchführung eines Projektes setzt aber voraus, dass alle auszuführenden Arbeiten eingeplant sind und dass Abhängigkeiten, die zwischen den Arbeiten bestehen, berücksichtigt werden. Es ist daher notwendig, die unstrukturierte Gesamtmenge aller Arbeiten in einem hierarchisch gegliederten Plan einzelner Arbeitspakete zusammen zu fassen. Dieser so genannte Projektstrukturplan (engl.: work breakdown structure) stellt alle Arbeiten, die im Laufe eines Projektes anfallen, in einer Baumstruktur dar. Auf der obersten (der 0.) Ebene der Baumstruktur steht das Gesamtprojekt. Auf der untersten Ebene befinden sich viele einzelne Arbeitspakete. Notwendiges Merkmal eines Projektstrukturplanes sind seine Vollständigkeit (es werden alle Aufgaben erfasst) und die Gesamt-Betrachtungsweise (keine Aufgabe wird für sich alleine, sondern im Gesamt-Zusammenhang gesehen).

*Der **Projektstrukturplan** (ProjSP) fasst alle in einem Projekt notwendigen Arbeiten in einer hierarchisch strukturierten Liste zusammen.*

Das Produkt als angestrebtes Ergebnis eines Projekts bestimmt weitgehend, was in einem Projekt zu tun ist. Zumindest bei technischen Projekten ist daher der Produktstrukturplan der wichtigste Input für die Erstellung des Projektstrukturplans. Der Projektstrukturplan selbst bildet die Basis für weitere Planungsschritte: die Erstellung des Terminplans, die Schätzung der Kosten und den Einsatz der Mitarbeiter und der Ressourcen.

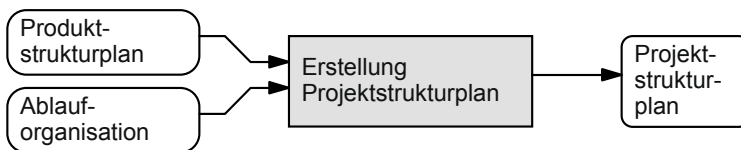


Bild 5-8 Einordnung des Projektstrukturplans im Projektablauf

Die Erstellung eines Projektstrukturplans erfordert wegen der angestrebten Vollständigkeit einen gewissen Arbeitsaufwand. Dieser ist aber gerechtfertigt, durch die solide Basis, die er für die weiteren Planungen bildet. Wird ein Projektstrukturplan im Rahmen der Erstellung eines Angebots erarbeitet, kann es sinnvoll sein, sich zunächst mit einem Grob-Projektstrukturplan

zu begnügen. Das Ergebnis der Grobstrukturierung ist ein Projektstrukturplan, bei dem das Gesamtprojekt so weit untergliedert ist, dass die Teilaufgaben hinsichtlich Funktionalität, Zeitaufwand und Kosten abschätzbar sind. Bei welchem Detaillierungsniveau eine hinreichend genaue Abschätzbarkeit erreicht ist, kann nicht allgemein beantwortet werden. Dies hängt im Wesentlichen von zwei Faktoren ab: von eventuell vorliegenden Erfahrungen mit ähnlichen Aufgaben und vom Zweck der Abschätzung. Ein genaues Angebot oder eine detaillierte Personalplanung erfordert eine wesentlich höhere Genauigkeit der Schätzung als wenn nur eine Größenordnung der erwarteten Kosten angegeben oder ein möglicher Zieltermin genannt werden soll.

Der grobe Projektstrukturplan bildet die Basis zur Schätzung des Aufwandes und damit zur Erstellung eines Angebotes. Da oft nur ein geringer Teil der Angebote auch zu einem Auftrag führt, ist es aus Aufwandsgründen sinnvoll, nur eine grobe Strukturierung zu erstellen. Erst wenn der Auftrag für die Projektdurchführung erteilt wurde, ist eine Feinplanung sinnvoll. Diese hat das Ziel, die Aufgaben so weit zu konkretisieren und zu untergliedern, dass man zu Einzelaufgaben gelangt, die vom Aufwand her gut überschaubar sind und genau einer Person, einer Maschine oder einem Arbeitsplatz zugeordnet werden können. Der Feinprojektstrukturplan bildet damit die Grundlage für die spätere Ablaufplanung.

Für die Gliederung der Projektstruktur gibt es zwei grundsätzliche Varianten. Die Strukturierung kann ausgehend vom Projektziel erfolgen. Die Gliederung des angestrebten Gesamtprodukts in verschiedene Produktteile kann man auch zur Gliederung der Arbeiten des Projekts verwenden. Man spricht hierbei auch von einer objekt- bzw. produktorientierten Strukturierung. Die Strukturierung kann aber auch unter dem Aspekt der Projektdurchführung erfolgen. Dieser Weg wird in kleinere Etappen zerlegt. Hierbei stehen die Arbeitsabläufe im Unternehmen bzw. die Funktionen der einzelnen Abteilungen im Vordergrund und man spricht von einer funktions- bzw. prozessorientierten Strukturierung.

5.2.2 Produktorientierte Gliederung

Die produktorientierte Gliederung eines Projektstrukturplans leitet die Arbeitspakete für ein Projekt aus den Produktteilen ab und lehnt sich an die Gliederung des Produktes an. Jeder Teil eines Produkts erfordert bestimmte Arbeiten, so dass diese auch zu einer Teilaufgabe im Projektstrukturplan zusammengefasst werden können. Trotzdem sind die beiden Gliederungen nicht identisch. Zum einen gliedert der Produktstrukturplan physische Komponenten des Produkts und der Projektstrukturplan die Arbeiten des Projekts. Des Weiteren umfasst der Projektstrukturplan Arbeiten, die einem Produktteil nur sehr schwer oder gar nicht zuzuordnen sind. Beispiele hierfür sind die Arbeiten des Projektmanagements, die Analyse des Lastenhefts, der Systemtest oder die Übergabe des Gesamtprodukts.

Sind die im Projekt zu lösenden Probleme überwiegend technischer Art, so ist die produktorientierte Gliederung sinnvoll. Dies ist z. B. der Fall, wenn ein neues technisches Produkt entwickelt werden soll. Hier kann es unproblematische Produktteile geben, die einfach beschafft oder hergestellt werden können, und andere Teile, bei denen größere Probleme auftreten können. Zu deren Lösung müssen oft unterschiedliche Abteilungen eines Unternehmens oder Fachleute unterschiedlicher Disziplinen eng zusammenarbeiten. Die entsprechenden Arbeiten werden daher sinnvollerweise auch zusammenhängend im Projektstrukturplan dargestellt und geplant.

Beispiel 5-4 Fallbeispiel „Maschinenterminal“: Projektstrukturplan

Für das Maschinenterminal, dessen Produktstrukturplan zuvor entworfen wurde, kann nun der Projektstrukturplan hergeleitet werden. Zunächst erfolgt eine grobe Einteilung der Projektphasen. Dann werden passend zum Produkt die größeren Komponenten (Gehäuse, Elektronik, Software, Zubehör) betrachtet. Diese werden anschließend weiter detailliert.

▣ Anforderungsanalyse	
Schnittstellenanforderungen	Aufbau Laborprototyp
Benutzerschnittstelle	Funktionstests + Schaltungsmodifikation
Rechner-Hardware-Anforderungen	PCB-Layout
Software/Betriebssystem	Platinen bestellen
Gehäuseanforderungen	Platinen bestücken
Stromversorgung	Musteraufbau
▣ Lösungsentwurf	▣ Software
Grob-Lösungskonzepte	DOS-Beschaffung
Bewertung und Lösungsauswahl	Test der Lesegerätetreiber
Auswahl Lesegeräte	Auswahl und Test eines TCP/IP-Stack
Entwurf Benutzerschnittstelle	Programmierung Treiber EA-Ansteuerung
Hardwarekonzept CPU	Programmerstellung zeitgesteuerter Dater
Hardwarekonzept Anwendungselektronik	Programmerstellung Menüführung
Entwurf Stromversorgung	▣ Zubehör
Softwarekonzept	Marktübersicht Durchzugleser
▣ Realisierung	Auswahl und Bestellung Durchzugleser
▣ Gehäuse	Marktübersicht Lesestifte
Marktübersicht Standardgehäuse	Auswahl und Bestellung Lesestift
Auswahl und Muster-Bestellung	▣ Validierung
▣ Elektronik	Funktionstest Elektronik-Prototyp
Marktübersicht embedded-CPUs	EMW-Tests
Auswahl und Bestellung CPU-Baugruppe	Systemtest HW+SW
Klärung mit Hersteller Folientastatur	Komplettaufbau 5 Mustergeräte
Auswahl und Bestellung Textdisplays	Test Mustergeräte im Netz
Schaltungsentwurf Anwendungsschaltung	Schulung Servicemitarbeiter
	Schulung Vertriebsmitarbeiter
	Probeinsatz

Bild 5-9 Projektstrukturplan Maschinenterminal

Das Ergebnis ist eine gegliederte Liste aller Arbeitsgänge. Auch wenn diese Liste noch keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben kann, erhält man bereits ca. 50 Arbeitsgänge. Nimmt man für diese einen mittleren Personalaufwand von 5 Personentagen an, umfasst das Projekt damit eine Größenordnung von 250 Personentagen, also etwas mehr als 1 Personenzahl.

5.2.3 Prozessorientierte Gliederung

Bei der prozessorientierten Gliederung legen die Arbeitsabläufe und die an einem Projekt mitwirkenden Abteilungen eines Betriebs die Zuordnung von Arbeitspaketen zu Teilaufgaben oder zu Teilprojekten des Projektstrukturplans fest. Bei der prozessorientierten Gliederung wird der zeitliche Ablauf eines Projekts als Kriterium für die Zuordnung zu Arbeitspaketen herangezogen. Arbeitspakete, die aufeinander folgen müssen, bilden dann eine Teilaufgabe.

Die prozessorientierte Gliederung der Arbeiten ist vor allem dann sinnvoll, wenn die Probleme im Projekt vorwiegend organisatorischer Art sind. Dies ist z. B. bei Organisationsprojekten der Fall oder bei der Projektierung von Anlagen, die aus verfügbaren Komponenten zusammengestellt werden, um eine Aufgabe zu erfüllen. Hier sind die Funktionen einzelner Abteilungen, wie z. B. Vertrieb, Einkauf, Montage und Service eher unabhängig voneinander. Im Projektstrukturplan werden daher die Arbeitspakete der einzelnen Abteilungen als zusammenhängende Einheiten dargestellt. Die prozessorientierte Gliederung eines Projekts lehnt sich stärker an die bestehende Linienstruktur eines Unternehmens an und erleichtert die Zuordnung der Arbeitspakete zu Abteilungen und Personen. Allerdings gehen dabei auch projektspezifische Vorteile, wie das abteilungsübergreifende Denken und Zusammenarbeiten zum Teil wieder verloren.

Beispiel 5-5 Fallbeispiel „Solaranlage“: Projektstrukturplan

Die bestehende Heizanlage im Bürogebäude der Steinbachwerke soll durch eine solarthermische Anlage unterstützt werden. Diese besteht aus Flachkollektoren, die auf der Maschinenhalle untergebracht werden, sowie einem neuen bivalenten Wärmespeicher. Der vorhandene Öl-Brenner mit seiner Steuerung ist erst 7 Jahre alt und soll erhalten bleiben.

1	☐ Vorprojekt	25	☐ Aufbau
2	Bestandsaufnahme vor Ort	26	Ausbau und Entsorgung alter Komponenten
3	Grobe Bedarfsermittlung	27	Maurerarbeiten für Leitungsführung
4	Grobkonzept	28	Einbau der Rohr-Leitungen
5	Grobe Marktanalyse	29	Gerüst aufstellen
6	Angebot erstellen	30	Montage der mech. Dachhalterungen
7	☐ Analyse und Entwurf	31	Montage der Solarkollektoren
8	Detaillierte Bedarfsanalyse	32	Einbau Wärmespeicher
9	Detaillkonzept ausarbeiten	33	Anschluß aller thermischen Komponenten
10	Analgenpläne zeichnen	34	Montage der elektr. Leitungen
11	Terminierten Ablaufplan entwerfen	35	Einbau Solarstation
12	☐ Beschaffung	36	Einbau Steuerung
13	☐ Genaue Marktanalyse	37	Anschluß und Prüfung aller elektr. Komponenten
14	Solarkollektoren (inkl. Halter + Verbindung)	38	Gerüst abbauen
15	Solarmodul (inkl. Rohre)	39	☐ Dokumentation
16	Steuerung (inkl. Fühler + Leitungen)	40	Betriebsanleitung
17	Wasserspeicher	41	Bedienungsanleitung
18	☐ Einholung von Angeboten	42	Wartungsvorschrift
19	Solarkollektoren (inkl. Halter + Verbindung)	43	☐ Anlagentest
20	Solarmodul (inkl. Rohre)	44	Befüllung und Dichtigkeitsprüfung
21	Steuerung (inkl. Fühler + Leitungen)	45	Inbetriebnahme
22	Wasserspeicher	46	Einweisung des Betreibers
23	Erstellung Preisspiegel		
24	Bestellung		

Bild 5-10 Projektstrukturplan der Solaranlage

Der alte Wasserspeicher soll durch einen bivalenten Speicher ersetzt werden, bei dem sowohl der Öl-Brenner als auch die Solaranlage als Wärmequelle dienen. Im Heizraum im Keller des Hauses ist genügend Platz, um den Wärmespeicher und die Solarstation unterzubringen. Die Flachkollektoren sollen auf der angrenzenden Maschinenhalle montiert werden.

Der Auftrag zur Planung, Montage und Inbetriebnahme der Solaranlage wird an das Ingenieurbüro Sunnyboy vergeben, das nach eigenen Angaben langjährige Erfahrungen mit Solaranlagen besitzt und dessen Geschäftsführer den Juniorchef der Steinbachwerke aus dem Golfclub kennt. Zusammen mit dem Angebot wird der in Bild 5-10 dargestellte vorläufige Projektstrukturplan vorgelegt.

Der Projektstrukturplan ist entsprechend des Arbeitsablaufs in die 4 Phasen Aufgabenanalyse, Beschaffung, Aufbau und Inbetriebnahme unterteilt. Diese Unterteilung hat den Vorteil, dass mit dem Aufbau erst begonnen wird, wenn alle Teile da sind. Dadurch ergeben sich keine unnötigen Verzögerungen während der Aufbauphase und die Nerven des Auftraggebers und das Budget des Auftragnehmers werden geschont.

Jede Phase kann in verschiedene Arbeitspakete unterteilt werden. Diese sind so zugeschnitten, dass der jeweilige Aufwand gut abschätzbar ist und dass sie so weit wie möglich unabhängig voneinander ausgeführt werden können.

Sowohl die angebotene Anlage als auch der Preis findet nach entsprechenden Verhandlungen die Zustimmung beim Auftraggeber. Da aber während der Montage- und Inbetriebnahmephase mit Störungen zu rechnen ist, erwartet der Verhandlungsführer der Steinbachwerke vor der Vergabe des Auftrags einen verlässlichen Ablauf- und Terminplan. Dieser soll vom Auftragnehmer innerhalb einer Woche vorgelegt werden.

Neben den beiden Grundformen des produkt- und des prozessorientierten Strukturplans findet man in der Praxis auch viele Mischformen. Sie versuchen, die Vorteile der beiden Gliederungsarten miteinander zu kombinieren. Bei der Entscheidung für ein bestimmtes Gliederungsschema der Projektstruktur sollte immer die Aufgabe des Projektstrukturplans im Auge behalten werden: Er bildet die Basis für die nachfolgenden Planungsschritte, insbesondere die Aufwandsschätzung, und die Zuordnung von Personen zu den Arbeitspaketen.

Jede Gliederung, die diese Planungsschritte erleichtert und verbessert, ist eine gute Gliederung. Das Gliederungsschema sollte also immer so gewählt werden, dass die Zuordnung der Arbeiten zu den Personen möglichst einfach und klar wird. Dies ist z. B. der Fall, wenn nicht nur ein einzelnes Arbeitspaket zu einer Person zugeordnet werden kann, sondern wenn mehrere zusammengehörende Pakete, die ein Teilprojekt bilden, auch von einer zusammengehörenden Gruppe von Personen, also einer Unternehmensabteilung komplett bearbeitet werden können.

In Bild 5-11 wird das Teilprojekt 1 komplett durch die Entwicklungsabteilung (E) bearbeitet. Innerhalb des Projekts wird damit eine Untereinheit gebildet, die sich selbst organisieren kann. Für die Projektleitung (P) ist es egal, welche Person aus der Entwicklungsabteilung das einzelne Arbeitspaket bearbeitet. Wichtig ist nur, dass die Arbeiten gemacht werden, dass sie richtig gemacht werden und dass sie zeitgerecht fertig gestellt werden. Die Verantwortung hierfür liegt bei der Leitung der Entwicklungsabteilung.

Die übrigen Arbeiten werden Personen aus unterschiedlichen Abteilungen zugeordnet, was für die Projektleitung natürlich mehr Koordinierungsaufwand bedeutet.

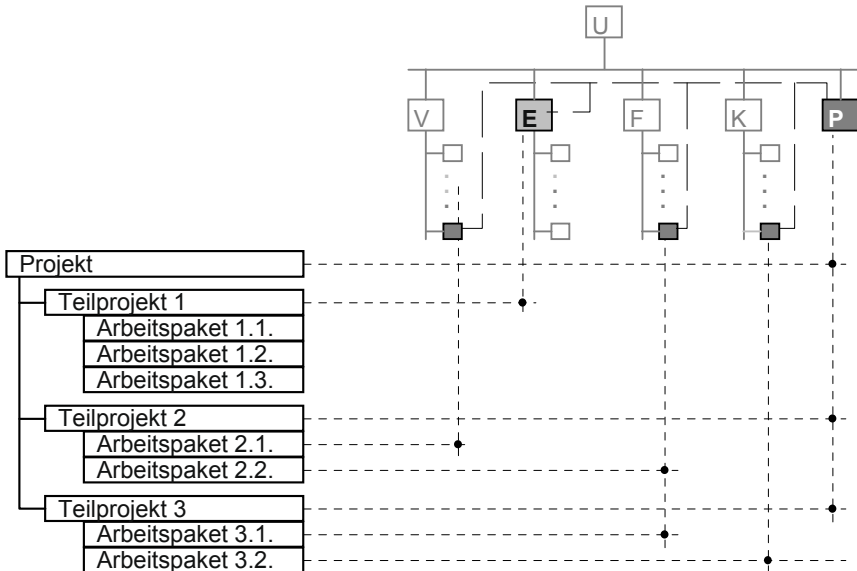


Bild 5-11 Zuordnung der Arbeitspakete zu den Projektbeteiligten

5.2.4 Standard-Projektstrukturpläne

Die Erstellung eines vollständigen Projektstrukturplans ist eine wichtige Voraussetzung dafür, dass die Aufwandsschätzung alle Arbeiten erfasst und die Terminplanung verlässliche Aussagen liefert. Aufgrund der Einmaligkeit von Projekten kommt es andererseits immer wieder vor, dass Arbeitspakete vergessen oder „unterschätzt“ werden.

Bei wirklich einmaligen Projekten lässt sich dieses Problem nur durch hohe Sorgfalt verringern. Um sich nicht auf mehr oder weniger zufällig gut geratene Projektpläne zu verlassen, ist es notwendig, den Entwurf des Projektstrukturplans möglichst zu systematisieren. Ein Unternehmen, das dauerhaft auf einem bestimmten Gebiet arbeitet, wird im allgemeinen nicht jedes Mal vollkommen unterschiedliche Projekte realisieren, sondern es werden von Projekt zu Projekt, trotz der Unterschiede im Detail immer wieder Gemeinsamkeiten auftreten. Es ist daher erstrebenswert, die Gemeinsamkeiten in einem Standard-Projektstrukturplan zusammenzufassen. Die Struktur dieses Standard-Projektstrukturplans kann als eine Obermenge aller Arbeitspakete angesehen werden, die typischerweise in den Projekten dieses Unternehmens anfallen.

Die Standardisierung führt die Erstellung eines konkreten Projektstrukturplans auf die Auswahl einer Teilmenge des Standard-Projektstrukturplans bzw. das Streichen unbenötigter Arbeiten und die Konkretisierung der verbleibenden Arbeitspakete zurück. Dies erleichtert die Erstellung eines Plans und reduziert das Vergessen einzelner Arbeitspakete. Außerdem lassen sich Erfahrungen mit vergangenen Projekten besser nutzen, um z. B. Kennzahlen für die Aufwandsschätzung zu bestimmen.

Beispiel 5-6 Standard-Projektstrukturplan

Bei einem Hersteller kundenspezifischer elektrischer Steuerungen kam es in den Entwicklungsprojekten immer wieder zu Beanstandungen und teilweise deutlichen Zeitüberschreitungen. Unter den verschiedenen Ursachen hierfür war das komplette „Vergessen“ be-

stimmter Arbeitspakete oder das „Unterschätzen“ des Aufwandes für manche Arbeiten im Entwicklungsprozess auffällig oft zu finden. Die von vielen Seiten erhobenen Vorwürfe wurden immer wieder mit Hinweis auf die Neuartigkeit der Projekte und die Nicht-Vorhersagbarkeit der Probleme gekontert.

Zur Lösung des Problems wurde eine ganze Reihe vergangener Entwicklungsprojekte analysiert. Trotz der zweifellos zutreffenden Ansicht, dass jedes Projekt anders aussieht, konnten in den verschiedenen Projekten durch eine abstraktere Betrachtungsweise viele Gemeinsamkeiten erkannt werden.

Die Obermenge der gemeinsamen Arbeiten wurde dann zu einem groben Standard-Projektstrukturplan zusammengefasst (Bild 5-12). Dieser enthält alle Arbeiten, die in den Entwicklungsprojekten anfallen können, aber nicht immer anfallen müssen. Auf der obersten Ebene besteht jedes Projekt aus den Teilprojekten Vor-Projekt, Konzeption, mechanische Konstruktion, Hardware-Entwicklung, Software-Entwicklung und Tests. Jedes Teilprojekt ist außerdem, wie dargestellt, weiter in Arbeitspakete unterteilt.

1. Vorprojekt	4. Hardware-Entwicklung
1.1. Einarbeitung	4.1. Experimentelle Testschaltungen
1.2. Analyse Lastenheft	4.2. Schaltungsentwurf
1.3. Erstellung Grob-Pflichtenheft	4.3. Leiterplatten-Design
1.4. Angebot	4.4. Hardware-Dokumentation
2. Konzeption	4.5. Fertigung Prototyp
2.1. Detaillierte Anforderungsanalyse	4.6. Schaltungs-Redesign
2.2. Erstellung Detailliertes Pflichtenheft	4.7. Fertigung Nullserie
2.3. Entwurf Gehäusekonzept	5. Software-Entwicklung
3. Mechanische Konstruktion	5.1. Anforderungsanalyse
3.1. Konstruktion Gehäuse	5.2. Software-Entwurf
3.2. Aufbau Gehäusemuster	5.3. Programmierung Rapid Prototype
3.3. Gehäuse redesign	5.4. Software-Codierung
3.4. Herstellung Nullserie	5.5. Software-Tests
	5.6. Software-Dokumentation
	6. Tests
	6.1. Test Funktionseinheiten
	6.2. Systemtest
	6.3. Test Nullserie

Bild 5-12 Standard-Projektstrukturplan für die Entwicklung elektronischer Steuerungen

Bei der Akquisition und Planung eines neuen Projekts wird nun zunächst immer der Standard-Projektplan zugrunde gelegt. Arbeiten, die in einem konkreten Projekt nicht notwendig sind, werden gestrichen. Die verbleibenden Grob-Arbeitspakete können dann für das konkrete Projekt verfeinert werden. Die Gefahr, Arbeiten zu vergessen wird dadurch deutlich verringert. Außerdem können die Erfahrungswerte über geschätzte und tatsächlich benötigte Zeitaufwendungen besser miteinander verglichen und für neue Schätzungen herangezogen werden.

Beispiel 5-7 Prozessleittechnik-Projekte

Ein Prozessleitsystem zur Automatisierung verfahrenstechnischer Anlagen besteht aus einer Vielzahl vernetzter Sensoren, Aktoren, Regler und Steuerungsrechnern. Da jede verfahrenstechnische Anlage anders aufgebaut ist und unterschiedliche Produktionsabläufe verwirklicht, ist auch die Planung, Errichtung und Inbetriebnahme eines Prozessleitsystems ein komplexes und zugleich einmaliges Vorhaben. Im Rahmen eines solchen PLT-Projekts erfolgen eine Projektierung der benötigten Hardware-Komponenten und die Programmierung der eingesetzten Rechner.

Die NAMUR ist ein internationaler Verband der Anwender von Automatisierungstechnik der Prozessindustrie. Sie hat zahlreiche PLT-Projekte untersucht. Die dabei festgestellten Gemeinsamkeiten wurde im Arbeitsblatt NA 35 [Gutermuth 2007] als Standard-Projektstruktur dokumentiert (Tabelle 5.1).

Tabelle 5.1 Phasen und Aktivitäten von PLT-Projekten

Nr.	Phase	Aktivität	Aufwand
1	Grundlagenermittlung		1 %
2	Vorplanung		6 %
3	Basisplanung		19 %
	z. B.	PLT-Funktionen festlegen	10 %
4	Ausführungsplanung		45 %
	z. B.	Geräte festlegen	5 %
		Stellenfunktionspläne erzeugen	10 %
		Montageunterlagen erstellen	9 %
5	Errichtung		24 %
	z. B.	Software konfigurieren	10 %
		Funktionen prüfen	6 %
6	Inbetriebsetzung		4 %
	z. B.	Personal ausbilden	1 %
7	Projektabschluss		1 %

Ein typisches PLT-Projekt besteht aus 26 Einzelaktivitäten, von denen in der Tabelle nur einige exemplarisch aufgeführt sind. Die Aktivitäten werden 7 Projektphasen zugeordnet. Besonders hilfreich ist die Aufwandsermittlung für die Einzelaktivitäten, die in Form von Prozentwerten des Gesamtaufwands ausgedrückt wurden. Der Aufwand für das Projekt- und Qualitätsmanagement wurde dabei mit ca. 7–10 % beziffert und ist in den einzelnen Aktivitäten enthalten.

5.3 Repetitorium

5.3.1 Zusammenfassung

Ein Produktstrukturplan beschreibt, wie sich das angestrebte Ergebnis eines Projekts – das Produkt – aus vielen Einzelteilen zusammensetzt. Der Produktstrukturplan stellt die Beziehungen zwischen allen Einzelteilen als hierarchisch gegliederte Struktur dar. Dies kann in graphischer oder tabellarischer Form erfolgen.

Die beiden grundsätzlichen Vorgehensweisen zur Erstellung eines Produktstrukturplans sind der Top-down- und der Bottom-up-Ansatz. Beim Top-down-Ansatz wird vom Ganzen zum Detail vorgegangen. Dies ist recht übersichtlich. Beim Bottom-up-Ansatz werden Einzelteile zu immer größeren Einheiten zusammengefasst, so dass man über mehrere Ebenen zum Gesamt-Produkt gelangt. In der Praxis kommen die beiden Ansätze selten in Reinform vor, sondern sie werden kombiniert angewendet, um die Vorteile beider Ansätze zu nutzen.

Ein Projektstrukturplan enthält alle in einem Projekt anfallenden Arbeiten. Er stellt sie als hierarchisch strukturierte Liste dar, bei der zusammenwirkende Arbeitspakete zu Teilprojekten gebündelt sind. Ein produktorientierter Projektstrukturplan kann unmittelbar aus dem Produktstrukturplan hergeleitet werden, wobei alle für ein Produktteil erforderlichen Arbeiten zusammengefasst werden. Bei der prozessorientierten Gliederung werden die erforderlichen Arbeiten auch anhand des Produktstrukturplans ermittelt, aber so gruppiert, wie es die aufeinander folgenden Teilprozesse des Projektablaufs erfordern.

Werden in einem Unternehmen öfter Projekte gleichartigen Charakters durchgeführt, ist es vorteilhaft, die Erfahrungen aus abgeschlossenen Projekten in Form eines Standard-Projektstrukturplans festzuhalten. Er bildet gewissermaßen die Obermenge der Arbeiten der einzelnen Projekte.

5.3.2 Checklisten

Checkliste 5.1 Strukturplanung

1.	Wurde der Produktstrukturplan erstellt?	
	Wurde der Plan top-down oder bottom-up erstellt?	
2.	Wurde ein Projektstrukturplan erstellt?	
	Ist er produktorientiert oder prozessorientiert aufgebaut?	
3.	Gibt es einen Standard-Strukturplan?	

5.3.3 Verständnisfragen

1. Was ist ein Produktstrukturplan?
2. Was ist ein Projektstrukturplan?
3. Worin unterscheiden sich der Top-down-Ansatz und der Bottom-up-Ansatz zur Erstellung strukturierter Listen?
4. Worin unterscheiden sich die produktorientierte und die prozessorientierte Vorgehensweise zur Gliederung eines Projektstrukturplans?
5. Wozu dient ein Standard-Projektstrukturplan?

5.3.4 Übungsaufgaben

Aufgabe 5-1 Produktstrukturplan Fahrrad

Erstellen Sie einen detaillierten Produktstrukturplan für ein Fahrrad! Wovon hängt es ab, ob der gewählte Detaillierungsgrad ausreicht?

Aufgabe 5-2 Standard-Projektstrukturplan

Erstellen Sie einen Standard-Projektstrukturplan für ein Ingenieur-Studium aus Sicht eines Studierenden!

Welche Aktivitäten sind erforderlich? Wie können diese gegliedert werden?

Wie würde hier eine produktorientierte bzw. eine prozessorientierte Vorgehensweise aussehen?

Aufgabe 5-3 Fallbeispiel „Solaranlage“: Projektstrukturplan

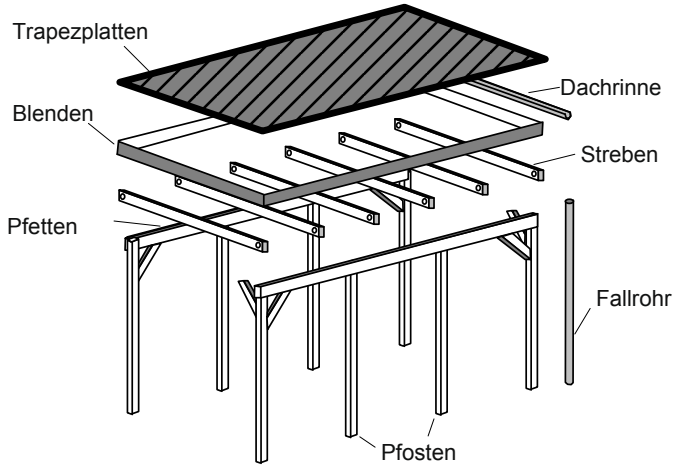
Gegeben ist der folgende Produktstrukturplan des Fallbeispiels Solaranlage.

1	2	3	A	B	C
-		1	Solarthermie-Anlage		
-		2	1. Wärmesystem		
	·	3	1.1	Flachkollektoren	
	·	4	1.2	mechanische Halterungen	
	·	5	1.3	Entlüfter	
	·	6	1.4	bivalenter Wärmespeicher	
	·	7	1.5	Rohrleitungen Solarstation-Kollektoren	
	·	8	1.6	Rohrleitungen Speicher-Solarstation	
	·	9	1.7	Solarflüssigkeit	
-		10	2. Solarstation		
	·	11	2.1	Pumpe	
	·	12	2.2	Manometer	
	·	13	2.3	Absperrhähne	
	·	14	2.4	Rückschlagklappen	
	·	15	2.5	Ausdehnungsgefäß	
	·	16	2.6	Füllhahn	
	·	17	2.7	Entleerhahn	
	·	18	2.8	Duchflußmesser	
-		19	3. Steuerung		
	·	20	3.1	Solarregler	
	·	21	3.2	Temperaturfühler Kollektor	
	·	22	3.3	Temperaturfühler Speicher	
	·	23	3.4	elektrische Versorgung	
-		24	4. Handbücher		
	·	25	4.1	Bedienungsanleitung	
	·	26	4.2	Betriebsanleitung	
	·	27	4.3	Wartungsvorschrift	

Versuchen Sie, aus Sicht des beauftragten Ingenieurbüros alle erforderlichen Arbeitspakete zu bestimmen, und gliedern Sie diese in einem produktorientierten Projektstrukturplan!

Aufgabe 5-4 Projektstrukturplan Carport

Die folgende Abbildung zeigt die Komponenten eines Carport-Bausatzes und deren räumliche Anordnung.



Damit lässt sich der folgende Produktstrukturplan erstellen:

Produktstrukturplan Carport		
1.	Gründung	
	1.1	Fundamente (nicht dargestellt)
	1.2	H-Anker (nicht dargestellt; zum Befestigen der Pfosten im Fundament)
2.	Bodenplatte	
	2.1 – 2.4	1. Untergrund, 2. Schotter, 3. Granulat, 4. Pflastersteine
3.	Tragkonstruktion	
	3.1 – 3.4	1. Seiten-Pfosten, 2. Keilpfetten, 3. Stützstreben, 4. Querstreben
4.	Dach	
	4.1 – 4.4.	1. Dachblenden, 2. Trapezplatten, 3. Dachrinne, 4. Fallrohr

Erstellen Sie einen strukturierten Plan mit allen Arbeitspaketen, die für die vollständige Errichtung des Carports notwendig sind.

Aufgabe 5-5 Produktstrukturplan Computer

Gegeben ist die folgende grobe Gliederung der Produktstruktur eines Computers:

1. Mechanik
2. Elektrik
3. Elektronik
4. Software
5. Geräte zur Eingabe, Ausgabe und Datenspeicherung

Führen Sie die Produktstrukturierung auf der 2. Gliederungsebene fort. Die Begriffe der 1. Gliederungsebene sind bewusst relativ abstrakt gewählt. Konkretisieren Sie deren Bedeutung, um die Komponenten zuordnen zu können! (Beispiel: Gehört der interne Kabelbaum zur Mechanik oder zur Elektrik?)