

Anforderungs-Engineering-Prozessmodell (AEP) – Anforderungsentwicklungsprozess und Zielerreichungs-Controlling – Teil 2

G. Girmscheid

204

Zusammenfassung Anforderungs-Engineering muss in Zukunft zum leitenden und zielorientierten Projektmanagement gehören. Projektsteuerer, Architekten sowie TU- und Systemanbieter in der Baubranche müssen ergebnisorientiert die Ziele der Investoren und Bauherren ermitteln.

Das Anforderungs-Engineering-Prozessmodell dient zur Entwicklung der kunden- und wertorientierten Ziele des Bauherrn sowie zur projektphasenorientierten Entwicklung der Anforderungen an das Bauprojekt, die als Anforderungsspezifikationen festgehalten werden. Das Anforderungs-Engineering erfolgt in einem kybernetischen Prozess, der in jeder Projektphase durchlaufen wird. Basierend auf dem Anforderungs-Engineering-Prozessmodell nach Girmscheid sowie dem darauf aufbauenden Zielentwicklungsprozess wird jetzt der phasenorientierte Anforderungsentwicklungsprozess aus den Zielen sowie den extern einwirkenden Umfeldeinwirkungen vorgestellt. Die generierten Anforderungen aus diesem Prozess werden als Anforderungsspezifikationen festgehalten. Dabei ist es erforderlich im Rahmen des Zielprüfungsprozesses nach jeder Projektphase die Anforderungen auf die Zielerreichung zu prüfen. Diese Zielerreichungsprüfung sollte mit Key-Performance-Indikatoren, die in diesem Beitrag vorgestellt werden, durchgeführt werden. Damit hat die Bauwirtschaft ein Steuerungsinstrument im Rahmen des Projektmanagements, um die Anforderungen an ein Bauprojekt systematisch, rational und phasenorientiert zu spezifizieren und diese auf die Zielerreichung zu überprüfen.

Requirement Engineering Process Model (REP) – Requirement development process and target achievement control

Abstract Requirement engineering must form part of any leading and target-oriented project management in the future. Project managers, architects, total contractors and system providers in the construction sector must adopt a results-oriented approach to identifying the targets of investors and owners.

The requirement engineering process model helps to develop the customer-oriented and value-oriented targets of the owner and to identify the requirements for the construction project in line with the various project phases, which are then defined as the requirement specifications. The requirements are managed using a cybernetic process that is implemented at each phase of the project.

Prof. Dr.-Ing. Gerhard Girmscheid

M.ASCE, John O. Bickel Award 2004 und 2005
 Professor für Bauprozess- und
 Bauunternehmensmanagement
 Vorsteher Institut für Bauplanung und Baubetrieb
 ETH Zürich
 CH-8093 Zürich
 girmscheid@ibb.baug.ethz.ch
 Tel. (+41) 44 633 37 87

Based on the requirement engineering process model developed by Girmscheid and the target development process that builds on this model, this paper will now present the phase-oriented requirement development process that is derived from the targets and the external environmental requirements that will impact the same. The requirements generated by this process are defined as the requirement specifications. To this end, the achievability of the requirements must be reviewed at the end of each project phase as part of the target review process. This target achievability review should be performed with the help of key performance indicators, which are presented in this paper. The construction industry is thus provided with a controlling tool as part of its project management that enables it to systematically and rationally specify the requirements for a construction project in line with the various phases and to review the achievability of these targets.

1 Anforderungsdimensionen

Aufbauend auf dem Anforderungs-Engineering-Prozessmodell (AEP) von Girmscheid [1] und dem vorgestellten Zielentwicklungsprozess wird in diesem Beitrag der phasenorientierte Anforderungsentwicklungsprozess zur Umsetzung der Ziele beschrieben.

Die Entwicklung der Anforderungen aus den Zielen erfolgt projektphasenorientiert (siehe [1], Bild 1 und Bild 2). Dabei müssen zudem die determinierenden Anforderungen aus den externen Einwirkungen identifiziert und systematisch im gesamten Prozess berücksichtigt werden (Bild 1). Somit entstehen für den immateriellen, interaktiven und integrativen Planungsprozess verschiedene Anforderungsdimensionen:

- Investorenanforderungen
- Nutzeranforderungen
- Standortanforderungen
- Systemstandardanforderungen
- Umfeldanforderungen
- Umwelt- und Sicherheitsanforderungen
- Normen- und Gesetzesanforderungen
- Baugrunderfordernungen
- Gestaltungsanforderungen
- Ausführungsanforderungen

Diese Anforderungsdimensionen werden nach einem Entscheidungsbaumprinzip von Projektphase zu Projektphase detailliert entwickelt (Bild 2). Dabei muss man generisch so vorgehen, dass man die Anforderungen vom Großen ins Kleine entwickelt. In jeder Projektphase soll die Detaillierung der Grunderfordernungen soweit aufgeschlüsselt und detailliert werden, wie es für eine Zielüberprüfung notwendig ist. Der Detaillierungsgrad der Anforderungen richtet sich nach dem erforderlichen Planungsstand in den jeweiligen Projektphasen.

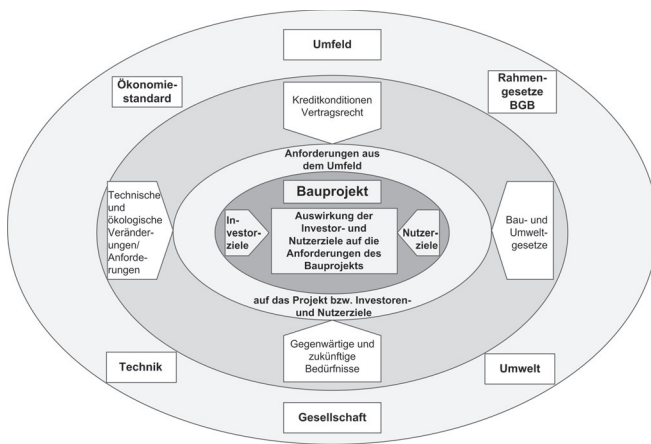


Bild 1. Anforderungsmanagement – Zielentwicklungsprozess und Anforderungsdimension
 Fig. 1. Requirement management – Target development process and requirement dimension

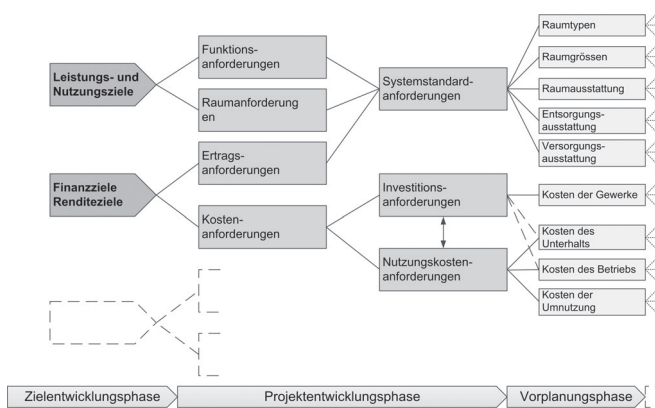


Bild 2. Entwicklungsprozess der Anforderungen – Entscheidungsbaumprinzip
 Fig. 2. Requirement development process – Decision-making tree principle

Projektentwicklung

Im Stadium der Projektentwicklung (Bild 3 und Bild 4) können nach Klärung der Standortfragen sowie der Größe und Bebaubarkeit des Grundstücks aufgrund der Leistungs- und Nutzungsziele die Systemanforderungen für das Volumen- bzw. Flächenprojekt entwickelt werden. Gleichzeitig können die Investitionskostenziele als Kostenrahmen zur Sicherung der Renditeziele ermittelt werden. Nach Prüfung der Zielvorgaben müssen möglicherweise bereits schon in dieser Phase Optimierungen bezüglich Flächen- oder Raumkonzepten durchgeführt werden. Die Rendite- und Kostenprüfung erfolgt auf der Grundlage des holistisch kybernetischen Kostensteuerungsprozessmodells [2], [3].

Vorplanung

In der Vorplanung erfolgt das Variantenstudium in Bezug auf:

- Raumkonzeptgestaltung und Nutzungsabhängigkeiten
- Bauliche Gestaltung von Fassaden-, Klima-, Elektro-, Informations-, Sanitär und Ausbausystemen

Hierzu ist es erforderlich, dass die Anforderungsdimensionen auf die Teilsystemanforderungen dieser spezifischen Vorplanungsphase detailliert werden. Zudem ist eine Kostenschätzung und Optimierung sowie eine Zielüberprüfung unabdingbar. Es wird jene Variante gewählt, die zielkonform ist und den höchsten Zielerreichungsgrad hat.

Entwurfs-/Genehmigungsplanung

In dieser Planungsphase wird die gewählte Variante, welche die Anforderungen bzw. Ziele am effektivsten erfüllt, weiter ausgearbeitet. Dazu müssen die Anforderungen weiter nach dem Entscheidungsbaumprinzip (Bild 2) auf die Modulanforderungen detailliert werden (Bild 3 und Bild 4). In dieser Phase werden z. B. die Anforderungen des Tragsystems, die in der Vorplanung für Massivbau ausgelegt wurden, weiter detailliert für die:

- Gründung – z. B. Flachgründung, Pfahlgründung etc.
- Rohbaukonstruktion – in Deckentyp/Stützensystem/Kernanordnung

Dies erfolgt analog für das Fassadensystem in:

- Außenhülle mit Dämm- und Speichersystem
- Beschattungssystem
- Entlüftungssystem

Dasselbe gilt für das Heizungs- und Klimasystem bezüglich:

- Energieerzeugungssystem – regenerative, fossile
 - Energieverteilungssystem – Trassen, Konvektion
 - Energiespeicherungssystem – passive Speicherbauteile
- Analog werden Anforderungen für die Elektro-, Sanitär- und Ausbausysteme weiter detailliert und gleichzeitig planerisch umgesetzt. Auch hier erfolgt erneut die Kostenschätzung, Optimierung und Zielerreichungsprüfung.

Ausführungsplanung

In der Ausführungsplanung müssen die Teilsystementscheidungen bzw. Teilsystemanforderungen (Bild 3 und Bild 4) weiter detailliert werden auf die Elementanforderung der „letzten Steckdose“. Auch hier erfolgen systematisch erneut der Kostenvoranschlag, die Optimierung und die Zielüberprüfung.

2 Anforderungsentwicklungsprozess

Der Anforderungsentwicklungsprozess dient dazu, aus den unabdingbaren und den hinreichend zu erfüllenden Zielen des Investors und seiner intendierten Nutzung sowie den einwirkenden externen Anforderungen (Bild 1) die Anforderungen für das Bauprojekt zu generieren. Da der Anforderungsentwicklungsprozess in jeder Bauprojektphase generisch aufgrund beschränkter Rationalität der Stakeholder durchgeführt wird und nach dem Konzeptdurchlauf die potentiellen Anforderungsvarianten auf den Zielerreichungsgrad überprüft werden, ist dieser kybernetisch iterativ auszulegen (Bild 5). Dabei sind die Anforderungen in den Anfangsphasen auf die grundsätzliche Rahmenstruktur des Bauprojektes (Volumenstruktur) auszurichten aufgrund der noch rudimentären Planungskonkretisierung. Im Laufe der nachfolgenden Bauprojektphasen werden die Anforderungen immer detailliert (Detailstruktur) ausgelegt aufgrund der erforderlichen Planungskonkretisierung. Ziel des Prozesses ist die Ermittlung der Anforderungen, die Herbeiführung von notwendigen Entscheidungen und das Controlling der Entscheidung unter Berücksichtigung der vorgegebenen Ziele in den jeweiligen Phasen (Bild 5). Der Startinput für diesen Prozess sind der Zielvektor mit den unabdingbaren und den hinreichend zu erfüllenden Kundenzielen sowie den Anforderungen, die von außen auf das Projekt und dessen Ziele einwirken. Die Gewichtung der Ziele dient einer ersten Gliederung und als Grundlage für die Priorisierung der Anforderungen. Um die Gewichtung der Ziele zu erzeugen, ist eine Interaktion mit dem

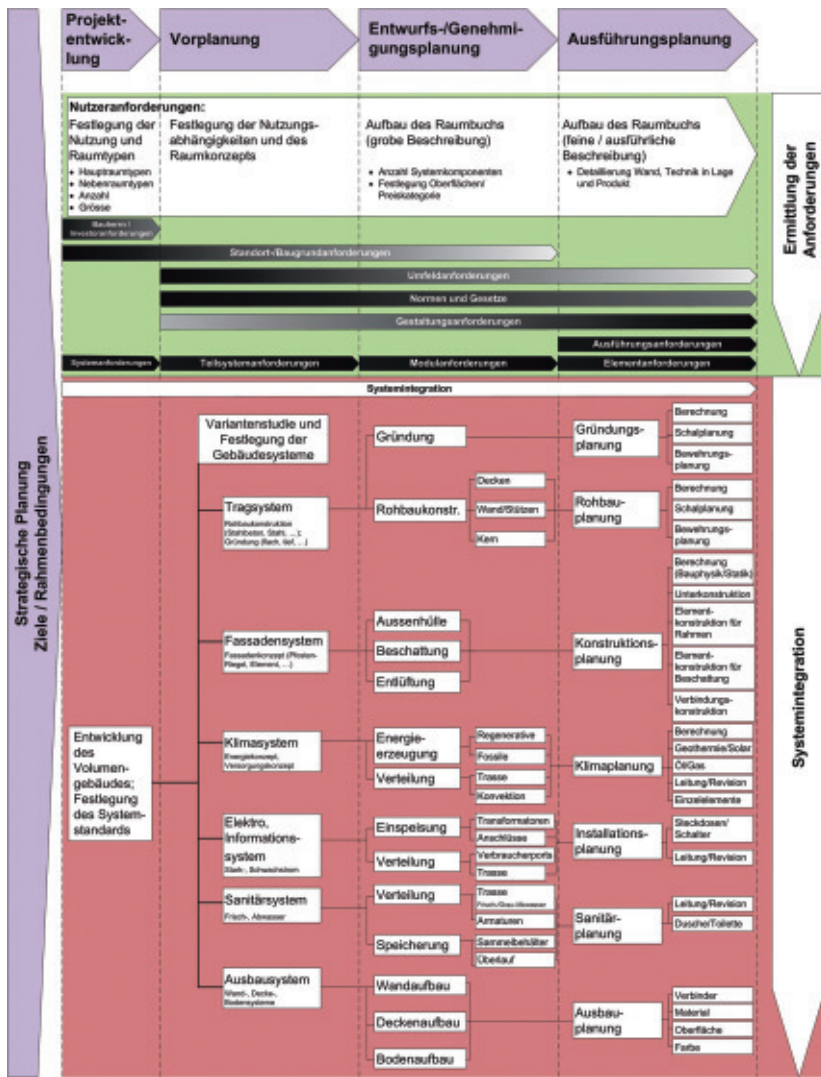


Bild 3. Anforderungsentwicklungsprozess: Teil 1 – Anforderungen und Systemintegration
 Fig. 3. Requirement development process: Part 1 – Requirements and system integration

wichtung erfolgen. Zum anderen kann auch diese Priorisierung durch eine Interaktion mit dem Auftraggeber erstellt werden. Als Hilfestellungen können verschiedene wissenschaftliche Methoden wie z.B. der *Analytic Hierarchy Process* (AHP) nach Saaty [5], verwendet werden (siehe auch [1]).

Für die vertragliche Ausarbeitung und die spätere Nachverfolgung ist es wichtig, dass die Ziele sowie die extern wirkenden und die generierten Anforderungen abschließend dokumentiert werden. Diese Dokumentation sowie die gesamten Anforderungen sollten mit dem Kunden bzw. Auftraggeber validiert und entschieden werden (Bild 5).

Die so generierten Anforderungen dienen als Entscheidungsvorlage, die durch den Auftraggeber verabschiedet werden sollten. In diesem kybernetischen Prozess (Bild 5) werden die Entscheidungen bezüglich der generierten Anforderungen den Zielen gegenübergestellt und für jedes Ziel wird die Zielerreichung überprüft.

Durch den geschilderten Prozessablauf, der in jeder Projektphase mit einem immer höheren Detaillierungsgrad nach dem Entscheidungsbaumprinzip (Bild 2) gemäß den Planungsanforderungen durchgeführt wird, erhält man aus den *Ausgangsziele* die *Anforderungen* und die notwendigen *Entscheidungen* um die *Zielerreichung* zu sichern. Diese drei Faktoren bilden den *kybernetischen Entscheidungsansatz*, der die Grundlage für die inhaltliche Ausgestaltung des Anforderungsmanagements darstellt. Sollte sich der Zielerreichungsgrad unterhalb der Zielvorgabe befinden, müssen die Anforderungen oder sogar die Ziele modifiziert werden oder das Projekt muss aufgrund der Nichterreichung der unabdingbaren Ziele abgebrochen

Kunden notwendig. So kann der Kunde direkt oder durch Methoden geleitet die Gewichtung durchführen.

Der Zielvektor [1] und die externen Anforderungen, die auf die Ziele einwirken, stellen die wichtigsten Größen innerhalb des kybernetischen Basisanforderungsprozesses dar. Mit Hilfe dieses Vektors können mögliche Anforderungen herausgearbeitet und identifiziert werden.

Im Anschluss an die Identifizierung werden die Anforderungen in Bezug auf ihre Interaktion und Gewichtung analysiert. Die Analyse soll unter anderem die Qualität der Anforderungen sicherstellen. Als Qualitätskriterien können die Kriterien in Anlehnung an die IEEE 830 [4] verwendet werden.

Nach der Generierung der Anforderungsdimension können nun die Ziel-Anforderungs-Relationsmatrizen zu den Zielen sowie externen Anforderungen gebildet werden. Mit Hilfe der Relationsmatrizen werden zum einen die Anforderungen untereinander in Beziehung gesetzt bzw. ihr gegenseitiger Einfluss dargestellt. Gleichzeitig werden aber auch die Einflüsse bzw. die Beziehungen zu den Entscheidungen und den Zielen definiert.

Um die generierten Anforderungen zielorientiert verarbeiten zu können, ist die Priorisierung der Anforderungen wichtig. Diese kann zum einen auf der Basis der Zielge-

wichten. Nach der Modifikation der Ziele muss der Basisprozess erneut durchlaufen werden.

Die in der jeweiligen Projektphase aus den Zielen entwickelten Anforderungen dienen nach der erfolgreichen Prüfung des Mindest-Zielerreichungsgrades als Eingangsparameter für die weitere Anforderungsspezifikation in der nächsten Projektphase.

Zur Entwicklung der Anforderungen zur zielgerichteten Realisierung des Bauprojektes muss man folgende Kategorien von Zielen und externen Anforderungen beachten:

- $(Z_1 \dots Z_n)$ Ziele, die unabdingbar erfüllt sein müssen (0 = nicht erfüllt und 1 = erfüllt)
- $(g_1 Z_{11} \dots g_m Z_{1m})$ Ziele, die hinreichend erfüllt werden sollten im Bereich $0 \leq x \leq 1$
- $(A_m^{ext} \dots A_n^{ext})$ Externe Anforderungen, die unabdingbar erfüllt werden müssen (0 = nicht erfüllt und 1 = erfüllt)
- $\gamma_1 A_m^{ext} \dots \gamma_m A_n^{ext}$ Externe Anforderungen, die hinreichend erfüllt werden sollten im Bereich $0 \leq x \leq 1$.

Zur mathematischen Datenstrukturierung des Anforderungsentwicklungsprozesses kann der unabdingbar und hinreichend zu erfüllende Zielvektor mit den einwirkenden

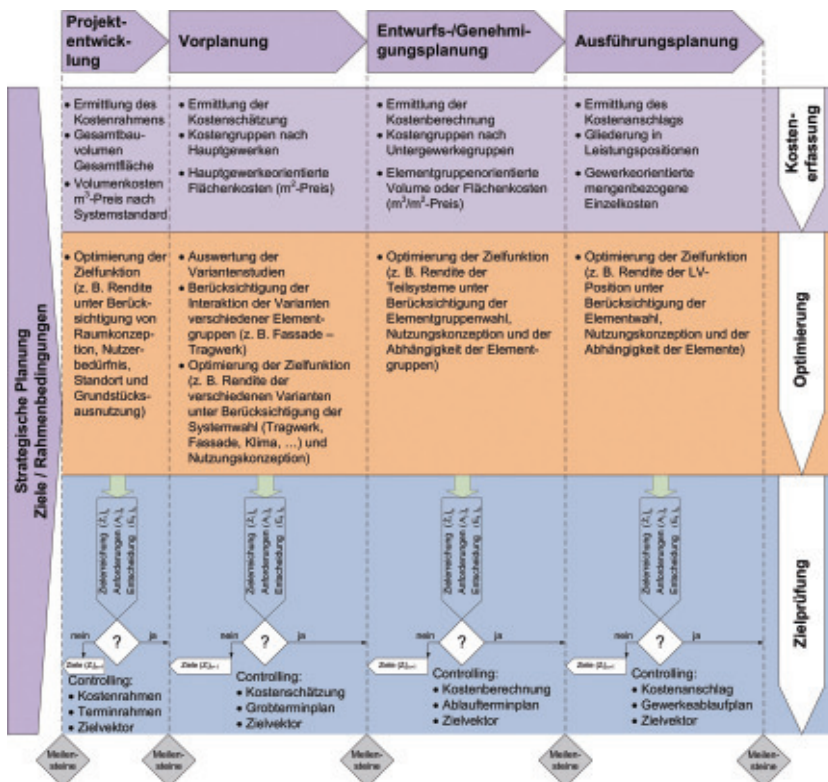


Bild 4. Anforderungsentwicklungsprozess: Teil 2 – Kosten, Optimierung und Zielprüfung
 Fig. 4. Requirement development process: Part 2 – Costs, optimization and target review

3 Anforderungsentwicklung in der Projektphase j aus den Zielvorgaben und den externen Anforderungen

Die projektspezifisch generierten Anforderungsdimensionen werden aufgrund der Ziele sowie aufgrund der extern einwirkenden Anforderungen auf die Ziele zur Gestaltung des Bauprojektes entwickelt. Die Ziel-Anforderungs-Relationsmatrix ergibt wie folgt:

Somit kann man die Ziel-Anforderungs-Relationsmatrix (ZAR) A unterteilen in eine abgrenzbare Hypermatrix:

Zielprüfung

Diese Ziel-Anforderungs-Relationsmatrix wird für verschiedene Variantenlösungen erstellt.

Im ersten Schritt muss überprüft werden, ob alle unabdingbaren Ziele und externen Anforderungen erfüllt werden.

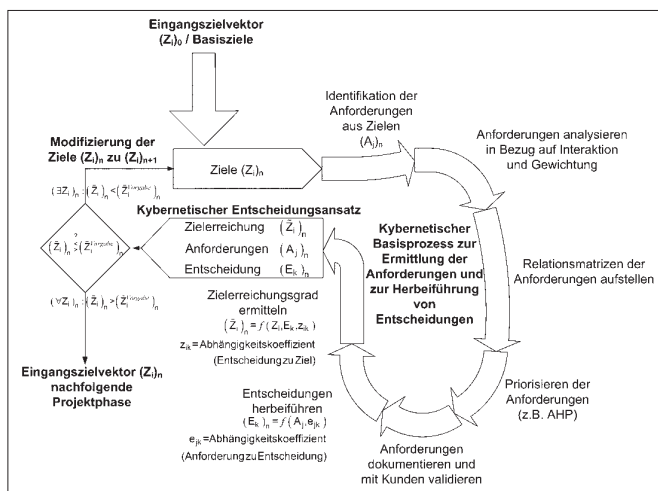


Bild 5. Kybernetischer Anforderungsentwicklungsprozess
 Fig. 5. Cybernetic requirement development process

$$\left(\underline{Z}_i \right)_u^{erf} = \left(\underline{Z}_i \right)_u = f \left(\underline{A}_{AD}^{UZ}; \underline{A}_{EUA}^{UZ}; \underline{A}_{EHA}^{UZ} \right)$$

$$\forall \alpha_{ii} = 1 \Big|_{i=1}^{k+m+r} \Rightarrow \left(\forall \underline{Z}_i \right) : \left(\underline{Z}_i \right)_u \geq \left(\underline{Z}_i \right)_u^{Vorgabe} \Rightarrow \text{erfüllt}$$

$$\forall \exists \alpha_{ii} = 0 \Big|_{i=1}^{k+m+r} \Rightarrow \left(\exists \underline{Z}_i \right) : \left(\underline{Z}_i \right)_u < \left(\underline{Z}_i \right)_u^{Vorgabe} \Rightarrow \text{nicht erfüllt}$$

Wird ein unabdingbares Ziel nicht erreicht, kann die Lösungsvariante nicht akzeptiert werden. Im nächsten Schritt muss die optimale Variante aufgrund des höchsten Zielerreichungsgrades ermittelt werden. Da alle Lösungsvarianten die unabdingbaren Ziele und externen Anforderungen erfüllen müssen, müssen die hinreichenden Ziel-Anforderungs-Relationsmatrizen nur noch dieser Zielerreichungsprüfung unterzogen werden. Dies erfolgt aus der Summenprüfung der Nutzwerte:

$$\text{Max} \left(\gamma_i Z_{ji} \right)_{i=1}^k = \left\{ \left(\gamma_i Z_{ji} \right) = f \left(\underline{A}_{AD}^{HZ}; \underline{A}_{EUA}^{HZ}; \underline{A}_{EHA}^{HZ} \right) \right\} e_j = \text{Max}$$

$$\left\{ \left(\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^l a_{ij,v}^{HZ/AD} + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^l a_{ij,v}^{HZ/EUA} + \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^l a_{ij,v}^{HZ/EHA} \right) \right\} \Big|_{v=Vari1}^{Vari\chi}$$

externen sowie hinreichend zu erfüllenden Anforderungen dargestellt werden.

$$\left(\underline{Z} \right)^{\text{Total}} = \left\{ \begin{array}{l} Z_1 \\ \vdots \\ Z_n \\ \frac{g_1 Z_{11}}{A_1^{ext}} \\ \vdots \\ \frac{g_1 Z_{1l}}{A_1^{ext}} \\ \vdots \\ \frac{A_m^{ext}}{\gamma_1 A_{11}^{ext}} \\ \vdots \\ \gamma_r A_{lr}^{ext} \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} \left[\left(Z_1, \dots, Z_n \right) \wedge \left(A_1^{ext}, \dots, A_m^{ext} \right) \right] = \left\{ \begin{array}{l} 1 - \text{Projektfortführung} \\ 0 - \text{Projektabbruch} \end{array} \right\} \\ \wedge \left[\left(g_1 Z_{11}, \dots, g_1 Z_{1l} \right) \wedge \left(\gamma_1 A_{11}^{ext}, \dots, \gamma_r A_{lr}^{ext} \right) \right] = \left(0 \leq X \leq 1 \right) \end{array} \right\}$$

e_j – Zielerfüllungsgrad der Variante j mit dem höchsten Nutzwert

Der Anforderungsentwicklungsprozess und Zielprüfungsprozess muss in jeder Projektphase für die entsprechende Planungstiefe qualitativ formuliert und quantitativ überprüft werden (Bild 5).

Die Ergebnisse dieses Anforderungsentwicklungsprozesses werden als Anforderungsspezifikationen für jeden Raum und jedes Gewerk festgehalten. Im Rahmen des Projektmanagements werden diese in Planungs- und Ausführungsvorgaben umgesetzt.

Matrix 1. Ziel-Anforderungs-Relationsmatrix
Matrix 1. Target - requirement relation matrix

		unabhängbare Ziele					hinreichende Ziele					
		Z ₁	Z ₂	Z ₃	...	Z _n	g ₁ Z ₁₁	g ₂ Z ₁₂	g ₃ Z ₁₃	...	g _i Z _{1i}	
generiert	Anforderung Dimension	1	1	0.8	0.3	...	1	0	0.2	1	...	0.3
	Anforderung Dimension	2	0	1	1	...	0.3	0.8	1	0.3	...	0.5
	Anforderung Dimension	3	0.4	0.2	1	...	0.5	0.2	0.5	0	...	0.6
	Anforderung Dimension	k	0	0	1	...	1	0.3	0.7	1	...	0.4
unabhängbare Externe	Externe unabdingb. Anforderung	A ₁ ^{EU}	1	1	1	...	1	1	1	...	1	1
	Externe unabdingb. Anforderung	A ₂ ^{EU}	1	1	1	...	1	1	1	...	1	1
	Externe unabdingb. Anforderung	A ₃ ^{EU}	1	1	1	...	1	1	1	...	1	1
	Externe unabdingb. Anforderung	A _n ^{EU}	1	1	1	...	1	1	1	...	1	1
hinreichende Externe	Externe hinreichende Anforderung	γ ₁ A ₁ ^{EU}	0	0.8	0.2	...	0.3	0	0	0.5	...	0.7
	Externe hinreichende Anforderung	γ ₂ A ₂ ^{EU}	0.5	0.3	0.9	...	0	0.8	0.3	0.9	...	0.2
	Externe hinreichende Anforderung	γ _j A _j ^{EU}	0.7	0.5	0.6	...	0	0.6	0.4	1	...	0.5
	Externe hinreichende Anforderung	γ _i A _i ^{EU}	0.1	0.8	0.4	...	0.7	0	0.2	0	...	0.6

$$\underline{A} =$$

Matrix 2. Hypermatrix der Ziel-Anforderungs-Relationsmatrix
Matrix 2. Hyper-matrix of the target – requirement relation matrix

$$\underline{A} = \begin{bmatrix} \underline{A}_{AD}^{UZ} & \underline{A}_{AD}^{HZ} \\ \underline{A}_{EUA}^{UZ} & \underline{A}_{EUA}^{HZ} \\ \underline{A}_{EHA}^{UZ} & \underline{A}_{EHA}^{HZ} \end{bmatrix}$$

- \underline{A}_{AD}^{UZ} = Anforderungsrelationsmatrix der unabhängbaren Ziele in Bezug auf die generierten Anforderungsdimensionen
- \underline{A}_{AD}^{HZ} = Anforderungsrelationsmatrix der hinreichenden Ziele in Bezug auf die generierten Anforderungsdimensionen
- \underline{A}_{EUA}^{UZ} = Anforderungsrelationsmatrix der unabhängbaren Ziele in Bezug auf die externen unabdingbaren Anforderungen
- \underline{A}_{EUA}^{HZ} = Anforderungsrelationsmatrix der hinreichenden Ziele in Bezug auf die externen unabdingbaren Anforderungen
- \underline{A}_{EHA}^{UZ} = Anforderungsrelationsmatrix der unabhängbaren Ziele in Bezug auf die externen hinreichenden Anforderungen
- \underline{A}_{EHA}^{HZ} = Anforderungsrelationsmatrix der hinreichenden Ziele in Bezug auf die externen hinreichenden Anforderungen
- UZ = unabdingbare Ziele
- HZ = hinreichende Ziele
- AD = Anforderungsdimension
- EUA = externe unabdingbare Anforderungen
- EHA = externe hinreichende Anforderungen

4 Zielerreichungs-Controlling – Key Performance-Indikatoren (KPI)

Zur Zielerreichungssteuerung sind Messgrößen in quantitativer und qualitativer Art unabdingbar. Wie man aus dem Begriff KPI erkennen kann, ist die Messgrößensteuerung im angelsächsischen Raum schon seit längerer Zeit verbreitet [6], [7], [8], [9].

„If you cannot measure, you cannot manage.“

Für Unternehmen hat sich die Balance-Score-Card von Kaplan und Norton [10] weitgehend durchgesetzt [11]. Für eine zielorientierte Steuerung von Bauprojekten mittels rationaler Kriterien sind solche Messgrößen heute unabdingbar. Dabei muss auch die künstlerische Qualität quantitativen und qualitativen Messgrößen zugeführt werden. Die Key-Performance-Indikatoren (KPI) eines Projektes müssen folgende Key-Performance-Sphären abdecken:

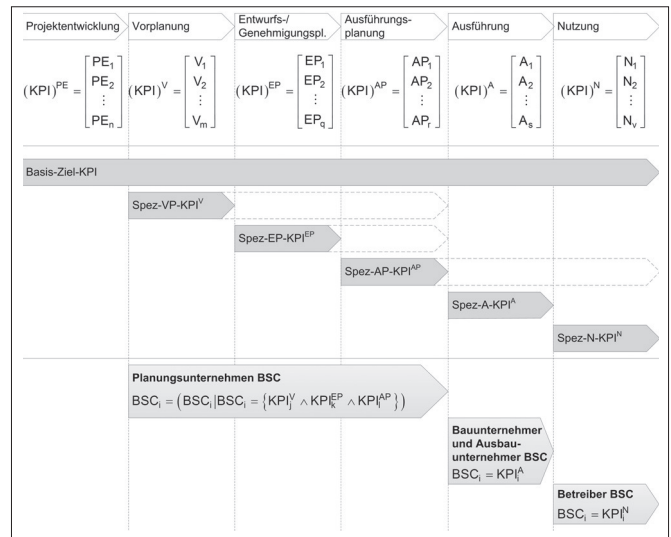


Bild 6. Interaktion Projekt-KPI-Erfolgsindikatoren mit den BSC-Indikatoren der beauftragten Unternehmen
Fig. 6. Interaction between project KPIs of success and the BSC indicators of the commissioned companies

- **Projektsphäre**
Hier müssen die KPI auf die Projektergebnisziele ausgelegt werden.
- **Führungssphäre**
Hier müssen die KPI auf die Fähigkeit der Projektleitung zur Initialisierung, Koordination und Steuerung der Ziele, Stakeholder und des Teams ausgelegt werden.
- **Team- und Organisationssphäre**
Hier müssen die KPI auf die Ausrichtung der zur jeweiligen Projektphase gehörenden aufgabenorientierten Organisation, Teamkomposition und Entscheidungseffizienz ausgelegt werden.
- **Umweltsphäre**
Hier müssen die KPI auf die nachhaltigen Umweltziele des Bauwerkes in Bezug auf Energieeffizienz, CO₂-Ausstoß, Einbettung in die natürliche Umwelt, Akzeptanz durch Dritte sowie Einhaltung der Sicherheit und Gesetze ausgelegt werden.

Die im Anforderungs-Engineering-Prozess entwickelten Ziele [1] und die darauf aufbauend entwickelten Anforderungen für das Bauprojekt müssen einem Controlling-Prozess unterworfen werden. Dazu ist es notwendig für die Ziele Key-Performance-Sphären Messgrößen (Key-Performance-Indikatoren) quantitativ sowie qualitativ zu formulieren. Diese Projekt-Key Performance-Indikatoren (Projekt-KPI) müssen möglichst aussagekräftig die Umsetzungsüberprüfung der Projektziele beschreiben [12]. Die Projekt-KPI und die Unternehmens-BSC haben eine gemeinsame vertragliche Schnittstelle durch den Bauvertrag (Bild 6). Denn die Projekt-KPI sind die Zielsteuervorgaben des Investors und Bauherrn. Die beteiligten Planungs- und Ausführungsunternehmen haben je für sich eigene Unternehmensziele definiert, die sie intern z.B. mittels der Balance-Score-Card (BSC) oder mit der erweiterten Sustainable-Balance-Score-Card (SBSC) messen [11].

Die Planungs- und Bauunternehmen benötigen den Projekt-auftrag im Gesamten (GP oder GU) oder nur als Gewerk, um ihre Erfolgsziele zu erreichen. Damit wird für den vertraglich vereinbarten Auftrag ein Teil des Leistungsziels des Investors/Bauherrn ein Erfolgselement für die Erfüllung der SBSC- bzw. BSC-Leistungsmessgrößen im beauftragten Unternehmen. Daher ist es wichtig, dass der Bauherr vor der Ausschreibung seine klar definierten KPI-Messgrößen vertraglich formuliert und an den Unternehmer weitergibt. Damit werden die Bauherrn-KPI Performance-Messgrößen eine Untermenge für den Unternehmer in seinem Steuerungssystem.

Der Investor/Bauherr oder sein Projektsteuerer müssen für jede Projektphase Projekt-KPI festlegen, angepasst an die Planungstiefe. Nach jeder Projektphase muss der Zielerreichungsgrad überprüft werden, u.a. auch mittels projektspezifischer KPI bevor mit der nächsten Planungsphase fortgeschritten werden darf. Diese Zielfreigabe in die nächste Planungsphase ist unabdingbar für die ergebnis- und zielorientierte Projektabwicklung, besonders vor dem Hintergrund der weitgehend immateriellen Prozesse der Planung.

Die projektspezifischen KPI für die Projektsphäre können sehr gut auf den Ober- und Unterzielen für die

- Immobilienfunktionsziele
- Finanzziele
- Nutzerziele
- Gestaltungsziele
- Qualitäts- und Terminziele

ausgelegt werden. Das Gleiche muss für die Führungs-, Team- und Organisations- sowie Umweltsphäre erfolgen. Bei den KPI für die Projekt- und Umweltsphäre sollten möglichst wissenschaftlich fundiert, ingenieur- oder finanzwirtschaftliche Berechnungsmodelle verwendet werden zur Ermittlung der KPI. Dies ist erforderlich, da die Performance des Bauwerkes über den Lebenszyklus ausgelegt werden muss und daher prospektive Kennwerte (KPI) ermittelt werden, die erst während der Nutzung auf Zielerfüllung überprüft werden können.

5 Zusammenfassung

Das vorgestellte Anforderung-Engineering-Prozessmodell (AEP) ermöglicht eine ergebnisorientierte Zielermittlung mit dem Kunden im Kontext unabdingbar zu erfüllender Ziele zur Sicherung des LC-Projektergebnisses sowie der gewichteten hinreichend zu erfüllenden Ziele. Darauf aufbauend sowie unter Berücksichtigung der einwirkenden externen Anforderungen aus dem Umfeld (Gesetze, Normen, Nachbarn, Gemeinde, etc.) wurde in diesem Beitrag der Anforderungsentwicklungsprozess zur Festlegung der Anforderungsspezifikationen für die Planung und Ausführung vorgestellt. Ferner wurde der systematische projektphasenorientierte Zielüberprüfungsprozess vorgestellt.

Das Controlling der Zielerreichung mittels qualitativer und quantitativer projektspezifischer Key-Performance-Indikatoren (Messgrößen) dient zur Zielsteuerung des Projektes, damit aus den Zielen die richtigen LC-Anforderungen an die Projektentwicklung, Planung, Ausführung und den Betrieb generiert werden. Die wichtigen Marktteilnehmer der Bauwirtschaft müssen die Kundenziele strukturiert, sicher und rational zum Kundenergebnis führen innerhalb eines komplexen Transaktionsprozesses. Das Anforderungs-Engineering muss steuernder Bestandteil eines kundenorientierten Projektmanagements sein.

Literatur

- [1] *Girmscheid, G.*: Anforderungs-Engineering-Prozessmodell (AEP) – Modellentwicklung und Zielentwicklungsprozess. In: Bauingenieur, Band 85, 2010.
- [2] *Girmscheid, G.*: Holistisch kybernetisches Kostensteuerungsprozessmodell – Projektentwicklungsphase. In: Bauingenieur, Band 82, 11/2007, S. 495–503.
- [3] *Girmscheid, G.*: Holistisch kybernetisches Kostensteuerungsprozessmodell – Vorplanungs- bis Ausführungsphase. In: Bauingenieur, Band 82, 11/2007, S. 504–511.
- [4] IEEE (IEEE 830 1998): IEEE Recommended Practice für Software Requirements Specifications (IEEE Std 830-1998). IEEE Standards Board, New York, 1998.
- [5] *Saaty, T. L.*: The analytic hierarchy process, McGraw-Hill, New York a.o., 1980.
- [6] *Atkinson, R.*: Project management: cost, time and quality, two best guesses and a phenomenon, its time to accept other success criteria, International journal of project management 17 (6) (1999) 337–342.
- [7] *Chan, A. P. C., Chan, A. P. L.*: Key Performance Indicators for Measuring Construction Success, Benchmarking: An International Journal 11 (2) (2004) 203–221.
- [8] *Freeman, M., Beale, P.*: Measuring project success, Project Management Journal 23 (1) (1992) 8–17.
- [9] *Shenhar, A. J., Levy, O., Dvir, D.*: Mapping the dimensions of project success, Project Management Journal 28 (2) (1997) 5–13.
- [10] *Kaplan, R. S., Norton, D. P.*: The balanced scorecard : translating strategy into action, Harvard Business School Press, Boston, Mass., 1996.
- [11] *Girmscheid, G.*: Strategisches Bauunternehmensmanagement – Prozessorientiertes integriertes Management für Unternehmen in der Bauwirtschaft, Springer, Heidelberg, 2006.
- [12] *Parmenter, D.*: Key performance indicators developing, implementing, and using winning KPIs, Wiley, Chichester, 2007.