



PM-ZERT ZERTIFIZIERUNGSSTELLE DER GPM

Messung der Komplexität von Projekten

© GPM Deutsche Gesellschaft für Projektmanagement e.V.



Die GPM Deutsche Gesellschaft für Projektmanagement e.V. ist Mitglied der IPMA International Project Management Association.

PM-ZERT ist nach ISO 9001 zertifiziert, gemäß ISO/IEC EN 17024 akkreditiert und von der IPMA validiert



Dok.-Nr. / Rev. / Datum
Z05 / 06 / 19.02.2014

Messung der Komplexität von Projekten

Seite 1 von 8

Z05_NCB3_V06.doc

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

1 Zielsetzung	3
2 Messung der Komplexität von Projekten	3
2.1 Allgemeine Betrachtungen zur Komplexität von Systemen	3
2.2 Spezifische Betrachtungen zur Komplexität von Projekten	6
3 Scoring Schema zur Bewertung der Komplexität von Projekten	7

Der in diesem Dokument veröffentlichte Inhalt
ist die vollinhaltliche, genehmigte Übernahme eines Beitrags
von Prof. Dr. Gerold Patzak, Wien,

in projektMANAGEMENTaktuell, 20. JAHRGANG; Ausgabe 05/2009

Das Scoring Schema wurde 2012 überarbeitet für den Band 3 der Buchreihe "Advanced Project Management", Hrsg. Wald, Mayer, Wagner, Schneider, noch nicht veröffentlicht.

Dok.-Nr. / Rev. / Datum Z05 / 06 / 19.02.2014	Messung der Komplexität von Projekten	Seite 2 von 8
Z05_NCB3_V06.doc		

1. Gültigkeit

Dieses Dokument gilt ab dem 01.04.2014.
Die Version 5 ist noch bis 01.11.2014 gültig.
Die Version 4 ist noch bis 9.8.2014 gültig.

2. Zielsetzung

Dieses Dokument enthält einen Ansatz ^{*)} das Phänomen der Komplexität von Projekten aus Sicht der Systemtheorie greifbar zu machen. Dabei wird auf deduktivem Wege, das heißt herleitend und nicht durch zufallsbedingtes Sammeln und Nennen von Bewertungsaspekten, ein Schema zur analytischen Bewertung des Merkmals Komplexität entwickelt.

Deduktives Vorgehen erhebt dabei den Anspruch der theoretischen Vollständigkeit und einer Nachvollziehbarkeit der Argumentation.

*) vollinhaltliche, genehmigte Übernahme eines Beitrags von Prof. Dr. Gerold Patzak, Wien
in projektMANAGEMENTaktuell, 20.Jahrgang, Ausgabe 05/2009

3. Messung der Komplexität von Projekten

3.1. Allgemeine Betrachtungen zur Komplexität von Systemen

Aus Sicht der Allgemeinen Systemtheorie lässt sich zum Begriff **KOMPLEXITÄT** folgendes feststellen:

Komplexität ist ein konstituierendes Merkmal von Systemen.

Komplexität ist eine Eigenschaft von Systemen, die aus unterschiedlichen Gründen besonders interessiert und damit als ein wesentliches **Merkmal** beliebiger Systeme anzusehen ist.

Komplexität ist konstituierend für die Existenz eines Systems, das als eine zweckrationale Zusammenfassung von Elementen in Form eines gedanklichen Konstrukts zu sehen ist.

Betrachtungsobjekte, die keine Komplexität aufweisen und damit leicht durchschaubar strukturiert sowie eher statisch sind, erfordern keinen systemorientierten Zugang, brauchen nicht als System aufgefasst zu werden.

Auf Grund der zentralen Bedeutung des Systemmerkmals Komplexität ist ein dringender Bedarf der Messung desselben gegeben.

Es sollten dafür objektiv beobachtbare Größen herangezogen werden, die zwar die Komplexität mitbestimmen, jedoch niemals ein absolut gültiges Maß für die **subjektiv** empfundene Komplexität beim Beobachter im Umgang mit dem Betrachtungsobjekt liefern können. Ein „Urmeter“ zur generell gültigen Messung von Komplexität ist nicht möglich.

Dok.-Nr. / Rev. / Datum Z05 / 06 / 19.02.2014	Messung der Komplexität von Projekten	Seite 3 von 8
Z05_NCB3_V06.doc		

Komplexität und deren Auswirkung als Grad der Schwierigkeit des Umgangs mit einer Sache kann nur durch subjektiv gefärbte Urteile in Form von persönlichen Einschätzungen erfasst werden, wobei die Bewertung durch Einzelpersonen oder auch durch Personengruppen erfolgen kann.

Aus Sicht der Erkenntnistheorie könnte man **Komplexität** als Ausmaß des Nicht-Wissens über ein System definieren. Es ist dies demgemäß die **Differenz** zwischen möglichem, erreichbarem Wissen und tatsächlich erforderlichem Wissen, um einen Sachverhalt abbilden zu können.

Dem steht der Begriff der **Kompliziertheit** gegenüber, der durch den Aufwand zur Vermittlung eines **wohl definierten** Sachverhalts, etwa durch die Länge der Beschreibung, erfasst wird.

All dies bedeutet jedoch nicht, dass man ein derartiges Merkmal nicht messen kann – es lässt sich alles messen, wenn eine entsprechend Messskala vorgegeben wird, und das gilt genau so für das Merkmal Komplexität.

Das Messergebnis hat allerdings dann eine bloß relative Bedeutung, was vor allem zum Zwecke des Vergleichens in unterschiedlichstem Zusammenhang wertvolle Dienste liefert.

Es wird etwa bei Projekten meist die Projektdauer, aber auch das Projektbudget, als objektiv messbare Größe zur Erfassung der Komplexität herangezogen. Kausal betrachtet liegt hier jedoch bloß eine beobachtbare positive Korrelation zwischen der Dauer des Projekts und dessen Komplexität vor; es ist nämlich durchaus vorstellbar, dass ein lang dauerndes Vorhaben nur sehr geringe Komplexität aufweist. Das ursächlich die Komplexität beeinflussende Merkmal ist vielmehr die Wahrscheinlichkeit von Veränderungen, die mit der Projektdauer erfahrungsgemäß exponentiell zunimmt.

Das Merkmal Komplexität lässt sich **ganzheitlich** gesehen wie folgt beschreiben und begreifen:

Ein komplexer Betrachtungsgegenstand ist nicht vollständig überblickbar, nie erschöpfend zu erfassen, zu durchschauen und in seiner Wirkungsweise zu verstehen, und damit in seiner Entwicklung sowie dem Verhalten nicht mit Sicherheit vorhersagbar.

Ein komplexes System entzieht sich wegen seiner Eigendynamik der exakten Analyse und ist daher einer gezielten Beeinflussung auf direktem Wege nicht zugänglich, somit nur schwer zu managen.

Zur Messung dieses Verhaltens lässt sich eine Skala aufstellen, wo der mit dem System Befasste seine persönlichen Einschätzungen der Komplexität einträgt.

Genauer und die Wirklichkeit besser abbildend ist dem gegenüber ein **analytisches**, d.h. zerlegendes Vorgehen bei der Erfassung der Komplexität, was das Urteil bei aller Subjektivität nachvollziehbar und damit tragfähiger macht, da die einzelnen erfassten Fakten in ein Maß der individuell empfundenen Komplexität übergeführt werden. Dies geschieht vor allem durch Setzen von Ankerwerten. So ist etwa das Faktum, dass eine bestimmte Anzahl von Personen im Projekt mitarbeitet, sicherlich für die Komplexität relevant, ob in einem gegebenen Fall aber mittlere oder hohe Komplexität vorliegt, hängt vom Setzen der Klassengrenzen auf der Messskala ab, was jeweils eine subjektive Entscheidung darstellt.

Ganz allgemein gesprochen sei hier folgender Zugang der analytischen Erfassung von Komplexität gewählt: Die objektiv messbare Komplexität eines Systems wird erfasst durch

Dok.-Nr. / Rev. / Datum Z05 / 06 / 19.02.2014	Messung der Komplexität von Projekten	Seite 4 von 8
Z05_NCB3_V06.doc		

- die **ELEMENTEVIELFALT**
es ist dies die Menge der Elemente (Bestandteile, Komponenten),
gemessen an Hand der **Anzahl** der Elemente und der **Unterschiedlichkeit** der Elemente
- die **BEZIEHUNGSVIELFALT**
es ist dies die Menge der Beziehungen zwischen den Elementen (die Wechselwirkungen),
erfasst an Hand der **Anzahl** der Beziehungen (Vernetzungsdichte) und der **Unterschiedlichkeit**
der Beziehungen (Beziehungsinhalte).

Dies erfasst die **strukturelle** Komplexität, eine **statische** Betrachtung, eine Momentaufnahme! Es kommt dazu die **Varietät** als dynamischer Aspekt, die Veränderung in der Zeit, erfasst durch:

- das **ÄNDERUNGSPOTENTIAL** bzw. die **UNSICHERHEIT**,
es ist dies die Menge **möglicher Zustände**, die die Elemente und die Beziehungen im Laufe
der Zeit einnehmen können, die Entwicklungseffekte, die Auswirkungen von
Feedback, die Eigendynamik (Autopoiesis). Dieser Anteil an der Komplexität ist als
Prognose subjektiv gefärbt.

Obige Aussagen zur Erfassung von Komplexität gelten ganz allgemein und für **beliebige** Systeme.

Generell können Systeme **unterschieden** werden nach den Merkmalausprägungen

- **konkret** oder **abstrakt** (greifbar oder gedanklich)
- **natürlich** oder **künstlich** (gegeben oder vom Menschen geschaffen)
- **technisch** oder **sozial** oder **informationell** sowie alle Kombinationen (z.B. sozio-technisch)
- **offen** oder **geschlossen** (es existieren Beziehungen mit der Umwelt oder es existieren keine)

Im vorliegenden Zusammenhang interessieren nur offene Systeme.

Es ergibt sich damit folgende Aussage: Die **Komplexität** eines beliebigen offenen Systems **steigt**

- mit der **Anzahl** der im System enthaltenen **Elemente** (erfasst durch Abzählen) sowie
mit der **Unterschiedlichkeit** der im System enthaltenen **Elemente**.
Dabei sind generell folgende Kategorien von Elementen zu unterscheiden:
Menschen (sozial), **Bauteile** (technisch), **Daten/Informationen** (abstrakt)
- mit der **Anzahl** der im System enthaltenen **Beziehungen**, der Beziehungsdichte (erfasst durch
Abzählen) sowie mit der **Unterschiedlichkeit** der **Beziehungen**.
Dabei sind generell folgende Kategorien von Beziehungen zu unterscheiden:
Übertragungsbeziehungen (Flüsse von Materie, Energie, Information) und
logische Beziehungen (relevante Ordnungsbeziehungen)

Dok.-Nr. / Rev. / Datum Z05 / 06 / 19.02.2014	Messung der Komplexität von Projekten	Seite 5 von 8
Z05_NCB3_V06.doc		

- mit der **Anzahl** und **Unterschiedlichkeit** der **Beziehungen** mit der System-**Umwelt**
- mit der **Anzahl** der im Zeitablauf einnehmbaren unterschiedlichen **Zustände**, die sich als Änderungspotential bzw. Dynamik manifestieren.

3.2. Spezifische Betrachtungen zur Komplexität von Projekten

Obige Erkenntnisse seien nun auf das System **PROJEKT** als spezielle Ausprägung einer Organisation angewendet:

Projekte können definitionsgemäß als Unternehmungen auf Zeit aufgefasst werden. Bei Projekten sind, wie dies für jede zweckorientierte Organisation gilt, vier **Subsysteme** und ein **Umsystem** zu unterscheiden.

Diese sind als **Teilsysteme** - besser angesprochen als **Aspektsysteme** - des ganzen Systems genannt **Projekt**, aufzufassen.

Zu unterscheiden sind:

- das **Zielsystem** (abstraktes System): Hierarchische Gliederung des **Gesamtzieles** der Organisation bis zu operablen Einzelzielen, eingebracht von den relevanten Stakeholdern
- das **Objektsystem** (konkretes oder abstraktes System): Hierarchische Gliederung des **Arbeitsgegenstandes** als Output des Prozesses bzw. Realisierung des Gesamtzieles (Deliverables)
- das **Handlungssystem** (abstraktes System): Hierarchische Gliederung der **Gesamtaufgabe** bis zu den Einzelaufgaben, die zur Erreichung des Gesamtzieles erforderlich sind.
- das **Handlungsträgersystem** (konkretes System): Hierarchisch oder als Netzwerk dargestellte **Gesamtheit aller Organisationseinheiten**, welche Einzelaufgaben ausführen, um das Gesamtziel zu erreichen
- das **Umsystem** (konkret und abstrakt): alle relevanten Grössen, die nicht Bestandteile des betrachteten Systems sind, jedoch in Wechselwirkung mit dem System stehen, d.h. auf dieses einwirken.

Obige Untergliederung kann auch an Hand eines sogenannten Input-Output Modells hergeleitet werden.

Alle vier Teilsysteme sowie das relevante Umsystem müssen im Projektmanagement betrachtet werden und tragen zur Komplexität bei. Demgemäß setzt sich die **Komplexität eines Projekts**, systemtheoretisch betrachtet, aus der Komplexität folgender **Aspektsysteme** zusammen:

- die Komplexität des Zielsystems, des Projektzieles, zu beurteilen an Hand der Projekt – **Zielhierarchie**
- die Komplexität des Objektsystems, des Projektgegenstandes, zu beurteilen an Hand des Objekt – **Strukturplanes OSP**
- die Komplexität des Handlungssystems, der Projektaufgabe, zu beurteilen an Hand des Projekt - **Strukturplanes PSP**

Dok.-Nr. / Rev. / Datum Z05 / 06 / 19.02.2014	Messung der Komplexität von Projekten	Seite 6 von 8
Z05_NCB3_V06.doc		

- die Komplexität des Handlungsträgersystems, der Projektorganisation, zu beurteilen an Hand des Projekt-**Organigramms PO**
- die Komplexität des Umsystems, der Projektumwelt zu beurteilen an Hand der relevanten **Umfeldfaktoren** und **Stakeholderbeziehungen**
- Diesen Beiträgen zur Komplexität des Gesamtsystems ist jeweils noch zu überlagern deren Dynamik, das heißt die erwarteten Änderungen (Changes) samt Auswirkungen.

4. Scoring Schema zur Bewertung der Komplexität von Projekten

Auf Basis obiger Erkenntnisse kann eine **Scoring-Tabelle** zur quantitativen Erfassung der Komplexität von Projekten erstellt werden, wie sie nachfolgend vorgeschlagen wird (die Tabelle ist in einer Excel-Tabelle Z05 nachzulesen):

Scoringsschema zur Bewertung der Komplexität von Projekten									
Schritt	Aspektsystem	Zu bewertende Kriterien	1	2	3	4	5	Bewertung	Summe
1	Zielsystem: PROJEKTZIEL (was soll erreicht werden?)	Anzahl und Unterschiedlichkeit der Einzelziele unter Berücksichtigung der Ziele und Erwartungen der relevanten Stakeholder, unterschiedliche Zielkategorien: Prozessziele, Nutzungsziele (Business Case), Operationalisierbarkeit	sehr wenige Ziele, alle quantitativ angegeben, operabel	wenige Ziele, gut formuliert, ohne Prioritäten	mehrere Ziele unterschiedlicher Art, unterschiedlich wichtig	viele Ziele, Prozessziele, Nutzungsziele	sehr viele, schwer erfassbare Ziele aller Art, unklare Prioritäten		0,0
		Anzahl und Unterschiedlichkeit der Wechselwirkungen zwischen den Zielen der Zielhierarchie (Zielbeziehungen), Prioritätensetzung, relative Gewichtung, Zielkonkurrenz und Optimierungskriterien, Antinomie, k.o.-Kriterien	keine Zielbeziehungen müssen berücksichtigt werden	vereinzelt Zielkonkurrenz vorliegend	unterschiedliche Zielbeziehungen untereinander	vielfältige zT unklare Zielabhängigkeiten	starke unklare Wechselbeziehungen		
		Zieländerungen betreffend Inhalt, Gewichtung, Präferenz, und deren Unsicherheiten (Eintrittswahrscheinlichkeiten)	keine	vereinzelt möglich	Änderungspotenzial gegeben	hohe Wahrscheinlichkeit	laufende, sehr unklare Änderungen		
2	Objektsystem: PROJEKTGEGENSTAND (was ist der Leistungsinhalt?)	Anzahl und Unterschiedlichkeit der Komponenten, d.h. Subsysteme, Module, Baugruppen, Bauteile, Elemente, hinsichtlich Dimensionen, Technologien, Spezifikationen, Testvorschriften, Abnahmebedingungen, Neuheitsgrad	sehr wenig Komponenten	wenig Komponenten	Viele Komponenten unterschiedlicher Art	sehr viele Komponenten und Teilpläne, Technologien	unüberschaubar viele Baupläne, Planhierarchie, unterschiedliche Technologien		0,0
		Anzahl und Unterschiedlichkeit der zu berücksichtigenden funktionalen und technologischen Beziehungen zwischen den Komponenten (Flüsse von Energie, Materie, Info), auf den Prozess sich auswirkende Ordnungsbeziehungen	einfachster Aufbau	klarer Aufbau, wenige relevante Beziehungen zw. Bauteilen	viele wesentliche Abhängigkeiten technologischer Art zw. Bauteilen	stark vernetzte Abhängigkeiten zwischen den Bauteilen	manigfaltige sehr kritische Beziehungen technolog. Art		
		Änderungen der Konfiguration , Technologie, Spezifikationen, Qualität, Funktionalität, Lieferanten, Wahrscheinlichkeit	keine Änderungen zu erwarten	wenig Änderungen	Objektstruktur nicht fix	creeping scope	unvorhersehbare Änderungen		
3	Handlungssystem: PROJEKTAUFGABE (was ist zu tun?)	Anzahl und Unterschiedlichkeit der Phasen, der Arbeitspakete, der Vorgänge; Hierarchieebenen im PSP, Meilensteine, erforderliche Fachdisziplinen, Know how Bedarf, Neuheitsgrad, Einsatzmöglichkeiten von Standards	sehr wenig Arbeitspakete (<30)	wenig AP (etwa 100), nur wenige Fachdisziplinen	viele (etwa 300) neuartige AP, unterschiedliche Disziplinen	sehr viele AP (1000), Machbarkeit noch unklar	unüberschaubar viele AP (3000), neuartig, unterschiedlichster Art		0,0
		Anzahl und Unterschiedlichkeit der Abhängigkeiten zwischen den Vorgängen (Vernetzungsgrad, Arten von AOB, pos/neg, MIN/MAX), Begleitvorgänge, Plan-Hierarchien, intermediate Schnittstellen/ Interfaces, Program-Interfaces	linearer Ablauf, nur Normalfolgen	vereinzelt Überlappungen	stark vernetzt, alle AOB vertreten	sehr stark vernetzt, Schnittstellen zu Gesamtplan	viele Subnetze mit intermediären Abhängigkeiten		
		Änderungen der Arbeitspakete wegen Abänderung bei Scope, Technologie; Erfahrungsmangel, Risikoabbeugung	keine Änderungen zu erwarten	Änderungen möglich	viele Änderungen	starke Änderungsneigung	fast alles wird geändert		
4	Handlungsträgersystem: PROJEKTAUSFÜHRENDE (wer tut etwas?)	Anzahl und Unterschiedlichkeit der im Projekt unmittelbar Mitwirkenden, der Interessengruppen (Auftraggeber, Lenkungsausschuss, Mitarbeiter, Subauftragnehmer); Qualifikationen, Verfügbarkeit, Diversität, Kulturen, örtl. Verteilung, Motivationstage	sehr wenige, untereinander bekannte MA	wenig Organisationseinheiten einer Firma involviert	viele MA unterschiedl. Disziplin, viele Abteilungen, BM	unterschiedl. Qualifikationen, aus vielen externen Firmen	großes, stark inhomogenes, verteiltes Team, Crosscultural		0,0
		Anzahl und Unterschiedlichkeit der Wechselwirkungen (Unterstellungen, Berichtswege, formelle und informelle Kommunikationsbeziehungen, Arten des Zusammenwirkens, Vertretungsregelungen, Arbeitsverträge	klare Aufgabenteilung	klare Zuständigkeiten, nur interne Beziehungen	vermaschte Berichtswege, auch Subauftragsfirmen	starke Wechselbeziehungen über Firmengrenzen hinaus	unüberschaubar vernetzte Interaktionen, disloziert, BM		
		Personelle Änderungen bei den Mitwirkenden, Fluktuation, Eintrittswahrscheinlichkeiten und sich ergebende Risiken	Mitarbeiter sind fix im Projekt	geregelt Organisation	hohe Fluktuation	Änderungen überall möglich	nicht vorhersehbare Dynamik		
5	Umsystem: PROJEKTUMFELD (welche Einflüsse von außen?)	Anzahl und Unterschiedlichkeit der relevanten Einflußgrößen aus der Umwelt (sachliche und soziale Umfeldfaktoren, Erwartungen der mittelbar einwirkenden Stakeholder), gesetzl. Randbedingungen, zu beachtende Beschränkungen	das Projekt ist als isoliert zu betrachten	leicht kontrollierbare Einflüsse ähnlicher Art, Risiken klar abgrenzbar	starke Einflüsse aus mehreren Umfeldauschnitten mit einzelnen hohen Risiken	viele schwer zu berücksichtigende, starke Einflüsse mit hohen Risiken	unklares, chaotisches Umfeld, unbekannt viele Einflüsse mit völlig unbestimmten Risiken		0,0
		Anzahl und Unterschiedlichkeit der Art der Einflussnahmen (Einstellungen, Erwartungen/Befürchtungen, Macht, Auswirkungsschwere, Erkennungsmöglichkeit), Konsequenzen bei Nichtbeachtung, Pönalfunktionen							
		Änderungspotential der Einflüsse , Unsicherheiten (Eintrittswahrscheinlichkeiten der Varianten), Risikohöhe							
Total	GESAMTSYSTEM	KOMPLEXITÄT DES PROJEKTS	einfach	wenig komplex	eher komplex	hoch komplex	extrem komplex		0,0

PM-ZERT Geschäftsstelle

Am Tullnaupark 15
D-90402 Nürnberg
Tel. (0911) 43 33 69-31
Fax (0911) 43 33 69-39
Email: pm-zert@gpm-ipma.de
Internet: www.GPM-IPMA.de

PM-ZERT ist nach ISO 9001:2008 zertifiziert und in Übereinstimmung mit ISO 17024:2003 akkreditiert

Dok.-Nr. / Rev. / Datum Z05 / 06 / 19.02.2014	Messung der Komplexität von Projekten	Seite 8 von 8
Z05_NCB3_V06.doc		