

# Momentum 2020

## Kreative Komposition ohne Grenzen



Bildnachweis: NASA-Imagery

Vortrag

### **Treiber und Entwicklungsgeschichte des Projektmanagements**

Momentaufnahmen von der Jungsteinzeit bis Heute

*H. Weinreich-Unternehmensentwicklung Darmstadt*

**[www.team-innovation.com](http://www.team-innovation.com) Mail: [hweinreich@t-online.de](mailto:hweinreich@t-online.de)**

**Tel. +49 (0)151-149 648 02**

# Treiber und Entwicklungsgeschichte des Projektmanagements

Momentaufnahmen  
von der Jungsteinzeit bis Heute

Herbert Weinreich

2017



Weinreich Creative Unternehmensentwicklung Darmstadt

1

## Executive Summary



Der Vortrag behandelt das Zusammentreffen komplexer Problemstellungen mit den notwendigen kreativen und intelligenten Problemlösefähigkeiten wie sie beim Homo Sapiens Sapiens (HSS) erstmals gegeben sind.

Die gegenüber Vorgängern verbesserte Auge-Hand-Kurzzeitgedächtnis-Sprache-Koordination (AHKS) ist Ausgangspunkt der Erzeugung von Werkzeugen, der bildenden Künste und Vorstellungskraft, bis hin zu Wissenschaft und Management.

Es entsteht ein auto-katalytischer Regelkreis der über Kommunikation, Kooperation, Gruppenkreativität und Koordination Artefakte (Werkzeuge und Produkte) vom effektiveren Speer bis zu Industrie 4.0 erzeugt.

Kooperative Projektarbeit ist der Schlüssel unserer High-Tech-Kultur und wird in Verbindung mit digitalen, physikalischen, biochemischen und kybernetischen Werkzeugen es ermöglichen, unsere Zukunft erfolgreich zu meistern.

Eine Reise von der Jungsteinzeit bis heute, dargestellt an Projektbeispielen, zeigt die Entwicklung zu den Elementen des modernen Projektmanagements auf.

2

# Gliederung



Executive Summary	2
1 Einleitung (Komplexe Problemsituation)	4
2 Kooperative Problemlösung als Verhaltensstrategie	13
3 Entwicklungsgeschichte in Projekten	29
3.1 Projekte in Phasen der Frühgeschichte inklusive Antike	29
3.2 Projekte im Mittelalter	55
3.3 Projekte von der Renaissance bis Anfang des 20. Jahrhunderts	64
3.4 Projekte vom 2. Weltkrieg bis Heute	91
4 Zusammenfassung	134

Bildquellen: Wikipedia, sonst Direktnachweis

3

## 1 Einleitung

(Projektarbeit als Bearbeitung  
Komplexer Problemsituationen)



4

# Komplexe Problemsituationen



Worum geht es?

Es geht um:  
das Erkennen geschichtlicher Phasen, in denen der Mensch sich vor komplexe Problemsituationen gestellt sieht  
und die Entwicklung von Verhaltensweisen, Bewältigungsmechanismen und Lösungen diese Probleme zu überwinden.

5

# Komplexe Problemsituation



Wie verstehen wir bei unserer Betrachtung Komplexität?

Merkmale einer komplexen Situation:

- nicht einfach, d. h. viele, z.T. unbekannte Elemente
- nicht überschaubar, durchschaubar, intransparent
- potenzielles Zusammenwirken von Elementen nicht geklärt, nicht determiniert
- die Elemente sind zeitlich in Veränderung, dynamisch
- begrenzte Ressourcen (Material, Werkzeuge, Mitarbeiter, Zeit)
- d.h. Lösungen müssen gesucht, erarbeitet und umgesetzt werden
- es bestehen hohe Risiken und Unsicherheiten für Erfolg

Beispiel: Bau einer Brücke mit neuem, nicht getesteten Material, in fremder Umgebung, unbekanntem Mitarbeitern, Protesten betroffener Anwohner, (aber festgelegtem Budget, festgelegtem Endtermin)

6

# Komplexe Problemsituation



Worin liegen Risiken und Unsicherheiten?

Beispiele:

- das Problem wird nicht erkannt
- das Problem wird falsch bewertet (z.B. Dringlichkeit, Wichtigkeit)
- das Problem ist in Veränderung, dynamisch
- das Problem ist mit derzeitigen technischen Mitteln nicht lösbar
- Lösungsstrategien liegen nicht vor, sind nicht effektiv, nicht effizient, Lernen unter Risiko ist erforderlich
- offensichtliche Lösungen heute führen zu noch komplexeren Problemen in der Zukunft
- Ressourcen, Reserven reichen nicht aus
- keine Fürsprache bei Fehlschlägen
- keine Rückfallposition für weitere Versuche

7

# Herausforderungen in der Komplexen Problemsituation



- Der Einzelne ist überfordert
- Kommunikation
- Kooperation
- Kreativität
- Koordination
- sind notwendig um erfolgreich zu sein

8

## Evolution,

Mit gelegentlichen, aber gewaltigen Durchbrüchen,  
Revolution



- Komplexe Problemsituationen führen im Extrem  
Einzelpersonen, Gruppen, Unternehmungen, Staaten und die Art vor  
existentielle Überlebenssituationen.
- Kann die Art sich anpassen und überleben?
- Reichen Kreativität, Intelligenz und Geschwindigkeit von kooperativem  
Handeln aus, mit den Herausforderungen erfolgreich zu wachsen?
- Seit der Homo Sapiens Sapiens auf der Bildfläche erschienen ist, hat er  
durch sein Gehirn seine und die Potenziale seines Habitats erfolgreich  
genutzt. Kooperative Projektarbeit war über 7000 Jahre eine erfolgreiche  
Überlebensstrategie, komplexe Problemsituationen zu bewältigen !

9

## Event-Matching

Disruption, Revolution, Evolution



Exkurs (1/3)

- Was muss passieren, damit die Anpassung in  
prekären Situationen gelingt?

10

# Event-Matching

## Disruption, Revolution, Evolution



Exkurs (2/3)

Voraussetzung ist unausgeschöpftes Potenzial (Kreativ-Potenzial), damit auf die prekäre Situation bezogen Wachstumsprozesse möglich sind

- Das Potenzial kann im Einzelnen liegen (Begabung, Genie, Außenseiter)
- Das Potenzial kann in einer Gruppe liegen
- Das Potenzial kann in der Nutzung der Umwelt liegen
- Das Potenzial kann in einer Entdeckung und in damit im Zusammenhang stehenden Technologien liegen
- Das Potenzial kann in mehreren Entdeckungen, die hintereinander oder zeitgleich geschehen, aber zusammen zu einem Zeitpunkt aufeinandertreffen, und den damit in Zusammenhang stehenden Technologien liegen
- Häufig liegt das nicht ausgeschöpfte unentdeckte Potenzial in Randbereichen und Tabuzonen oder kommt von Außen, ist fremd und mit Akzeptanzbarrieren behaftet

11

# Event-Matching

## Disruption, Revolution, Evolution



Exkurs (3/3)

Das Zusammentreffen zwischen Problemsituation und Leistungspotenzial kann durch Zufall oder willentliche, z.B. unternehmerische Leistung (Chancenwahrnehmung, Koordination zum Erfolg) geschehen.

Kritische Größen müssen überschritten werden, die in der Regel nur durch Kooperation (Kooperative Problemlösung) möglich sind, um aus einem Keim eine Revolution und dann eine Evolution möglich zu machen

Entdecker, Erfinder trifft auf Ingenieur

Ingenieur trifft auf Unternehmer

Unternehmer trifft auf Banker

Banker, Unternehmer fördern Wissenschaft

Erfolgreiche Innovationskultur: Die Regelkreise sind flach, selbstorganisierend auf der Basis eines kooperativen Gewinnens angelegt (auto-katalytische Regelkreise)

12



## 2 Kooperative Problemlösung als Verhaltensstrategie

13

## Kooperative Problemlösung



Problemlösungsverhalten: Tier

14



## Organisatorische Herausforderungen in der Lebensorganisation des Tieres



- Komplexe Aufgaben:
  - Nahrungssuche
  - Partnersuche
  - Nestbau
  - Aufzucht
  - Lebenskampf, z.B. in der Freßreihen-Rangfolge, Räuber-Beute-Situation

15

## Bewältigungsmechanismen in der Lebensorganisation des Tieres



- Bewältigungs-Mechanismen (kreativ/intelligent):
  - Instinkte, Triebe
  - Wahrnehmung, Mustererkennung
  - Lernen von Überlebensprogrammen
    - Modell, Trial and Error, Freiheitsgrade
    - Anpassungsfähigkeit
  - Soziale Verhaltens-Programme
    - Nonverbale/verbale Kommunikation
    - Austauschverhalten

16

## Tierorganisation bei der Jagd

### Komplexe Problemsituation mit hohem Risiko



- Das Jagen im Löwen-Rudel (Verhaltenserwerb)
  - Ränge, Arbeitsteilung / Rollenteilung
    - Aufspürer, Treiber, Hinterhalt, Unterstützung
    - Wann jagen kooperierende Weibchen, wann gibt es Unterstützung durch das Männchen
  - Intuitive Einschätzung des Erfolgs (z.B. Jagd-Situation)
    - Vergleich von Erfahrungsmustern für Ablauf
    - Energieaufwand und Leistungsvermögen
    - Intuitive Einschätzung von Unsicherheit / Risiko
  - Intuitive Umsetzung und Steuerung in Echtzeit
  - Belohnungsrituale beim Fressen

17

## Zusammenfassung der Elemente des Problemlösungsverhaltens (Löwen-Jagd)



- Kommunikation (Verbal, Nonverbal)
- Kooperation
- Problemlösungsstrategien (Auf Sicht Strategie)
  - Imitationslernen, Modelllernen (Beuteschema), Lernen durch Versuch und Irrtum
  - Kooperative Jagdstrategie (Drohgebärden, Treiben, Hinterhalt)
  - Minimaler Kraftaufwand (Absonderung schwacher Opfer)
  - Abbruch bei Ressourcen-Engpass (gegebenfalls Flucht)
- Intuitive Koordinationsleistung

18

# Kooperative Problemlösung



Problemlösungsverhalten: Mensch

Anthropologie: Wissenschaft vom Menschen

„Die Herstellung von Werkzeugen gilt als  
Unterscheidungsmerkmal zwischen Mensch und Tier!“

19

# Menschliche Entwicklung



▪ Homo Heidelbergensis  
(v. 600 000 Jahren, Afrika, Europa, Beherrschung von Feuer )

- |   |  |
|---|--|
| ▪ Neandertaler, Denisova-Mensch                     | ▪ Homo Sapiens                                 |
| ▪ 400 000 - 30 000 Jahren                           | ▪ Vor ca. 60 000 – Jahren bis heute            |
| ▪ (Afrika, Europa, Zentral-Asien)                   | ▪ (Globalere Verbreitung)                      |
| ▪ ca 100 000  | ▪ größer 100 000                               |
| ▪ Kleine Gruppen, eingeschworene Klans (Klanggröße) | ▪ größere Siedlungsgemeinschaften              |
| ▪ Lebensbedingungen                                 | ▪ Lebensbedingungen                            |
| ▪ Zunehmende Eiszeit, Vulkanische Katastrophen      | ▪ Zunehmende Eiszeit, Vulkanische Katastrophen |

20

# Menschliche Ausstattung



- Neandertaler, (Denisova-Mensch)
  - kleinwüchsiger, muskulöser
  - Gehirn
    - Sprach- und Abstraktionsfähigkeit, größeres Seh-Areal
  - Rudimentäre Skizzen
  - Einfache Werkzeuge, gehauene Pfeilspitze, Nutzung von Harz als Klebstoff, Felle zur Bekleidung, Höhlenbehausung
  - Ernährung vor allem durch Jagd und Fischfang (bis 5000 cal/Tag)
  - Gefährliche Jagd durch Treiben, und Nahkampf
- Homo Sapiens
  - Skelett für Langstreckenlauf
  - Gehirn
    - größere Sprach- und Abstraktionsfähigkeit (Unterschiede Kehlkopf)
  - Kunst: Höhlenmalerei, Skulpturen
  - Höhere Werkzeugtechnologie (z.B. leichtere, spitzere Wurfspere, Knochenkarten (Mondverlauf und Tierzug Zusammenhänge)
  - Ernährung durch Jagen, Fischen und Sammeln (2500 cal/Tag)
  - Ungefährlichere Jagd durch Distanzwaffen

21

# Wettbewerbsvorteile Homo Sapiens Sapiens

Exkurs (1/3)



- größere kognitive Problemlösekapazität (komplexere Reflektions- u. Kompositionsfähigkeit)
- Flexibleres, kreatives Denken (Effektivere Organisation zwischen Prozessor und Speicher, Ausbildung des Kurzzeitgedächtnisses, besseres Sprachzentrum, bessere Blutversorgung, bessere Kurzzeitgedächtnis-Auge-Hand-Koordination)
- Geringere Gehirnmasse für Sehzentrum, mehr Gehirnmasse für Info-verarbeitung führt zu abstrakterem, symbolhaftem Denken, gedankliche Werkzeuge, Komplexität zu beherrschen
- Durch umfangreichere Laut- und Sprachfähigkeit ergibt sich besserer sozialer Austausch bei Problemlösung (z.B. vereinbarte und kommunizierte Strategie zu gemeinsamer Aktion)
- Anwendung führt zu effektiverer Werkzeugtechnologie, Jagderfolg, Sicherheit, Schutz vor Kälte, Speicherung und Weitergabe von Wissen
- Anwendung führt zum Zusammenleben in größeren Siedlungsgemeinschaften, durch religiöse und soziale Kulte (religiöser Führer – Schamane, reziproker Altruismus)
- Vermischung mit Neandertaler nutzt dessen Gen-Potenzial
- Erholung der Homo Sapiens-Population nach Vulkanismus durch globale Verbreitung

22

# Konsequenzen für Neandertaler



Exkurs (2/3)

- Gegenüber Klimawandel, gefährlichem Vulkanismus, kleiner werdenden Herden, z.B. von Mammut, Wollnashorn und Wettbewerbsdruck durch Homo Sapiens:
  - Verkleinerung der Jagdpotenziale
  - Revierstreitigkeiten und Kämpfe mit Homo Sapiens
  - Verlierer im Jagderfolg gegenüber Homo Sapiens
  - Hohes Risiko bezüglich Verletzungen im Nahkampf bei der Jagd
  - Verlust junger Frauen bei Überfällen durch Homo Sapiens
  - Verlust von Neandertaler-Populationen durch Vulkanismus über 3 Kontinente
  - Geringe Überlebensfähigkeit kleiner Klans, Geringere Geburtenrate
  - Aufgehen im Homo Sapiens, Rückzug und Aussterben über 15 000 Jahre auf Südspitze von Spanien, ca. 10 000 Jahre v.C.

23

# Zusammenfassung der Elemente des Problemlösungsverhaltens (Beispiel Jagd) (Homo Sapiens Sapiens)



Exkurs (3/3)

- Kommunikation (höhere Sprachentwicklung, größerer Wortschatz, Kategorisierung, differenziertere Grammatik)
- Kooperation (Bereitschaft zur Zusammenarbeit in größeren Gruppen, Gemeinsame Gewinnsicht, Vision – Motivationsebenen)
- Problemlösungsstrategien (Grobziele, -plan, Selbstorganisation vor Ort)
  - Imitationslernen, Modelllernen (variables Beuteschema), Lernen durch Versuch und Irrtum, Kreative, visuelle Vorplanung, komplexere Reflektion (sprachlich unter Benutzung visueller Hilfsmittel)
  - Kooperative Jagdstrategie (Drohgebärden, Ausdauer für Hetzjagd, Fallen, Hinterhalt)
  - Minimaler Kraftaufwand durch umfangreichere, bessere Werkzeuge, risikoärmere Jagd
  - Abbruch bei Ressourcen-Engpass (gegebenfalls Flucht)
- Koordinationsleistung durch differenziertere Signale, Zielorientierte Zusammenarbeit zu Kraft und Stärke, Arbeitsorganisation durch Arbeitsteilung und Spezialisierung

24

## Resümee: Homo Sapiens Sapiens HSS



Exkurs (1/4)

- Der Homo Sapiens Neandertalensis war vor 40 000 Jahren auf die Umweltverhältnisse sehr gut angepasst. Der Reichtum an jagdbaren Tieren stand mit der Population aus kleinen Klans (28 Personen), Gesamtpopulation ca 100 000 im Gleichgewicht. Die Umweltveränderungen Vulkanausbrüche, Eiszeiten, geringere Jagdpopulation und der Wettbewerb zum Homo Sapiens Sapiens verringern den Lebensraum. Trotzdem koexistieren beide Arten noch ca 30 000 Jahre nebeneinander.
- Der HSS ist durch die Reorganisation seines Gehirns besser ausgestattet. braucht aber Entwicklungs-Zeit, um es zu nutzen, seine Fähigkeiten auszubilden
- Die höhere Problemlösekapazität für flexible Anpassung durch kreative Entdeckungen, Erfindungen und Innovationen muß er aber erst noch unter Beweis stellen.
- **Sternstunden** erlebt der HSS, wenn er auf Probleme trifft und seine Neuronen durch intuitive Begabungen feuern. Hierbei unterstützt die Diversität der Begabungen (Genies) in einer größeren Population und das Zusammenwirken durch kooperative Problemlösung.

25

## Resümee: Homo Sapiens Sapiens HSS



Exkurs (2/4)

- Das **experimentierende Entdecken** und Erfahren des Körpers über die Sinne (Neugier), die Auswertung im Kurzzeitgedächtnis (Überprüfung durch Rückkopplung), die selektive Speicherung in Langzeitgedächtnis, die spielerische Traumzeit im Unterbewussten (unterbewusste Kreativität) und der Hand als wichtigstes Experimentier-Werkzeug des Gehirns führt zur besseren Ausschöpfung des eigenen und des Umgebungspotenzials.
- Die **Auge-Hand-Kurzzeitgedächtnis-Koordination** führt durch Interaktion mit Material zu gestaltender Bearbeitungsform und **bildender Kreativität**. Die sich damit entwickelnde Sprache ermöglicht und beschleunigt **kooperative Kreativität** (z.b. Tanz, Gesang, gemeinsamer Hütten-/Hausbau).

26

## Resümee: Homo Sapiens Sapiens HSS



Exkurs (3/4)

### Komplexitätsreduzierung und Erweiterung der Informationsverarbeitung

- Längeres Festhalten von Gedanken durch Kurzzeitgedächtnis, Kategorienbildung, Bildung von Zusammenhängen
- Umordnung von Elementen im Zusammenhang, Wechselspiel zwischen Analyse und Kreativer Anordnung
- **Auslagerung des Kurzzeitgedächtnisses** aufgrund Abbildung des Kurzzeitgedächtnisses, temporär durch Skizze mit Stock auf Boden,
- dauerhaft durch differenziertere Formen von Malerei, Wandskizzen, Skulpturen
  - Entwicklung von Symbolik (z.B. Hieroglyphen), farbliche Symbolik
  - Entstehung von visuellen Plänen
  - durch Natur-Beobachtung (Kreisläufe, Weitergabe über Generationen)

27

## Resümee: Homo Sapiens Sapiens HSS



Exkurs (4/4)

### Entwicklungsmuster für Innovation

- Entwicklung von Werkzeugen materieller und abstrakter Art,
- häufig dadurch, dass es der Lösungsmuster-Erkennung leicht zu fällt (Zufällige Entdeckung) oder durch Existenzdruck auf Begabung trifft und dann Explosion, Optimierung und Verbreitung auslöst

### Siedlungskult als Ausgang späterer Tempelgesellschaften/Hochkulturen

- Durch höhere Sicherheit und Kontaktrate in größeren Siedlungen existiert ein besserer Nährboden für technische Neuerungen, deren Vorteile und Verbreitung als Kult. Pflege des Kults führt zur Kultur (Werte, Normen, Gesetze, Helden, Geschichten und Mythen).
- Zugehörigkeit zur Kultur führt zu überhöhter Stärke. Es entsteht kulturelles Wachstum, dass durch Symbol-Bauten Macht und Stärke demonstriert.
- Es folgen 7000 Jahre technologische und kulturelle Entwicklung durch individuelle und kooperative Problemlösung
- Flächendeckende Weisheit muss jedoch erst noch bewiesen werden!

28

## 3 Entwicklungsgeschichte in Projekten

### 3.1 Projekte in Phasen der Frühgeschichte inklusive Antike

## Phasen der Frühgeschichte des modernen Menschen

Antike : Griechische / Römische Staaten ca. 800 v. Chr. - 600 n. Chr.
Eisenzeit : Eisenherstellung ca. 1000-700 v. Chr.
Bronzezeit : Bronzeherstellung ca. 3200-1000 v. Chr.
Kupferzeit : Kupferbergbau ca. 4000-3200 v. Chr.
Jungsteinzeit : Bäuerlich Sesshafte Kulturen ca. 5500-2200 v. Chr. Neolithische Revolution
Mittelsteinzeit : Periode des geschliffenen Steins ca. 9500-5500 v. Chr.
Altsteinzeit : Periode des geschlagenen Steins ca. 21500-9500 v. Chr.



## Jungsteinzeit (Neolithikum) Neolithische (R)evolution



- Übergang vom Leben mit der Natur (Sammeln und Jagen) zum Ackerbau und zur Viehzucht – Bauern, Nomaden
- Domestizierung von Schaf, Ziege und Rind (Ersatz für Gazellenjagd)
- Speicherung von Ressourcen (Getreidespeicher), Freiheitsgrade
- Ränge, Rollen, Geschlechterrollen, Arbeitsteilung, Handwerk
- Handwerk, Artefakte, Werkzeuge (Skizzen, Modelle), Kaufleute
- Priester, Stammeshäuptlinge, Fürsten, Volk, Familie
- Bildung von Tempelgesellschaften, Fruchtbarkeitskulte, Kultur
- Säen, Reifen, Ernten - Züchten, Jagen, Tauschen - Rauben, Kämpfen
- Geburt, Leben und Tod – Aufzeichnung von Abläufen, Kreisläufen, Kalender, Eingrenzung der Jahreszeiten

31

## Neolithische Revolution Ausgangspunkt für ingenieurhafte Komposition (Engineering)



- Entstehung und Verbreitung von Landwirtschaft und Viehzucht ist der wichtigste Umbruch in der Geschichte der Menschheit
- Anthropologisch: Veränderung im **Homo sapiens** zum **Homo faber** (lat. "der schaffende Mensch" als aktiver Veränderer seiner Umwelt)
- Ausprägung praktischer Kreativität und Intelligenz als Bauherr, Architekt, Baumeister, Bildhauer, Bauleiter, Ingenieur, Werkzeugmacher und Handwerker (Erfahrungen bzgl. Idee, Plan, Ausführung und Risiken bei der Fertigstellung von Kompositionen)
- Beginn der Wissenschaft durch Beobachtung von Natur und Kosmos, Aufzeichnungen, Auswertung, Schlussfolgerungen (Priester, Heiler, Schreiber, Schriftgelehrte), Beispiel: Astronomie/Astrologie: Komposition der Tierkreiszeichen (Babylon), Kalender

32

## Neolithische Revolution (Bau-)Vorhaben / Projekte



- Mit dem Wachstum von Dorf-, Stadt- und Staatentwicklung entstehen **Komplexe Herausforderungen** bezüglich der Befriedigung der Grundbedürfnisse der Bewohner nach Nahrung, Wohnung, Bekleidung, Sicherheit, sozialem Austausch, Unterhaltung. Güter und Warenaustausch  
Zusatzbedürfnisse: Kunst: Malerei, Skulptur, Musik (Unterhaltung), Schmuck
- Beispiele Komplexer Bauvorhaben:
  - Feld und Gartenanlagen, Feld- und Garten-Bewässerung, Wasserleitung in die Städte, Abwasserleitung aus den Städten, Viehställe, Weg-/ Straßenbefestigung, Tempelbauten, Getreidespeiche, Ankerplätze, Schiffbauten, Grabanlagen, öffentliche Gärten und Plätze, Arenen, Paläste, Verteidigungsanlagen (Wälle, Stadtmauern) usw.

33

## Neolithische Revolution Kreative Erfindungen / Anpassungen



- Seßhaftigkeit (zunächst bei idealen Bedingungen, dann durch notwendige Anpassung)
- Ackerbau, Pflanzenzucht, Holzpflug, Speicherung von Nahrungsmitteln, Jagd wird durch Viehzucht ersetzt ( Ziege, Schaf, Rind), Domestikation des Ochsen als Zugtier, Pferd für Krieger, Zugtier für Streitwagen
- Kapitalbildung, Eigentumbegriff, Tauschhandel
- Handwerkliche Spezialisierung und Werkzeuge (Hammer, Zirkel, Maß, Aufriß)
  - Keil-Schrift, Tontafel, 1. Bibliothek (z.B. ca 2600 v. C, Wissensmanagement)
  - Schliff von Steingeräten, Keramikherstellung, Töpferscheibe, Kacheln, Skulpturen
  - Rad, Rolle, Hebel, Winde, Seilzug, Flaschenzug, Kran,
  - Weltwunder Ninive – Hängende Gärten der Semiramis (Archimedische Pumpe)
- Mathematik, Zahlensystem (Maßeinheit für Bauten, Entfernung), Pythagoras Gesetz, Ausbildung Architekten, Baumeister, Ingenieure in Palast- u. Tempelschulen
- Soziale Innovation: religiöse Vorstellungen, Rituale, Rollen (Sklaverei), Rechtsprechung (Codex Hammurapi, ca 1750 v. C)

34

## Königreich Sumer, Babylon (Gottestor)



Zikkurat (Himmelshügel, Götterberg), gestufter Tempelturm



Zikkurat von Ur  
5000 v. C.

Mantel des Gebäudes  
aus Backsteinen,  
Kern aus luftgetrock-  
netem Lehmziegel  
mit Strohmattenlagen

Wenn ein Baumeister für einen Freien ein Haus gebaut hat, und er hat sein Werk nicht stark genug gemacht hat, so dass das Haus, das er gebaut hat, einstürzt und den Hauseigentümer tötet, soll der Baumeister getötet werden. Hammurapi §229, 1700 v. C

35

## Neolithikum: Projekt Stonehenge



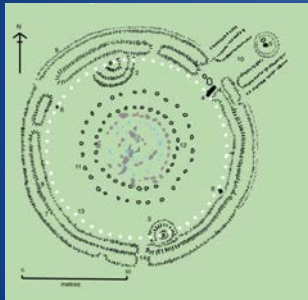
11000 – 3100 v.C

Tempelanlage,  
Observatorium für  
Sommersonnenwende,  
Tempel-Komplex,  
Bauphasen ca. 2000 J.,  
Sand- und Basaltstein,

Steinblöcke aus 240 km Entfernung auf Schlitten,  
schätzungsweise 250, bei Steigungen 1000 Mann zum ziehen  
eines Steinblockes notwendig

36

# Neolithikum: Projekt Stonehenge



Plan des heutigen Stonehenge

Arbeitsaufwand:

80 aufrecht stehende Basalt-Steine

(je 4 Tonnen) aus 240 km Entfernung

75 Sarsensteine (grau, 25-50 Tonnen aus 30

km Entfernung)

Altarstein (6 Tonnen)

Stonehenge 1: 11 000 Arbeitsstunden (AS)

Stonehenge 2: 360 000 AS

Stonehenge 3: 1,75 Mio AS

Bearbeitung der Steine: 20 Mio AS

Organisation des Bauvorhabens, Hauptbautätigkeit (2440– 2100 v. C.):  
Konzeption, Planung, Abbruch der Steine, Transport, Bearbeitung der Steine,  
jahrelange Überproduktion an Nahrungsmitteln, um Arbeiter zu versorgen,  
Saisonale Arbeitsphasen, saisonale Ressourcenorganisation, Nutzungsplan

37

# Antike: Ägypten

## Projekt Djoser-Pyramide



2650 Jahre v. C

Neunthöchste

Ägypt. Pyramide,

Pyramidenkomplex,

Erbauer Imhotep,

Pharao Djoser,

Ort: Saqqara

62,5 m hoch,

Baumaterial: Kalkstein

Volumen:

330400 m<sup>3</sup>

38

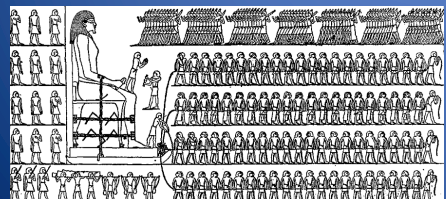
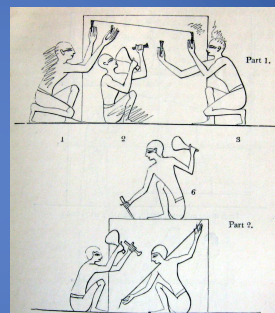
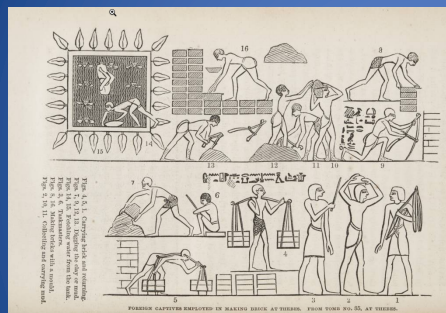
# Antike: Ägypten Projektorganisation



- Auftraggeber : Pharao Djoser
- Architekt, Ingenieur und Bauleiter: Imhotep (der im Frieden kommt)
- In Ägyptiaca: Erfinder der Kunst des Bauens mit behauenen Steinen
- Königliches Bauamt, Planung, Organisation, Rekrutierung, Versorgung
- Groß-Baustelle - 45 000 Arbeitskräfte
- Kolonnen zu je 2000 Mann, Tausendschaft in 2 Stämme á 200 Mann
- 5000 Steinmetz-, Bau- und Transportarbeiter an der Pyramide
- ca. 10 000 Steinbrucharbeiter, ca. 30 000 Service-Arbeiter zur Versorgung und Logistik, Versorgungs-Infrastruktur
- Bauzeit 20 Jahre

39

# Antike: Ägypten Bilddarstellung Bautechnik

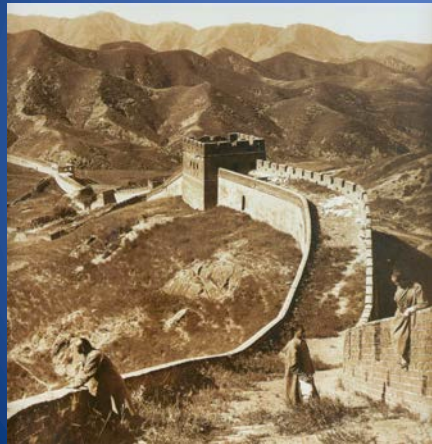


- Links oben: Ablauf der Lehmziegelherstellung
- Links unten: Transport von Steinskulptur
- Rechts oben: Steinbearbeitung mit Kupfermeißel

40

## Antike: Projekt

### Chinesische Mauer, 7. Jh. v.C



- Verschiedene Bau-Phasen
- z.B. 220-206 v. C
- Auftraggeber: Qin Shi Huang 1. Kaiser von China, Han-Dynastie
- Hauptbauten aus Ming Dynastie 1368 – 1644 n.C
- Länge: 21 198,18 km
- Einzelobjekte: 43 721  
Waffenlager, Signaltürme
- Baumaterial:  
Naturstein, gebrannter Kalk,  
Innen: Sand, Lehm, Schotter

41

## Antike: Griechenland

### Projekt Partenon, 480 v.C



- Bauzeit 9 Jahre
- Dekoration 6 Jahre
- Höhepunkt griechischer Architektur
- Architekten:
  - Iktinos
  - Kallikrates

Tempel der jungfräulichen Athena,  
Proportionen: Frontsäulen zu Flankensäulen =  $n : (2n+1)$

42

# Antike: Logik und Methodik



## Aristoteles (384 - 322 v. C)

- Platon Schüler, liefert erstes umfassendes Weltbild zur Selbstorientierung des Menschen (Komposition)
- Aristoteles unterscheidet drei Arten von Wissenschaften
  - Theoretische Wissenschaften (Mathematik, Astronomie, Theologie)
  - Praktische Wissenschaften (Ethik und Politik)
  - Herstellende Wissenschaften (z.B. Rhetorik, Theorie der Überzeugung)
- Aristoteles hat durchdacht, welche Grundlagen für eine beweisende Wissenschaft notwendig sind (Lehre vom Beweis)
- Um Wissen von Veränderungsprozessen zu besitzen, muss man die Ursachen kennen:

Bezeichnung	traditionelle Bezeichnung	Erläuterung	Beispiel: <i>Ursachen eines Hauses</i>
Materialursache	<i>causa materialis</i>	das, aus dem eine Sache entsteht und dabei in ihr enthalten ist	Holz und Ziegel
Formursache	<i>causa formalis</i>	die Struktur; das, was angibt, worin das Sein einer Sache besteht	Bauplan
Wirk- oder Bewegungsursache	<i>causa efficiens</i>	das, woher der erste Anlass von Bewegung und Ruhe oder einer Wirkung kommt	Architekt
Ziel- oder Zweckursache	<i>causa finalis</i>	das Ziel oder der Zweck, um dessentwillen etwas geschieht	Schutz vor Unwetter

- Der Architekt weiß warum, der Handwerker führt aus (wie)

43

# Antike: Ptolemäer - Ägypten



## Bibliothek von Alexandria (3.Jh. - 7 v. C)

- Größte Schul- und Forschungsbibliothek der Antike, Räumlichkeiten im Palastbezirk,
- Aufbau als Universalbibliothek, Machtdemonstration der Ptolemäer gegenüber Athen, Tochterbibliothek in Serapeion (Ägyptische Tempelbibliothek (42 800 Schriftrollen)
- Bestand ca 40 000 – 400 000 Schriftrollen, 1. bezeugter Bibliothekskatalog (120 Rollen), organisiert durch Demetrius von Phaleron, einem Schüler von Aristoteles, Abschriften und Übersetzungen in Griechisch, ägyptisch, hebräisch
  - Gelehrte (z.B.):
    - Heron von Alexandria (Ingenieur und Mathematiker, z.B. Werke: Automata, Pneumatica, Metrika, Dioptra, Belopoeika (Projekteile), Heronsball ist 1. Wärmekraftmaschine)
    - Ktesibios (Mechaniker, 285-222 v.C, Federkatapult, Feuerspritze, Wasseruhr)
    - Aristarchos von Samos (Astronom, 310-230 v. C, heliozentrisches Weltbild)
    - Archimedes (Mathematiker, 287-212 v. C, De methodo, Über schwimmende Körper, Kreis)
    - Euklid (Mathematiker, 300 v. C, Zahlentheorie (Primzahlen), Geometrie, Musiktheorie)
- Zerstörung durch Eroberungsbrände, Kämpfe gegen Heidentum, Islamisierung. Durch händische Vervielfältigung ist die Wahrscheinlichkeit groß, daß das Kern-Wissen durch Kopien gerettet werden konnte

44

## Technische und organisatorische Anforderungen römischer Baukunst



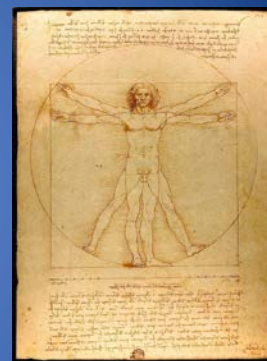
- Römer bauen auf Grundlagen hellenistischer Erkenntnisse auf und nutzen diese in einem präindustriellen Maßstab (Militär Bau-Pioniere)
- Vitruv - römischer Offizier, Baumeister beschreibt 22 v. C. Techniken und mathematische Grundlagen
  - Trennt wie Aristoteles in planenden (ratiocinatio) und ausführenden Teil (fabrica)
  - Fordert für den ausführenden Teil speziell ausgebildete Techniker
  - 150 n. C erste Bauordnung (z.B.: Mindeststärke von Mauern, zulässige Höhe von Wohngebäuden)
- Sextus Julius Frontinus beschreibt mathematisch fundierte Lagepläne von Wasserleitungen (De aquaeductu urbis Romae)

45

## Vitruv: Architekt, Ingenieur, Architekturtheoretiker



- 80-15 v. C „Ausbildung in Architektur und Ingenieurwesen“
- 10 Bücher über Architektur
  - Buch 1: Ausbildung des Architekten, Das Anlegen von Städten
  - Buch 2: Baumaterialien
  - Buch 3 und 4: Tempelbau
  - Buch 5: Öffentliche Gebäude
  - Buch 6: Privatgebäude
  - Buch 7: Innenausbau, Farbenkunde
  - Buch 8: Wasserversorgung
  - Buch 9: Astronomie und Uhrenbau
  - Buch 10: Maschinenbau (Baumaschinen, Wasserräder, Kriegsmaschinen)
- Prinzipien (3) und Grundbegriffe (6):
  - Firmitas, Utilitas, Venustas;
  - ordinatio (Maßordnung), dispositio (Grundriß, Schnitt, Perspektive) eurythmia, symmetria, décor, distributio (Baumaterialien, Ausgaben für den Bau)



46



## Frontinius: Senator, militär. Kommandant, Schriftsteller



- 30-105 n. C
- Kommandant des niedergermanischen Heeres
- Oberaufseher über Aquädukte (97 n. C)
- Werke:
  - De aquaeductu urbis Romae (Geschichte / Beschreibung röm. Wasserver- u. entsorgung)
  - De arte mensoria (Technik der Landvermessung)
  - Strategematon libri III (Sammlung militärischer Kriegslisten, Der Krieg als Unternehmung, Projekt)
    - 1. Buch: Maßnahmen vor dem Kampf
    - 2. Buch: Maßnahmen im und nach dem Kampf
      - Wie man den Zeitpunkt des Kampfes wählt
      - Wie man den Ort des Kampfes wählt
      - Wie man die Truppen aufstellen soll, usw.
    - 3. Buch: Maßnahmen zur Erstürmung und Verteidigung von Städten
    - 4. Buch: Feldherrntugenden

47

## Antike: Rom Projekt VIA Appia, 312 v.C



Auftraggeber:  
Konsul Appius Claudius Caecus

Wichtigste Handelsstraße nach  
Griechenland  
560 km, davon 62 km Gradlinig

Straßenkörper mehrschichtig

Meilensteine  
Römische Meile: 1478 m

48

## Antike: Rom



### Projekt Kolosseum, 82 n.C



49

## Antike: Rom - Kolosseum



### Projektmerkmale

- Auftraggeber : Kaiser Vespasian, (Söhne: Titus, Domitian)
- Finanzierung aus Beute des Goldschatzes des Tempels von Jerusalem
- Elipsenförmiger Bau, Breite 156 m, Länge 188 Meter, Höhe 48 m
- Amphitheater, Architektonische und logistische Meisterleistung
- Fassungsvermögen: 50 000 Zuschauer, 80 Eingänge, in 15 Minuten zu füllen, in 5 Minuten zu leeren, 4 geschossiger Aufbau
- Technologiefortschritt: Rundbögen, Gussmörtel (Beton), Massenproduktion von Ziegeln, Einsatz angeleirter Arbeiter, Bühnentechnik (Seeschlachten)
- 400 Jahre in Betrieb, Bauzeit 8 Jahre, nach 5 Jahren, vor Tod von Vespasian, erfolgt ihm zu Ehren die Eröffnung der Basis-Baustufe

50

## Antike: Rom



### Projekt Pantheon, 114-128 n.C



Allen Göttern Roms geweihtes Heiligtum,  
Auftraggeber Kaiser Trajan, durch Kaiser Hadrian fertiggestellt

- Architekt:
  - Apollodor von Damaskus
- Bauzeit: 14 Jahre
- Über 1700 Jahre größte Kuppel der Welt
- Neupythagoreische Philosophie:
  - Arithmetik
  - Geometrie
  - Musik
  - Astronomie harmonisch als Kosmos zu integrieren

51

## Antike: Rom



### Projekt Pont du Gard, 124-122 v.C



Teil einer fast 50 km langen Wasserleitung, durchschnittliches Gefälle 24cm/km,  
römische Quaderbauweise ohne Mörtel, Baumaterial: Kalkstein

- Bauzeit: 3 Jahre
- 1000 Mann
- Werkzeuge:
  - Meißel
  - Schlägel
  - Winkel
  - Wasserwaage
  - Schaufel
  - Baukräne mit Flaschenzügen
  - Baukräne durch Tretmühlen
- Gesamtlänge: 275m
- Höhe: 49m
- Breite: 6m

52

## Antike: Barbegal

### Projekt Mühlenanlage, 3.Jh n. C



Präindustrielle Revolution, 16 Mühlen kaskadenartig angeordnet. 30 %iges Gefälle, Pro Tag 4,5 t Mehl um 12 5000 Einwohner zu versorgen

53

## Antike: Byzanz (Istanbul)

### Projekt Hagia Sophia, 532-537 n.C



- Architekt:
- Anthemios von Tralleis
- Mathematiker:
- Isidor von Milet
- Über 100 Vorarbeiter
- 10 000 Arbeiter
- Bauzeit: 5 Jahre

- Unter Verzicht auf Opus Caementitium ist der Bau bis auf die Hauptpfiler in Ziegelbauweise ausgeführt.

Auftraggeber: Kaiser Justinian I., Typ Kuppelbasilika, Weltkulturerbe  
Aufgrund zu kurzer Bauzeit, Risse in Mauern, Probleme bei Abbindung des Mörtels,  
Lernprozesse beim Kuppelbau, Rekonstruktion durch Architekt Trdat (989 n. C)

54

## 3.2 Projekte im Mittelalter

## Geschichtliche Phasen von der Frühzeit zur Industrialisierung

Frühes Mittelalter	350 - 1050
Hochmittelalter	1050 - 1300
Spät Mittelalter	1300 - 1500
Frühe Neuzeit	1500 - 1800
Industrialisierung	1800 - 2000

# Geschichtliche Phasen

## Frühes Mittelalter 350 – 1050



Exkurs (1/2)

- Untergang des weströmischen Reiches 480 n. C
- Völkerwanderung 375-568 n. C
- Verlust von kompositionellem Wissen und Kultur
- Stabilisierung durch Karl den Großen (768 -814 n. C)
  - Kaiser des erneuerten römischen Reiches
  - Monumentale Architektur, Auftraggeber Äbte und Bischöfe
  - Aachen als repräsentative Pfalzanlage, reisende Hofgesellschaft
  - Regelung der Bewirtschaftung der Hofgüter (Capitulare de villis)
  - Karolingische Kunst inspiriert von antiken Vorlagen (Vorbild Hagia Sophia)
  - Karl will geistige Eneuerung, Sein Hof soll geistiges Zentrum sein, Gelehrte aus Europa
  - Lateinische Sprache, Reformprogramm mit 3 Grundprinzipien:
    - Errata corrigere (Fehler verbessern)
    - Superflua abscindere (das Überflüssige beseitigen)
    - Recta coartare (das Richtige bekräftigen)
  - Hofbibliothek mit antiken und christl. Schriften (Wissensmanagement)  
Programm mit ca 10 000 Manuskripten auf haltbarem Pergament
  - Bildungskanon 7 freie Künste:  
Grammatik, Rhetorik, Dialektik, Arithmetik, Geometrie, Musik, Astronomie

57

# Geschichtliche Phasen

## Hochmittelalter 1050 - 1300



Exkurs (2/2)

- Entstehung des Deutschen Reiches (Ottonen, Salier, Stauffer)
- Tiefgreifende Veränderungen:  
Bevölkerungswachstum, Siedlungsverdichtung, Verstädterung, erhöhte Mobilität  
breiterer Gruppen der Gesellschaft
- Neue Lebens-/Bewusstseinsformen (z.B. Handwerker als freie Leute)  
Zunehmende Komplexität der Bedürfnisse führt zu Sonderberufen, Zünften:  
Nahrungs-, Bekleidungs-, Bau-, Holz-, Metall-, Tonhandwerker
- Neue Arbeits- und Anbaumethoden: z.B. Dreifelderwirtschaft
- Gefahren des Reisens bringen Vereinigungen von Kaufleuten (Hanse im 12.J.)  
Neue Handelsrouten, Vernetzung von Märkten und Städten
- Erste Universitätsgründung in Bologna (1088), dann Paris
- In Malerei und Architektur Zeitalter der Romanik, ab Mitte des 12. J. Gotik
- Ritterstand wird zum Träger artifizierlicher höfischer Kultur  
Kreuzzüge (z.B. Aufbau Schiffswerft Arsenal in Venedig Schiffbautechnologie)

58

## Venedig Projekt Arsenal, 1104 – 1802 Schiffswerft, Zeughaus, Flottenbasis



- Beginn des Arsenalns unter Doge Ordelafo Falier
- größter Produktionsbetrieb Europas bis zur Industrialisierung  
32 ha, 1 Zehntel von Venedig
  - Schiffsbecken
  - Schreinereien
  - Kalfateranlagen
  - Seilhalle
  - Erz- und Gießhütten
  - Pulverlager
  - Waffendepot
- Bereits im 14. Jahrhundert werden Galeeren nach streng rationalisierten Abläufen gebaut, die Bestandteile von Galeeren waren genormt, wurden vorgefertigt und im Depot gelagert
- Die Arbeiter waren in Zünften (arti) organisiert, und arbeiteten in Gruppen unter Meistern als eine Art Subunternehmer

59

## Hochmittelalter Projekt Kölner Dom, 1248-1880 n.C



- Von 1880 bis 1884 das höchste Gebäude der Welt, 157,38 m
- Bauzeit: 632 Jahre
- Fläche: 7914 m<sup>2</sup>
- Fensterfläche : 10 000 m<sup>2</sup>
- Steinmasse: 300 000 t
- Unterhalt: 7 000 000 Mio €/J

60

# Geschichtliche Phasen

## Spät Mittelalter 1300 - 1500



Exkurs (1/1)

- Deutsches Reich ohne starkes Königtum, Kirche unter franz. Einfluß (1309 n. C)
- Tiefgreifende Veränderungen:  
Kaufleute weiten Handel aus, Handwerkerspezialisierungen, Steigende Zahl von Städten mit neuen Führungsschichten, Grundbesitz verliert als Gradmesser von Reichtum gegenüber Bargeld, Erlösen aus Handel und Gewerbe, Zinszahlungen ersetzen Frondienste und Naturleistungen
- Agrarkrisen, Viehseuchen, Missernten, Hungersnot von 1315-17 n. C
- Anstieg der Zahl Armer und Kranker, die nicht auf Familie zurückgreifen können, wachsende Nachfrage nach sozialen Einrichtungen (Armenspeisung, Hospitäler, Altersversorgung)
- Große Pestepidemie von 1347 -57 n.C., 25 Mio Menschen sterben, Ende der Wachstumsperiode
- Beginn der Renaissance, Wiederbelebung durch die kulturellen Leistungen der Antike  
Leonardo da Vinci (Maler, Bildhauer, Architekt, Anatom, Mechaniker, Ingenieur und Naturphilosoph, 1452-1519)
- Entwicklung neuer Kriegstechniken (Feuerwaffen, Gewehre, Kanonen), Kreuzzüge ins Heilige Land begründen Fernhandel, Venedig und Genua als Umschlagplätze, Geldhandel durch Entwicklung von Geldhäusern Medici, Fugger und Welser (Buchhaltungstechnik, Luca Pacioli)
- 1440 Erfindung des Buchdruckes durch Joh. Gutenberg (1400-1468) revolutioniert die Buchkunst  
1448/49 Weltkarte Andreas Walsperger, Meilenstein der historischen Kartografie
- Eroberung von Byzanz / Konstantinopel durch die Türken (1453)
- Entdeckung der Neuen Welt 1492 (Columbus)

61

# Spätmittelalter

## Projekt Kathedrale Duomo, Florenz

### 1417-1436 n.C



- Goldschmied
- Bildhauer
- Architekt
- Baumeister
- Kuppel als achteckiger Doppelschalbau
- Entdeckung der mathematisch konstruierbaren Perspektive

Filippo Brunelleschi 1377-1446

62



## Spätmittelalter Projekt Festungsbauten (Bastionen)



- Festung setzte sich aus verschiedenen Werken zusammen, z.B.:
  - Bastionen oder Wälle
  - Kasernen
  - Munitionslager
  - Zeughäuser
  - Ziviler Bereich
- 1452 Leon Battista Alberti Vorschlag für sägezahnartiges Muster
- Traktat: De Re Aedificatoria

63

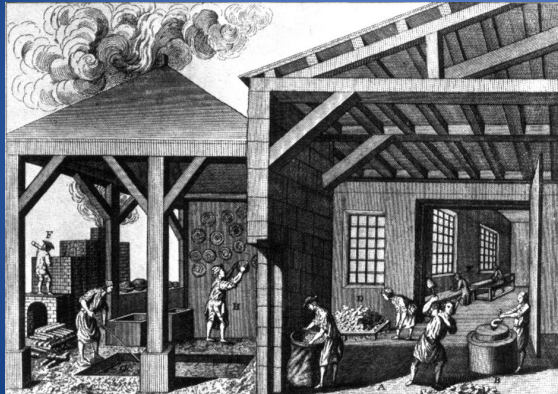
## 3.3 Projekte in der Renaissance bis Anfang des 20. Jahrhunderts



64

## Frühe Neuzeit

### Manufakturen und Verlage Projekt Sächsische Porzellan-Manufaktur



- Im Verlagsystem sind die Handwerker nicht mehr ökonomisch selbständig
- Um 1800 waren im Verlagsystem rund 900 000 Produzenten tätig
- Die Manufaktur war ein zentralisierter Großbetrieb
- Gründer: Staat, Kaufleute, Handwerker

Um 1800 arbeiteten im alten Reich etwa 1000 Manufakturen mit gut 100 000 Beschäftigten.

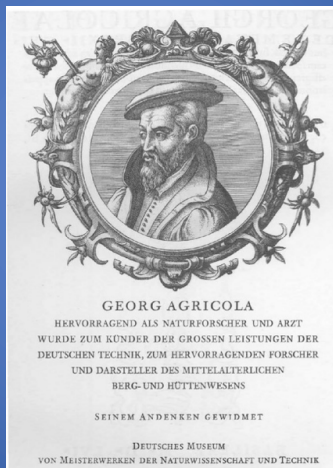
65

## Frühe Neuzeit

### Bergbau-Projekte



*Drei fägere Schächte. Der erste Schacht, der auch nicht zu dem Stollen gehöret ist A.  
Der zweite Schacht, der dem Stollen erreichet hat B.  
Der dritte Schacht, bei zu dem der Stollen auch nicht vorgerichtet hat C. Der Stollen D.*



- Georg Agricola
- 1494-1555
- Begründer der modernen Geologie und Bergbaukunde
- Bau von Schmelzöfen
- Herstellung von Soda, Salpeter, Schwefel, Alaun
- Transport d. Erze
- Administration

- De Re Metallica Libri; 12 Bücher vom Berg- und Hüttenwesen

66

## Frühe Neuzeit

Projekt Werkhaus, Wien 1666  
Übergang von der Alchemie zur modernen Chemie



- Johann Joachim Becher (Gelehrter, Ökonom, Alchemist, 1635-1682)
- Auftraggeber: Kaiser Leopold I., Habsburger Monarchie  
Kommerzkollegium zur Förderung des Handels  
Merkantile Ziele:
  - Förderung der Inlandsproduktion
  - Förderung des Binnenhandels
  - Außenhandelsüberschuß (Bilanz)
- Das Werkhaus war ein Technologie-Projekt verschiedener Produktions – und Lehrstätten (Beginn dualer Ausbildung):
  - Großes chemisches Laboratorium
  - Werkstatt zur Erzeugung von Majoli-Geschirr
  - Wollmanufaktur
  - Seidenmanufaktur
  - Brunnen zur Salpeterherstellung
  - Wasserkraft zur Energiegewinnung
  - Lehrwerkstätte für inländische Gewerbetreibende, Bekämpfung Arbeitslosigkeit

67

## Frühe Neuzeit

Handels- und Bergbauprojekte  
Frühkapitalistisch, Global Player



Exkurs (1/1)

- Geschäftsprojekte der Welser Handelsgesellschaften (Faktoreien, 1493-1614)
  - Bergbau
    - Kupfer-, Zinn- und Silbergeschäft
  - Waren- und Seehandel mit eigener Flotte (Zucker, Gold, Sklaven)
  - Gewürzhandel (Safran)
  - Textilhandel (Barchent – Gewebe aus Leinen und Baumwolle)
  - Reedereigeschäft
  - Geldverleih (z.B. Finanzier der Fugger, Karl der V.)
  - Handelsstützpunkte: Augsburg, Nürnberg, Lissabon, Sevilla, Lyon, Antwerpen, Köln, Venedig, Verona, Mailand, Genua, Aquila, Neapel
- Jakob Fugger (Der Superreiche, sein Vermögen wäre nach heutigen Maßstäben 400 Mrd \$, 2% des europäischen Bruttoinlandsproduktes seiner Zeit)
  - Visionär wie Steve Jobs, bestens vernetzt und detailversessen bediente er sich den neuesten Methoden (eigener Nachrichtendienst, doppelte Buchhaltung) um sein System hocheffizient auszubauen
  - Kaufmann, Montanunternehmer, Bankier
  - Rechte zum Abbau von Silber, Kupfer, Zinnober, Quecksilber
  - Geldverleih an Karl den V., Finanz-Projekte

68

## Frühe Neuzeit - Andere Kultur Projekt Taj Mahal, 1631-1648 n.C



- Mausoleum
- 58 X 56 m
- Auf 100 X 100 m Marmor-Plattform
- Höhe 73m
- Mogul-Architektur
- Architekt:  
Ismail Afandi
- Bauzeit: 17 Jahre
- 20 000 Arbeiter
- 1000 Elefanten
- Material aus ganz Asien

Auftraggeber: Großmogul Shah Jahan, aus Liebe und Erinnerung an persische Prinzessin Arjuman Bano Begun

69

## Geschichtliche Phasen Frühe Neuzeit 1500 - 1800



Exkurs (1/2)

- Aufgrund der Inquisition bringt Martin Luther am 31. Oktober 1517 seine 95 Thesen, Beginn der Reformation
- Kolonialisierung Amerikas durch Spanien, England Frankreich und die Niederlande führt zur Vergrößerung des Herrschaftsgebietes und wirtschaftlichen Reichtum. Kolonialisierungsprojekte
- Ablösung des Rechnens mit römischen Zahlen, arabische Zahlen im Alltag (Adam Ries)
- Der Buchdruck gewinnt wachsende Märkte in Politik, Theologie, Wissenschaften.
- Der Dreißigjährige Krieg (1618-48) führt zur wirtschaftlichen und politischen Katastrophe (Auseinandersetzung um konfessionelle Orientierung)
- Aufteilung der europäischen Landkarte in nationale, religiöse und kulturelle Identitäten, die im westfälischen Frieden 1648 fixiert werden
- Universitäten gewinnen an Bedeutung, Neue Orte für Karrieren um Positionen in Stadt, Staat oder Pfarreien zu erlangen, Lehrbetrieb weiter auf Latein
- Naturwissenschaften bleiben im 17. Jahrhundert eine Materie von elitären Gruppierungen, finanziert von einzelnen Fürsten. Gezieltere Forschung wird von Royal Society betrieben, massgebliche Impulse um Wissen mit praktischer Nutzung zu verbinden z.B. bei Kartographie und Navigation (wirtschaftliche Komposition)

70

## Einige Genies (Westeuropa) der Frühen Neuzeit 1500 - 1800



- Luca Pacioli (1445-1514)
- Christoph Columbus (1451-1506)
- Leonardo da Vinci (1452-1519)
- Niccolo di B. Macciavelli (1469-1527)
- Vasco da Gama (1469-1524)
- Albrecht Dürer (1471-1528)
- Nikolaus Kopernikus (1473-1543)
- Michelangelo Buonaroti (1475-1564)
- Martin Luther (1483-1546)
- Georgius Agricola (1494-1555)
- Galileo Galilei (1564-1641)
- William Shakespeiere (1564-1616)
- Johannes Kepler (1571-1630)
- Thomas Hobbes (1588-1679)
- Rene Descartes (1596-1650)
- Pierre de Fermat (1607-1665)
- Christiaan Huygens (1629-1695)
- Sebastian L. P. de Vauban (1633-1707)
- Johann J. Becher (1635-1682)
- Isaak Newton (1642-1726)
- Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716)
- Denis Papin (1647-1712)
- Matthäus D. Pöppelmann (1662-1736)
- Thomas Newcomen (1663-1729)
- Balthasar Neumann (1687-1753)
- Francois -Marie A. Voltaire (1694-1778)
- Leonhard Euler (1707-1783)
- Jean-Jaques Rousseau (1712-1778)
- Denis Diderot (1713-1784)
- Immanuel Kant (1724-1804)
- Antoine L. de Lavoisier (1743-1794)
- Johann W. von Goethe (1749-1832)
- Friedrich Schiller (1759-1805)
- Johann C. F. Gauß (1777-1855)

71

## Organisation des Bau-Projekt-Handwerks



- ✦ Auftraggeber :
  - ✦ Könige, Kirchenfürsten, Adel, Städte, Kaufleute
- ✦ Handwerk, Bauhütte, Bergwerk, Militär
- ✦ Baumeister mit Schülern, Steinmetzen, Freimaurern, Sprecher der Bauhütte (Parlier)
- ✦ Künste (Bruderschaften - Maler, Bildhauer)
- ✦ Gründe, Zielverständnis, z.B.: wirtschaftl. Nutzen, Machtdemonstration, religiös: Gott zu Ehren
- ✦ Groß-Projekte über Generationen (Zeitverständnis und Hoffnung auf Erfindungsgeist)

72

## Frühe Neuzeit: Veränderungen im Bau-Projekt-Handwerk



- Fundamente für Baukonstruktionen
  - Mathematik
  - Geometrisches Zeichnen
  - Optik
  - Perspektive
  - Zeichnungen der Grund- und Aufrisse und des Durchschnitts ganzer Gebäude
- Elemente für Baukonstruktionen in Leitfäden beschrieben, Basis für Struktur-Planung, Arbeitsplanung
- Ausbildungsnotwendigkeit (Lehrplan)

73

## Cameralistik 16.-18. Jh. (Vorläufer des Controlling)



- Fürstliche Schatztruhe (Kammer), Kämmerer (Verwalter, Buchführung)
- Einnahmenüberschussrechnung, periodengerechte Zuordnung
- Haushalts- und Rechnungssystem, Vorausplanung, Rücklagen
- Haushaltsplan (Finanzierungs- und Investitionsplan)
- Johann Heinrich Gottlob von Justi, ca. Publikationen
  - Vollst. Abhandlung von denen Manufakturen und Fabriken (1758)
  - Gedanken von Projecten und Projectemachern (1761)
- Projektdefinitionen:
  - Zedler, Johann Heinrich (1731-1754), Großes vollständiges Universallexikon aller Wissenschaften und Künste (68 Bände), Halle/Leipzig
  - Krünitz, Johann Georg (1773-1858), Oekonomische Enzyklopädie oder allgemeines System der Land, Haus- u. Staatswirtschaft, 242 Bände, Berlin

74

## Projektemacher



- Den Kämmerern geht es um die Aufsuche neuer Geldquellen, um die Einführung neuer Technologien, Perfektionierung der Staatsökonomie
- Mit der technischen Entwicklung taucht eine Figur auf, die Vorschläge an den Fürsten, den Hof die Regierung und Verwaltung heranträgt, z.B. um dafür eine Prämie zu erhalten, oder eine Idee umsetzen zu können
- Es entsteht die Figur des Projektemachers.  
Ambitionierter Pläneschmied - Entwerfen meist unausführbarer Pläne, die mit hohem Risiko zum Scheitern führen können
  - Besetzt Schwebestadium, operiert zwischen Wunsch und Wirklichkeit
  - Paradoxe Aufgabe, das Udenkbare zu behaupten, um das Aussichtslose realisierbar zu machen

75

## Projektsichtweise für Innovation in der frühen Neuzeit (Berater, Experten, Machbarkeit)



- Neue technische Projekte mit kommerziellen Ansprüchen sind jetzt "kitzelige", bedenkliche, gefährliche Unternehmungen. Sie erfordern ausnehmend viel Behutsamkeit. Der Entwurf ist schwer auszuführen; er ist tausend Schwierigkeiten und Anstößen unterworfen, der Zweck kann gar leicht dabei verfehlt werden (vgl.: Brakensiek 2015, S. 43)
- Mit der Notwendigkeit der Einschätzung und Bewertung der Machbarkeit entsteht der Wunsch nach Experten, nach verfügbarem Wissen, nach Scharfsinn und Erfahrungen um richtige Urteile über den Credit und seine möglichste Ausdehnung zu erlangen

Brakensiek, Stefan, Claridge Claudia: Fiasko – Scheitern in der frühen Neuzeit, Bielefeld 2015

76

## Gründung von Ingenieur-Akademien zum Ende der Frühen Neuzeit



- Sachsen Ingenieur-Akademie 1742
- Preußen Ingenieur-Akademie zu Potsdam 1788
- Frankreich Ingenieur-Akademie zu Mezieres 1750
- Frankreich École centrale des travaux publics Paris, 1794  
Umbenennung in École polytechnique, 1795  
Unter Napoleon: Ausbildungsstätte für technische Heeresoffiziere, Artillerie- und Pionierwesen, 1805
- Baden Polytechnikum Karlsruhe, 1825, Technische Hochschule 1865
- Wien K.K polytechnisches Institut 1815
- Hessen Darmstadt :
  - Bauschule für Handwerker Weiterbildung 1812
  - Höhere Gewerbschule und Realschule 1836
  - Polytechnische Schule 1869, nach Vorbild von Baden und Paris
  - Großherzogliche Technische Hochschule 1877

77

## Geschichtliche Phasen Industrialisierung 1800 - 2000



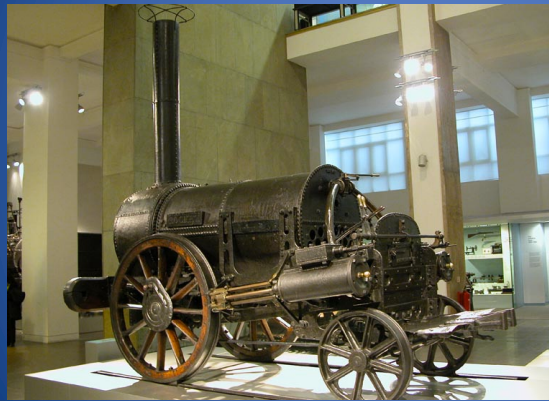
Exkurs (1/1)

- Industrielle Revolution:  
Übergang von agrarischen zu industriellen Produktionsweisen in denen sich die maschinelle Erzeugung von Gütern und Dienstleistungen durchsetzt
- Voraussetzungen in England:
  - 1688 durch "Glorious Revolution" wurde Jacob II gestürzt und das Parlament zum Träger der Staatssouveränität erklärt. (Bill of Rights)
  - Zunftzwang gab es im Gegensatz zu Deutschland nicht mehr
  - Infrastruktur: Bedeutung von Wasserwegen und Eisenbahnen früh erkannt
  - Ausreichende Rohstoffvorkommen
  - Ausreichendes Angebot an Arbeitskräften
  - Absatzmärkte durch wachsende Nachfrage nach Textilien
- Dies begünstigte die freie Ausbreitung des Handels, der Kapitalbindung, die technische Erneuerung
- Die "Spinning Jenny" ist 1764 die erste industrielle Spinnmaschine. Mit bis zu 100 gleichzeitig arbeitenden Spindeln ersetzt sie 8 Spinner und einen Weber und steigert so die Produktivität und Gewinnspanne jeden Betriebes.
- Die Massenproduktion ermöglicht die Produktion riesiger Kontingente an Waren
- In Deutschland begann die Industrielle Revolution nicht in der Textilindustrie sondern mit der Steigerung des Eisenbahnbaus sowie den damit verbundenen Leitbranchen: Bergbau (Steinkohle), Metallerzeugung und Maschinenbau.

78



## Industrialisierung Projekt: The Rocket, Stephenson 1825 n.C

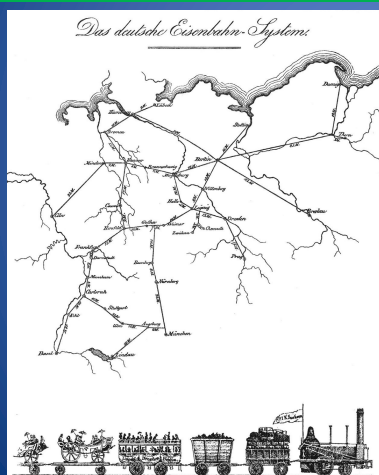


- Hersteller: Robert Stephenson & Co, Newcastle
- Traktionsleistung: 21 PS
- Länge: 3,85 m
- Spurweite: 1435 mm
- Gewicht: 4,2 t
- Zylinderzahl: 2
- Laufraddurchmesser 830 mm
- Kesseldruck: 3,5 bar
- Strahlungsheizfläche: 12,8 m<sup>2</sup>

Stockton – Darlington Railway Projekt

79

## Industrialisierung: Projekte Bau des Eisenbahnnetzes 1835 n.C



Entwurf für Deutschland, Friedrich List

- Nürnberg-Fürth (1835)
- Leipzig- Althen (1837)
- Leipzig-Dresden (1839)  
1. Fernbahn
- München-Augsburg (1840)
- Berlin-Hamburg (1846)
- Leipzig-Hof (1851)
- 25% Dampflokomotiven
- 75% Pferde als Zugtiere (Pferdebahn)
- Eisenbahnbau ist einer der Leitsektoren der Industrialisierung
- Von 1840 -1850 von 549 km auf 6557,5 km

80

## Einige Genies (Westeuropa) der frühen Industrialisierung

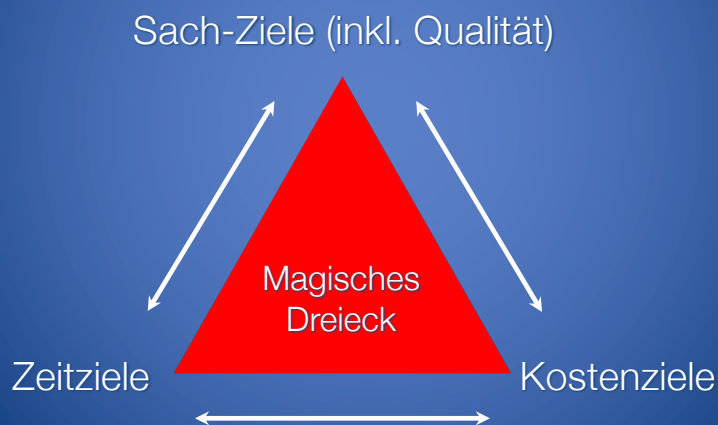


- James Hargreaves (1721-1778)
- Adam Smith (1723-1790)
- Richard Arkwright (1732-1792)
- James Watt (1736-1819)
- George Stephenson (1781-1848)
- Karl Friedrich Schinkel (1781-1841)
- Joseph von Fraunhofer (1787-1826)
- Georg S. Ohm (1789-1854)
- Charles Babbage (1791-1871)
- Michael Faraday (1791-1867)
- Nicolas Carnot (1796-1832)
- Justus von Liebig (1803-1873)
- Johann August Sutter (1803-1880)
- August Borsig (1804-1854)
- Ferdinand de Lesseps (1805-1894)
- Ferdinand Redtenbacher (1809-1863)
- Ernst Mach (1838-1916)
- Charles Darwin 1809-1882
- Alfred Krupp (1812-1887)
- George Boole (1815-1864)
- Otto von Bismarck (1815-1898)
- Carl Zeiss (1816-1888)
- Wernher von Siemens (1816-1892)
- Karl Marx (1818-1883)
- Friedrich W. Raiffeisen (1818-1888)
- Friedrich Engels (1820-1895)
- Friedrich Engelhorn (1821-1902)
- Levi Strauss (1829-1902)
- A. Gustave Eiffel (1832-1923)
- Alfred Nobel (1833-1896)
- Gottlieb Daimler (1834-1900)
- Ferdinand Graf Zeppelin (1838-1917)
- Thomas Alva Edison (1847-1931)
- Otto Lilienthal (1848-1896)

81

## Koordinationsrahmen 1

(F. Redtenbacher, TH Karlsruhe, 1861,  
Begründer des wissenschaftlichen Maschinenbaus)



82

## Professionelle Ansprüche an Komposition:



- Problembeschreibung
- „Smarte“ Ziele (Zielerreichungsgrad)
  - S- Spezifisch, M- Meßbar, A- Attraktiv
  - R- Realistisch, - Terminiert
- Anforderungskklärung (Lastenheft / Pflichtenheft)
- Komposition (Gestalt): Problemlösung
- Funktionale Strukturanalyse der Liefertätigkeiten
- Komposition (Weg): Prozeßlösung (Projektplan)
- Feasibility und Erprobung

83

## Projektplan als Balkendiagramm (Ganttchart)

Neben Aufrißzeichnungen treten Ablaufkartierungen



Beispiel:  
Ablaufplan  
einer  
Fließfertigung  
Eines industr.  
Bauprozesses  
Dessau 1929,

Aus:  
Buchheim Gisela,  
Geschichte der  
Technikwissenschaften,  
Leipzig 1990, S.343

Projektpläne als visuelle Balkendiagramme wurden seit Mitte des 19. Jahrhunderts benutzt. Durch Gantt (1917) wurden sie populär.

84

# Pläne als Werkzeuge der Projektarbeit



- Auftragsvereinbarung mit nachprüfbaren Zielen)
- Konkrete Pläne zur Steuerung, Beispiel Maschinenbau:
  - Gestaltungsplan
  - Formungsplan
  - Aufgabenanalyseplan
  - Meilensteinplan (Ablaufplan)
  - Erprobungsplan
  - Personal- / Kapazitätsplan
  - Produktionsplan, inklusive Zulieferpläne
  - Auslieferungsplan
  - Wartungsplan

85

# Einige Genies zwischen 19. und des frühen 20. Jahrhundert



Exkurs (1/1)

- Leopold Hoesch (1820-1899)
- Marcus Goldmann (1821-1904)
- Adelbert Delbrück (1822-1890)
- Gregor Mendel (1822-1884)
- Louis Pasteur (1822-1895)
- Karl Pfizer (1824-1906)
- Ernst Schering (1824-1889)
- Gustav Robert Kirchhoff (1824-1887)
- Friedrich Bayer (1825-1880)
- Friedrich Grillo (1825-1888)
- Ferdinand Lassalle (1825-1864)
- Carl Benz (1844-1929)
- Wilhelm Conrad Röntgen (1845- 1923)
- Friedrich K. Henkel (1848-1930)
- Ferdinand Braun (1850-1918)
- Paul Ehrlich (1854-1915)
- Oskar von Miller 1855-1934)
- Rudolph Karstadt (1856-1944)
- Sigmund Freud (1856-1939)
- Max Planck (1858-1947)
- Rudolf Diesel (1858-1913)
- Herman Hollerith (1860-1929)
- Paul Nipkow (1860-1940)
- Albert Boehringer (1861-1939)
- Robert Bosch (1861-1942)
- August Oetker (1862-1918)
- Henry Ford (1863-1947)
- Marie Curie (1867-1934)
- Fritz Haber (1868-1934)
- Carl Miele (1869-1938)
- Hugo Stinnes (1870-1924)
- Guglielmo Marconi (1874-1934)
- Carl Bosch (1874-1940)
- Albert Einstein (1879 -1955)

86

## Ende des 19. Jahrhunderts, Anfang des 20. Jahrhunderts Projekt Automobil



Carl Benz 1844-1929

- USA Highway System 1910
- Lincoln Highway Ost-West 1916
- Autobahn Köln-Düsseldorf 1925

- Carl Benz, Gottlieb Daimler (1886)
- Automobilfabriken (1891)
- Dieselmotor Mobil (1897)
- Ford Modell T (1908)
- General Motors (1908)
  
- Von Werkstatt- zur Fließproduktion durch Oldsmobile und Rambler 1902
- Ford Fließbandfertigung 1913
- Deutschland Fließbandfertigung mit Opel Laubfrosch

87

## 20. Jh.: Projekt Scheinwerferkonstruktion



Scheinwerferkonstruktion am Reißbrett 1926  
Bildnachweis: Internet, Robert Bosch GmbH, Stuttgart

- Detailkonstruktion im Technischen Büro
- Projektion der technischen Vorstellung aufs Zeichenbrett
- Als Werkstattzeichnung als Ausführungsanweisung

88

## 20. Jahrhundert (Großbaustelle) Projekt Hoover Dam , 1931 -1935 n.C



- Auftraggeber: US Regierung
- Architekt: Six Companies Inc.,  
Gordon Kaufman (Außenbereich)
- Stau des Colorado River
- Seegröße: 69 000 ha; Länge: 170 km
- Maximale Tiefe: 180 m
- Speichereinhalt: 35 Mrd. Kubikmeter
- Bauzeit: 4 Jahre
- Material:
  - 2,6 Mio m<sup>3</sup> Beton; 43 500 t Stahl
- Elektr. Leistung: 2080 MW
- 13 Turbinen, 4 Mrd KWh Strom / Jahr
- Kosten: 165 Mio \$
- 16 000 Personen

89

## Kooperative Kreativität Methode Brainstorming 1939



- ❖ Alex F. Osborn (Erfinder, Anwendung in Werbung, BBDO)
- ❖ Charles Hutchison Clark (Verbreiter)
  - ❖ Kreativgruppe von 5-9 Personen
  - ❖ Regeln
    - ❖ Eine Bewertung ist während der Ideenfindung zu unterlassen
    - ❖ Teilnehmer äußern ihre Gedanken frei und ungehemmt, auch sinnlose Beiträge sind willkommen
    - ❖ Ideen Anderer sind aufzugreifen und weiterzuentwickeln
    - ❖ So viele Ideen wie möglich
- ❖ Beginn der Entwicklung von Kreativ-Techniken

90

## 3.4 Projekte vom 2. Weltkrieg bis Heute

## Beginn des modernen Projekt-Managements

- Aufrüstungsprojekte, Kriegswirtschaft
- Eroberungs- und Verteidigungsprojekte (z.B. Atlantikwall)
- Entwicklung und Bau der Atombombe
- Entwicklung und Bau von Flugzeugen, Raketen, Lenk Waffen
- Entwicklung und Bau von Schlachtschiffen, Flugzeugträgern, U-Booten
- Bau von unterirdischen Produktionsstätten
- Industrielle Organisationsformen des PM (Primär- und Sekundärkultur)
- Organisation der Massenproduktion von Rüstungsgütern

## Weltkrieg II (Projekt-Programm) U-Boot Type XXI, (1943-1944) U 2540 Wilhelm Bauer, Bremerhafen



- Bauzeit 9 Monate
- Konstruktionszeit: 3 Monate
- Arbeitszeitaufwand : 266 000 Stunden/Boot
- 4,6 Mio Reichsmark
- Länge: 76,7 m
- Breite: 6,6 m
- Höhe: 7,7m + 3,6 m
- Gebrauchs-Tauchtiefe: 133m
- Gefechtstauchtiefe: 220 m
- Besatzung 58 Personen
- Geschwindigkeit: 18,08 Kn
- Reichweite: 15100 sm

- Auftraggeber: Oberkommando der Marine
- Konstruktionsbüro: Ingenieurbüro Glückauf
- Bau im Takt- und Sektionsverfahren
- Endmontage aus 9 Einzelsektionen, Simultaneous Engineering, Rapid Prototyping

93

## Weltkrieg II Projektprogramm Rakete A4, (1939-1945) v. Braun / Dornberger



- Höhe: 14 m
- Gewicht: 13,5 t
- Einzelteile: 20 000
- Flughöhe: 174,6 km bei Senkrechtstart
- Spitzengeschwindigkeit 4824 km/h in 84,5 km Flughöhe
- Reichweite bis 300 km
- Sprengsatz: z.B. 738 kg Amatol-Mischung
- Flugsteuerung durch Analogrechner und Trägheitsnavigation (2 Gyroskope), 4 Servomotoren zur Rudersteuerung

94



# Weltkrieg II

## Messerschmitt Me 262, (1941-1942)

### 1. Jagdflugzeug mit Strahltriebwerk



- Höhe: 3,84 m
- Länge: 10,60 m
- Spannweite: 12,65 m
- Flügelfläche: 21,70 m
- Landegeschwindigkeit: 175 km/h
- Höchstgeschwindigkeit: 870 km in 6000 m Höhe
- Rollstrecke: 1300 m
- Gesamtflugzeit 50-90 Min.
- Reichweite: 1050 km
- Dienstgipföhe: 11 450 m

- Konstrukteur: Willi Messerschmitt
- Auftraggeber: Reichsluftfahrtministerium
- Strahltriebwerke z.B. von Junkers und BMW
- Entwicklungszeit bis Prototyp: 12 Monate

# Weltkrieg II

## Werkzeuge Projektablauf, z.B. RACI-Chart



**Vorläufiger Geräteentstehungsplan (vom 1.3.1937 - LC II)**

Aufgabenstellung	Ia		Ib		II		III		IV		V	VI
	Entscheidung	Mitbestimmung	Entscheidung	Mitbestimmung	Entscheidung	Mitbestimmung	Entscheidung	Mitbestimmung	Entscheidung	Mitbestimmung		
Entwurf der Konstruktion												
Entwurf der Fertigung												
Entwurf der Montage												
Entwurf der Wartung												
Entwurf der Reparatur												
Entwurf der Instandhaltung												
Entwurf der Schulung												
Entwurf der Dokumentation												
Entwurf der Beschaffung												
Entwurf der Lagerhaltung												
Entwurf der Entsorgung												

RACI-Chart der Erprobungsstelle für Luftfahrzeuge in Rechlin

- Elemente im "Geräteentstehungsplan":
- Entstehungsphasen
  - Vorgänge
  - Stellen
  - Darstellung der Verantwortlichkeit differenziert nach:
    - Federführung
    - Mitarbeit
    - Mitprüfung
    - Kenntnisnahme

## Weltkrieg II (Projekte) Zuse Z1-Z3 Programmierbarer Rechner (1941)



- Entwickler:  
Konrad E. Zuse,  
(1910-1995)
- Zuse entwickelte bei den  
Henschel  
Flugzeugwerken  
Spezialrechner zur  
Flügelvermessung von  
ferngesteuerten  
Gleitbomben
- Ab 1941 Zuse  
Ingenieurbüro und  
Apparatebau

Dargestellt Z1, die Z3 gilt als erster funktionstüchtiger, vollautomatischer, programmgesteuerter und frei programmierbarer Rechner der Welt

97

## Weltkrieg II (Projekt-Programm) Manhattan-Projekt Bau der Atombombe (1942-1945)



- Codename: Little Boy
- Projektleiter:
- Militärisch:  
- Leslie R. Groves
- Wissenschaftlich:  
- Robert Oppenheimer
- Bauzeit: 3 Jahre
- 150 000 Personen,  
davan
- 14 000 Wissenschaftler
- Projektsumme: 2,5 Mrd \$
- Großforschungsanlage  
Los Alamos Nat. Lab.
- Team: interdisziplinär
  - Physiker,
  - Chemiker
  - Ingenieure

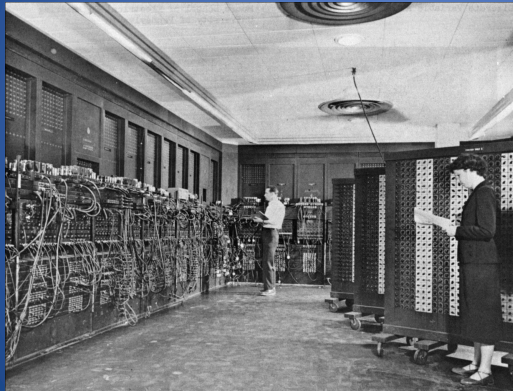
Das Programm umfasste 37 geheime Einrichtungen in 19 US-Bundesstaaten z.T. in Zusammenarbeit mit Einrichtungen in England

98

## Weltkrieg II Projekt ENIAC (1942-1946)



### 1. Elektronischer Universalrechner (Electronic Numerical Integrator and Computer)



Der ENIAC konnte: Addieren, Subtrahieren,  
Multiplizieren, Dividieren, Quadratwurzel ziehen.  
Einsatz bei der Berechnung ballistischer Tabellen

- Auftraggeber: US-Army
- Projektleiter:
  - UNI of Pennsylvania
  - J.P. Eckert
  - John W. Mauchly
- Gewicht: 27 t
- Bauzeit: 4 Jahre
- Projektsomme: 468 000 \$
- 17468 Elektronenröhren
- 7200 Dioden
- 1500 Relais
- 70000 Widerstände
- 10000 Kondensatoren

99

## Beginn wissenschaftlicher Beiträge zur Projektarbeit vor 1945



- NN – Deutschland – Bauführung 1873
- Herzog – Industrielle Verwaltungstechnik (Kritischer Weg im Projekt), Stuttgart 1912
- Taylor- Wissenschaftliche Betriebsführung – Strukturanalyse
- Gantt – Balkendiagramm von Tätigkeiten (Ganttchart 1917)
- In Deutschland RKW als Förderer der Rationalisierung (1927)
- Nordsiek – Organisation (Visuelle Strukturen, Ablaufdarstellungen, 1934)
- BWL noch stark kaufmännisch orientiert

100

# Projektmanagement als Managementmethode



- Aus den Erfahrungen Militärische Projekte mit hohem Innovationsgrad nicht allein, sondern nur in Zusammenarbeit mit industriellen Lieferanten erfolgreich steuern zu können, wurde *nach 1945 in den USA* die Konzepte der Zusammenarbeit aus dem Krieg als Managementkonzepte beschrieben, standardisiert und vermarktet.
- Seit dieser Zeit existiert das Wort **Projektmanagement** und wurde in Deutschland aufgrund der gleichen Erfahrungen zur Führung und Organisation der Projektarbeit übernommen.

101

# Beginn wissenschaftlicher Beiträge zum Projektmanagement nach 1945 - 1950



- Kesselring (Siemens Deutschland) - Technische Komposition
- USA:
  - Rand Corporation - Systems Engineering Ansatz
  - Managementkonzepte (Akzentuierung) z.B.:
    - MBO (Drucker) (Zielorientierung)
    - Operations Research (Planungsrechnung)
    - Scenario / Delphi (Kahn u.a.), (Projektplan-Alternativen)
    - Group Dynamics (Lewin, u.a.), (Gruppen-Verhalten)
  - Militärische Leitfäden (empfohlene Werkzeug-Standards, DOD)

102

# Steuerung von Komplexität

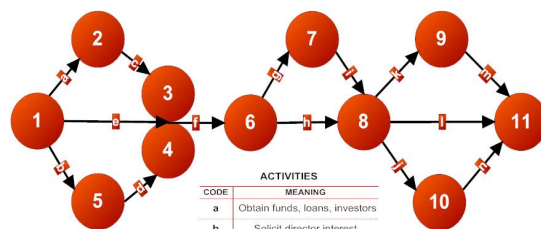
z.B. durch Vorgangsplan-Methodik



- Entwicklung der Netzplantechnik, z.B.:
  - PERT (Project Evaluation and Review Technique  
US-Navy Polaris Project 1958)
  - Hamburger Methode (Blohm & Voss, Schiffbau)
  - CPM (Critical Path Method, Du Pont Corporation 1957)
  - MPM (Metro Potential Method,  
Unternehmensgruppe Metra, Bau des Kreuzfahrtschiff France 1958)
  - Meilenstein-Trendanalyse
  - Computerunterstützung (IBM)
    - Zur Berechnung des kritischen Pfads und Simulation
    - Zur graphischen Darstellung und Druck von Plänen

103

# Beispiel: Netzplan nach PERT Filmproduction-Project

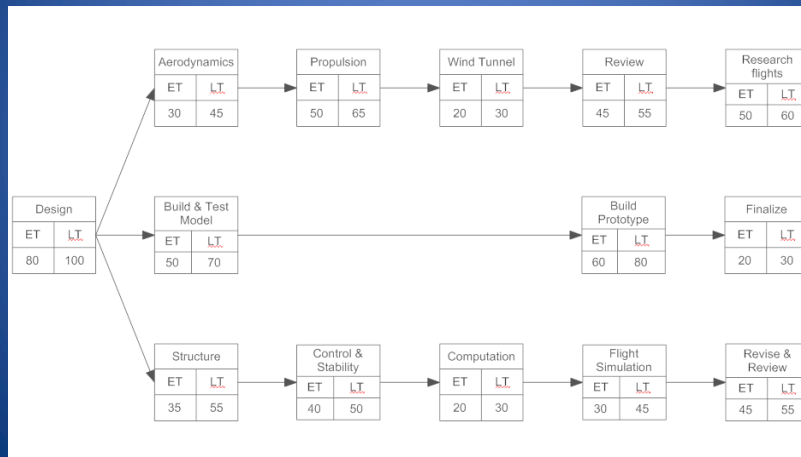


CODE	MEANING
1	Obtain script
2	Budget acquired
3	Talent hired
4	Production staff hired
5	Director signed contract
6	Locations picked
7	All sets final
8	Filming completed
9	Film edited
10	Soundtrack complete
11	Film released

CODE	MEANING
a	Obtain funds, loans, investors
b	Solicit director interest
c	Draw up staff contracts, agree on salaries
d	Pick and hire production staff
e	Advertise, contact agents
f	Scout locations
g	Build sets
h, i	Film scenes
j	Pick a conductor, choose songs
k	Edit film
l	Write press releases, buy ads, create preview
m	Prescreen with audiences
n	Create soundtrack CD

104

# Beispiel: Netzplan nach PERT Airplane Design Process



105

# Projektplan als (Ganttchart) unterstützt durch Mikro-Computerprogramme



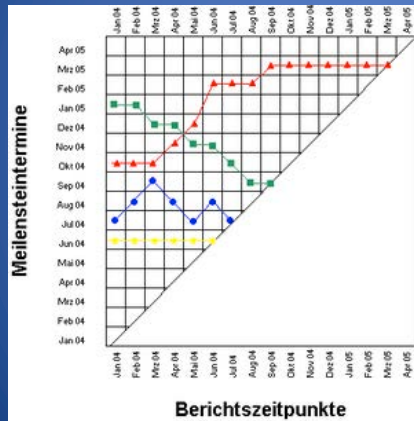
## Strategischer Plan zur Entwicklung von neuem Geschäft



Start der Mikrocomputerprogramme, Beispiele:  
 VISI-Schedule, Apple II, 1983; Harvard Project Manager, PC, 1983;  
 LisaProject, Apple 1984, MacProject, Apple 1984)

106

# Meilenstein-Trendanalyse



- Grün: Planung mit zu hohen Sicherheitspuffern
- Rot: zu optimistische Terminplanung
- Blau: Große Unsicherheit bei Terminaussagen
- Gelb: Idealverlauf durch fortlaufende Bestätigung der Meilensteintermine

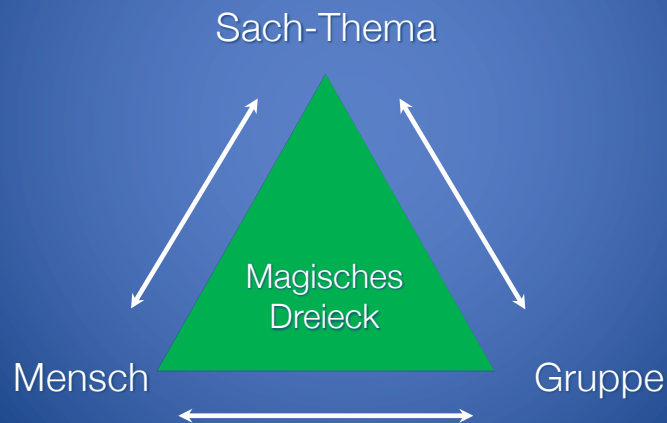
Beispiele für Trendmuster

# Geklärtes Projektverständnis Projekt als zu steuernder Lernprozess



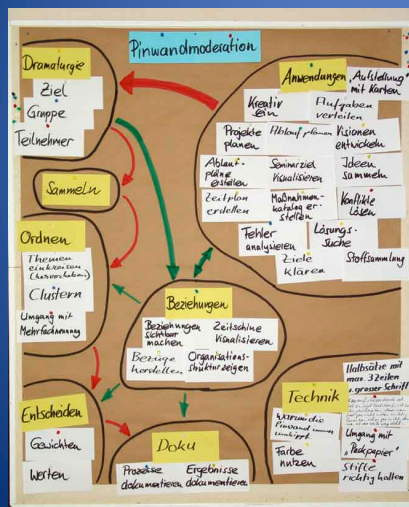
Steuerung ist nur über das Erkennen von Abweichungen möglich!

## Koordinationsrahmen 2 "Mensch im Mittelpunkt"



109

## Entwicklung der Moderationsmethode 1978



- Wolfgang Schnelle
- Eberhard Schnelle
- Klebert, Schrader, Straub
- Joseph W. Seifert
- Herbert Weinreich (ZFU)
- Die Rolle des Moderators fördert den kooperativen kreativen Lernprozess durch integrierte Prozeß-Steuerung in Arbeitsgruppen und Projektteams
- Durch diese Rolle kann die Ausschöpfung des Potenzials einer Arbeitsgruppe/Projektteam effektiver, effizienter und mit höherer Akzeptanz erreicht werden

110



## Standards / Institutionen / Beratung



- ✦ DIN-Norm / ISO Norm (DIN 69901)
  - ✦ Vereinheitlichung von Sprache, Methoden, Vorgehensweisen, Normen
- ✦ Zertifizierung
  - ✦ (Effektivität, Sicherheit, Fehlerfreiheit in komplexer Prozesskette)
- ✦ Verbände: GPM, IPMA 1965, PMI 1969, PRINCE 1989
- ✦ Aus- und Weiterbildung:
  - ✦ Projektarbeiten von Schule bis zur Universität
  - ✦ Beratung, Training, Coaching z.B. firmenintern

111

## Projektmanagement Entwicklungen 1958 - heute



- Netzplanorientierung, Gantt-Charts, kritischer Weg
- Systems Engineering (System-Technik, Vernetztes Denken, Lebenszyklusmodelle)
- Managementorientierung, weitere Aspekte: Cost / Benefit Analysis, Beschleunigung (z.B. Wertanalyse, Rapid Prototyping, Simultaneous Engineering, EVM-Leadership, Critical Chain Methode, Kreative Ideenfindung, Bewertungstechnik (Risiko), Controlling)
- Mikrocomputer-Unterstützung, Vernetzung, Internet, (Software-Explosion, CAx)
- Programm-Management, Portfolioorientierung
- Verhaltensorientierung (Das lernende Unternehmen) (z.B. Arbeitsgruppe/Team, Projektleiter, Stakeholder, lessons learnt)
- Moderations-, Trainings-, Supervisions- und Coachingorientierung
- Qualitätsorientierung, Unternehmensstandards (z.B. PEP- und Reifegradmodelle)
- Unternehmensübergreifende Standards, Verbandsstandards (z.B. PMBOK Guide by PMI 1987, ISO 21500 Standard 2012)
- Projektmanagement-Office, Virtuelle und Agile Ansätze (Scrum 1986, 2001)
- Cloud-, Tablet- und Smartphone-Unterstützung

112

# Projektmanagement Softwareansätze



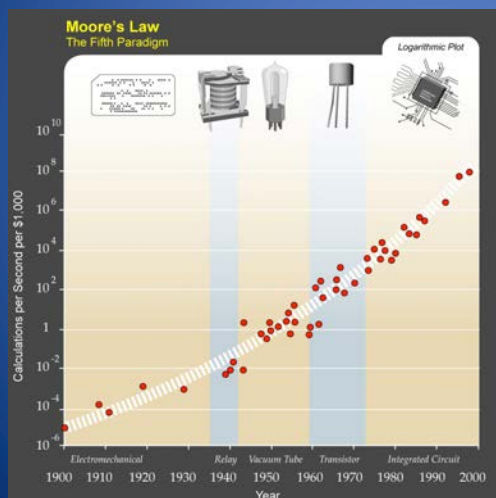
- Reine Netzplansoftware / Gantt-Chartsoftware
  - Einzelplatz / Enterprise Editions
- Reine Mind Mapping Software für Projektstruktur-Analyse
- Grafik-Suiten, z.B.:
  - Mind-Mapping (Projektstruktur-Analyse)
  - Vektorgrafik Programme mit Bibliotheken, z.B. Prozess-Diagramme
  - Netzplan-Programme Integriert mit Mind-Mapping
- E-Learning Ansätze zur Aus- und Weiterbildung
- Projektverwaltung / Projektcontrolling / Portfoliomanagement
  - Eigenständige Projektverwaltungs- u. Controllingsoftware (Dash-Boards)  
z. B. durch Zusatzsoftware für Mailprogramme, wie MS-Outlook
  - Projektverwaltung in CRM Systemen
  - ERP-Systeme mit Integrierter Projektverwaltung
- Vorlagen für Ergebniserarbeitung, Berichte und Auswertungen (Office-Programme)

113

# Halbleiterprojekte

## Moore's Law 1965

Technologiefortschritt, der die digitale Revolution begründet



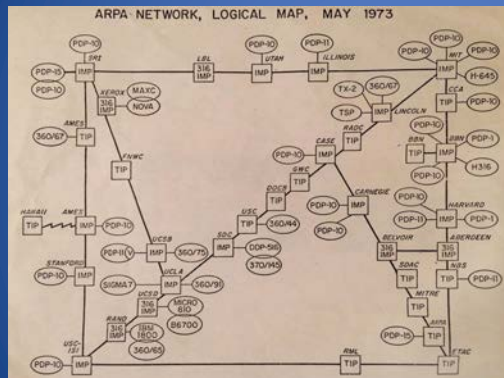
- Gordon Moore  
Das Mooresche Gesetz besagt, dass sich die Komplexität integrierter Schaltkreise mit minimalen Komponentenkosten regelmäßig verdoppelt, zwischen 12 und 24 Monaten
- Gültigkeit: bis ca. 2029
- Unter Komplexität verstand Moore die Anzahl der Schaltkreiskomponenten auf einem integrierten Schaltkreis
- Verdopplung der Integrationsdichte (Transistoren pro Flächeneinheit)

114

## Netzwerk-Projekt Projekt Arpanet (1968)



Vorläufer des heutigen Internet



- Auftraggeber: US-Luftwaffe
- Projektleitung: MIT und US Verteidigungsministerium
- Im selben Zeitraum wurde das Betriebssystem Unix mit der Sprache C entwickelt
- 1990 stillgelegt

Es existiert der Mythos, dass aufgrund einer Rand-Studie das Arpanet entwickelt wurde, um nuklearen Angriffen zu widerstehen. Tatsächlich wurde eher nach einer methode gesucht die damals knppen Rechnerkapazitäten von Hochschule durch Datenaustausch besser zu nutzen.

115

## Aufbruch zum Mond Apollo-Projektprogramm, Rakete: Saturn V, 1961-1972



- Programmdauer: 11 Jahre
- 7 Missions, um Menschen zum Mond und wieder zurückzubringen
- Entwicklungsleiter für Saturn V: Wernher v. Braun
- Gewicht: 3040 t, Länge 24,80 m Durchmesser 10,10 m
- 5 Triebwerke, Schub: 5270 kN ,Beschleunigung auf 28 000 km/h
- Mitarbeit von 400 000 Personen,
- Projektsumme: 120 Mrd \$

116

## Rechner Projekte

Vom Taschenrechner zum Mikrocomputer  
Apple, Commodore IBM-PC (1976-heute)



- Desktop-Rechnerleistung
- Tabellenkalkulation
- Plankalkül modellierbar
- Intuitive Benutzeroberfläche
- Vernetztes Arbeiten
- Visualisierung von Netzplänen
- Planungsrechnung /Simulation
- Projektreport
- Präsentationstechnik

117

## Rechner Projekte

Vom Zeichenbrett zur virtuellen Komposition  
CAD-CAM Revolution (1965, 1982 MikroC)

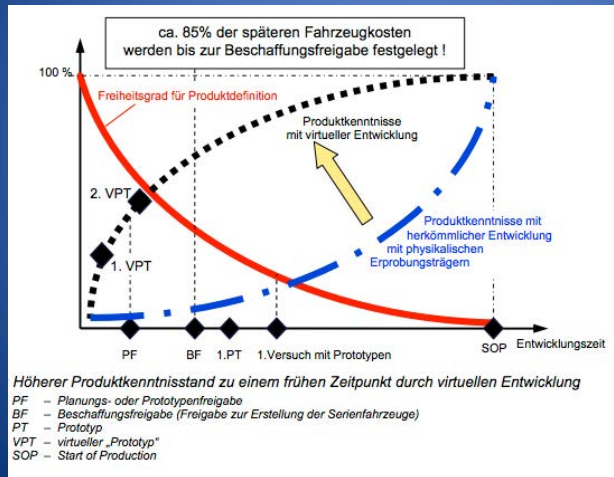


Digitale Fertigung,  
flexibel und kostengünstig  
Bildnachweis links Internet, rechts Siemens AG, Internet

118

# Rechner Projekte

## Früher Einsatz von Simulationenmethoden erzeugt besseres Systemverständnis



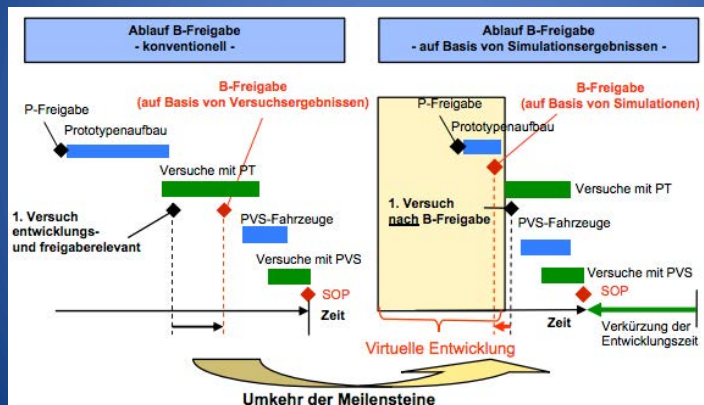
### Automobilbau 2007

Bildnachweis  
 Keynote,  
 Methoden und Prozesse zur  
 Kostensenkung,  
 W. Karmann GMBH, Internet

# Prozessveränderungen im PEP

## durch virtuelle Entwicklung

### Einsparung von Prototypen-Baustufen



Bildnachweis:  
 Keynote,  
 Methoden und  
 Prozesse zur  
 Kostensenkung,  
 W. Karmann GMBH,  
 Internet

Umkehr wesentlicher Projektmeilensteine durch den Einsatz virtueller Methoden im Automobilbau

## Vorteile und Herausforderungen durch Differenzierung im Engineering



Beispiele für die Differenzierung der Technischen Komposition oder des Design:

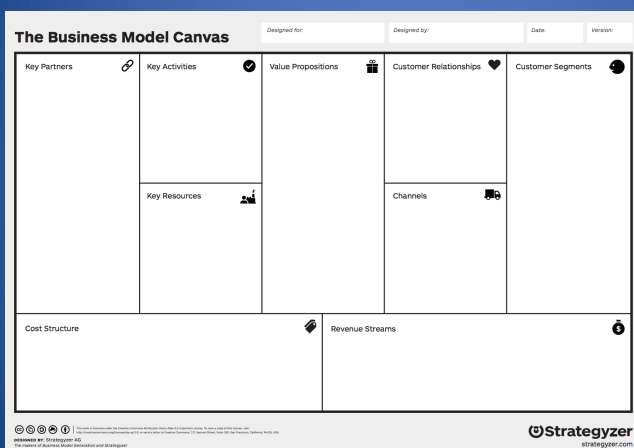
- Civil Engineering
- Mechanical Engineering
- Industrial Engineering
- Chemical Engineering
- Systems Engineering
- Software Engineering
- Structural Engineering
- Electrical Engineering
- Bio-Engineering
- Financial Engineering

Mit der Spezialisierung entwickelt sich eigenes Know How, Aktivitäten, Wissensstrukturen, Abläufe, Fachsprachen und Schnittstellen oder Interfaces.

Projektmanagement auf der Basis des Systems Engineering-Ansatzes sowie multidisziplinäre Moderation bietet die disziplinübergreifende Plattform, an komplexen Themen schnell und inspirierend zusammenzuarbeiten!

121

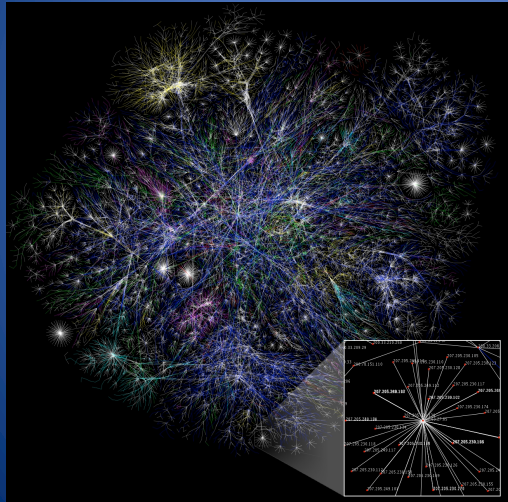
## Umsetzung von Systemtechnik durch Ganzheitliche Entwurfsformate 2010



Multidisziplinäre Auslegung der Planelemente für ein neues Geschäftsprojekt, Osterwalder, Pigneur & al. 2010

122

## WWW Projekt Nutzbarmachung des Internet für kommerzielle Zwecke (1990)



- Beschluss durch National Science Foundation (NSF)
  - Kulturelle Bedeutung wird mit der Erfindung des Buchdrucks gleichgesetzt
  - Entwickler: Tim Berners Lee
  - Cern, Schweiz, 1989
  - Webbrowser Mosaic 1993
  - Social Media Plattformen ab 2003, Web 2.0
- Links: Visualisierung eines Teils des Internet

123

## Bauprojekte Drei-Schluchten Talsperre Wasserkraftwerk mit 22,5 Gigawatt (1993-2008)



- Auftraggeber: Energieministerium
- Bauzeit 5 Jahre
- Höhe: 181m
- Bauwerksvolumen: 28 Mio m<sup>3</sup>
- Jiangtsekiang, Hubei, China
- Baustoff: Beton
- Arbeitskräfte: 18000
- Projektsumme: 75 Mrd \$
- Überflutete Städte: 13
- Überflutete Fabriken: 657
- Umgesiedelte Personen: 1,3 Mio
- Wasserturbinen: Voith
- Generatoren: Siemens

124

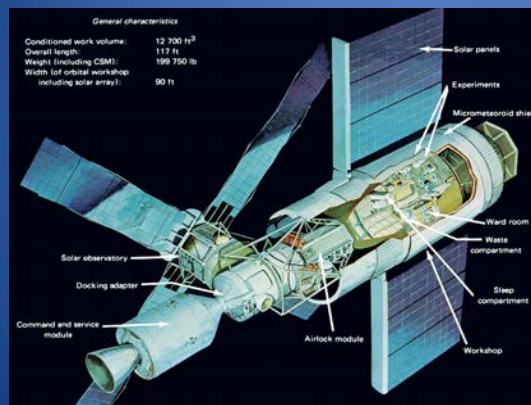
## 21. Jh.: Bauprojekt Burj Khalifa, Dubai Höchstes Gebäude der Welt (2004 – 2010)



- Architekt: Adrian Smith  
von:  
Skidmore, Owings and Merrill
- Bauzeit 6 Jahre
- Höhe: 828m
- Etagen: 189
- Aufzüge: 57
- Baustoff: Stahl-Beton, Stahl  
Fassade: Aluminium, Glas
- Projektsumme:  
1 Mrd €

125

## 21. Jh.: Projekt-Programm Internationale Raumstation ISS (1998-2024)



ISS ist das bisher größte internationale kooperative Projekt-Programm in Wissenschaft und Technologie

- Programmdauer:  
26 Jahre
- In 400 km Höhe
- Modularer Aufbau
- Gewicht: 400 t
- Zusammenbau  
erforderte 40  
Missionen
- Beteiligt: ESA,  
NASA,  
JAXA,  
CSA,  
Roscosmos

126



## 21. Jh.: Projekt-Programm Personalisierte Medizin (2011-2017)



Bio-Engineering  
Wirkstoff-Design

Bildnachweis:  
Roche  
Personalisierte  
Medizin,  
Internet 2017

Durch die personalisierte Medizin soll jeder Patient unter Einbeziehung seiner individuellen Gegebenheiten therapiert werden. Ziel ist eine maßgeschneiderte Pharmakotherapie, die die individuelle Wirkeigenschaft von Medikamenten berücksichtigt

127

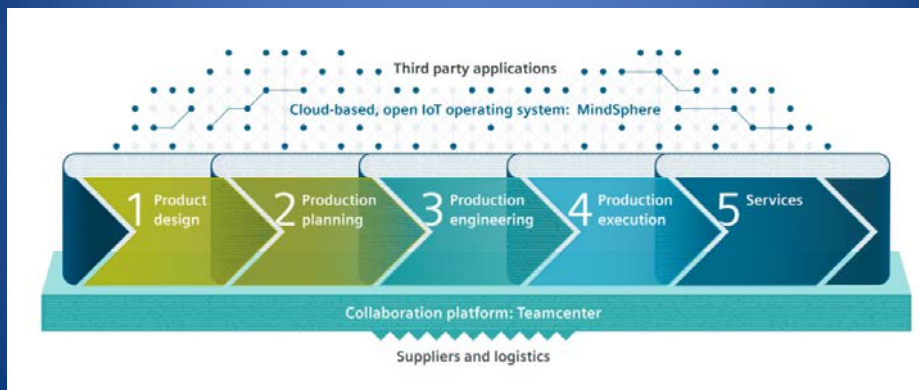
## 21. Jh.: Projekt-Programm Industrie 4.0 (2014)



Roadmap der Technologieentwicklung für Industrie 4.0

128

## 21. Jh.: Projekt-Programm Industrie 4.0 (2016)



Projekte, die gesamte Wertschöpfungskette von Unternehmen durch  
Industriesoftware zu optimieren,  
Siemens, Digital Enterprise Suite 2016

129

## 21. Jh.: Industrie 4.0 Projekt Multiproduktlinie Bosch Rexroth AG Homburg (2015)



Schlüsselemente:

- dezentrale Intelligenz
- Schnelle Vernetzung
- offene Standards
- Kontexteinbindung in Echtzeit
- Autonomes Verhalten

Auf dieser Multiproduktlinie kann Bosch hochflexibel zweihundert verschiedene Hydraulikmodule bis zur Losgröße 1 herstellen. Mitarbeiter fügen aus 2000 verschiedenen Komponenten die 200 Varianten zusammen.

130

## 21. Jh.: Projektprogramm Lernfabriken PTW – TU Darmstadt 2017

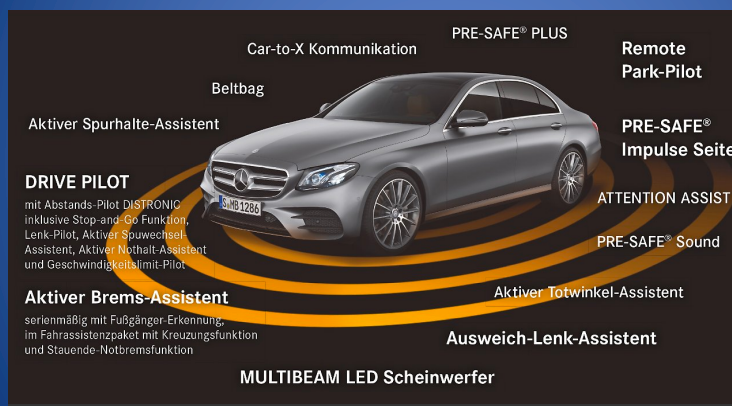


Institut für  
Produktionsmanagement, Technologie  
und Werkzeugmaschinen (PTW)

In Lernfabriken können in einem  
realitätsnahen Produktionsumfeld  
Kompetenzen und  
Problemlösungsstrategien für viele  
Bereiche der Produktion vermittelt  
werden.

131

## 21. Jh.: Projektprogramm Autonomes Fahren Assistenz-Technologien 2006-2017



Schon heute verfügbare Assistenztechnologien auf dem Weg zum  
autonomen Fahren, Die neue E-Klasse von Mercedes.  
Bildnachweis: Die neue E-Klasse ist ein Schritt, H. Preiss, Internet 2017

132

# Projectmanagement Body of Knowledge (PMI, 2012)



- Notwendig Heute, weltweite Standards, Basis für Zertifizierung

## Prozessgruppen PMBOK-Guide:

- Initiierung
- Planung
- Ausführung
- Überwachung und Steuerung
- Abschluß

## Wissensgebiete PMBOK-Guide:

- Integrationsmanagement
- Inhalts- und Umfangsmanagement
- Terminmanagement
- Kostenmanagement
- Qualitätsmanagement
- Personalmanagement
- Kommunikationsmanagement
- Risikomanagement
- Beschaffungsmanagement
- Stakeholder-Management

133

## 4 Zusammenfassung



Was können wir aus dem Streifzug durch die Geschichte der Projektarbeit des Homo Sapien Sapiens lernen?

134

## Wahrgenommene Treiber für Komplexität



- Dynamisches Bevölkerungswachstum
- Menschl. Bedürfnisse: Lebensqualität, Macht, Konflikte
- Volatiles Wirtschafts- und Politikgeschehen
- Technischer Fortschritt und Fehlschläge
- Variantenreichtum bei Lösungsentwicklungen
- Ressourcen- /Energieengpässe
- Gewinnorientierung (time to cash), Nachhaltiges Wirtschaften
- Leistungs-, Zeit-, Kosten-, Prozeß-Wettbewerb

135

## Potenziale komplexer Umwelt sind Chancenpotenziale

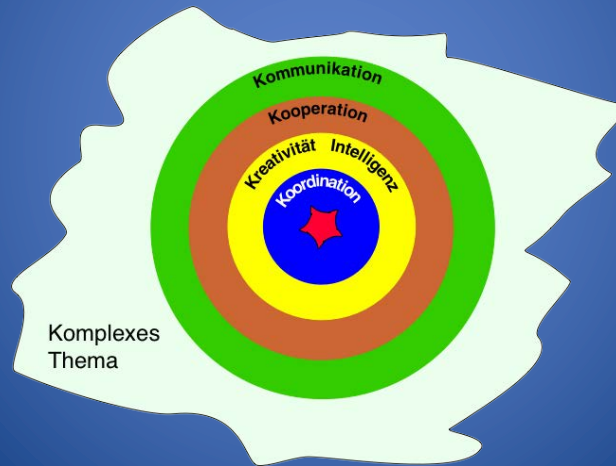


Aufgrund der kooperativen Problemlösefähigkeit des HSS schlagen sich seine Leistungen in diverser Projektarbeit nieder:

- Entdeckungen
- Erfindungen
- Technologien, Arbeitsweisen
- Innovationen  
(Artefakte, Produkte, Werkzeuge, Dienstleistungen)
- Arbeitskulturen
- Kulturentwicklungen

136

## Elemente des Verhaltens komplexe Probleme zu beherrschen



137

## Entwicklung der Kommunikations-Basis (Sprache, gemeinsame Kulturelle Werte)



- Urhorde, Familie, Stamm, Siedlungsgemeinschaft, Dörfer
- Städte (Bibliothek)
- Königreich, Lehen, Fürstentum, Patronat, Metropole
- Interkulturelles Königreich, Kaiserreich
- Nationalstaat, Land, Union, Messen  
(System: Gesellschaft, Handel, Industrie, Wissenschaft, Spionage und Überwachung (Echelon))
- Regionen (auch länderübergreifend)
- International, Global, Messen
- Virtuell, Internet, Open Source Community,  
z.B. Web 2.0, Facebook, Xing, LinkedIn

138

## Entwicklung der Strategischen Kooperations-Basis



- Familie, Glaubens-Gemeinschaften, Schulen (Bibliotheken)
- Vorindustrielle Zusammenarbeit  
(z.B. Militär, Klöster, Faktoreien, Zünfte, Bruderschaften, Bauhütten)
- Ingenieurschulen, Akademien, Vereine
- Manufakturen, Verlage
- Industriefirmen, Muster-/ Leitfirmen, Strategische Allianzen, Verbände
- Technische Universitäten und Versuchsanstalten
- Forschungs- und Technologiezentren, Städte (z.B. Geheime Standorte)
- Forschungs-, Bildungs- und Technologieministerien
- Clusterorganisationen (Silicon Valley)
- Virtuelle, globale Organisation

139

## Einfluss-Ebenen zur Komplexitätsreduzierung



- Gesellschaft / Politisches Umfeld
- Auftraggeber, Motiv-Komplexe, vernetzter Nutzen
- Machtbasis / Stakeholder
- Sub-Auftragnehmer (Global, Regional, Lokal)
- Multidisziplinäre Zusammenarbeit bei der
  - Problembearbeitungs-Ebene
  - Lösungs-Ebene
  - Prozeßbearbeitungsebene
- Ressourcen-Ebene
- Führungs-, Koordinations- und Kommunikationsebene
- Unsicherheits- und Risikoebene
- Werkzeugebene (Methoden / Technologien/ Reifegrad)

140

## Entwicklungsansätze für erfolgreiche Koordinationsleistung



Erweiterungen der individuellen Problemlösefähigkeit durch

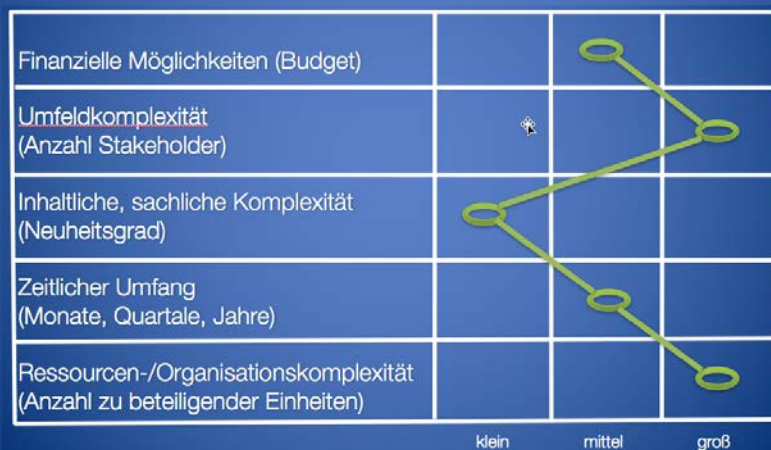
- Kooperative Problemlösefähigkeit im Team
- Gemeinsame Vorstellungs-, Planungs- und Organisations-  
"Räume, -Welten", zur Projektsteuerung

Beste Projektsteuerungs-Ansätze:

- Optimierende Verhaltensweisen in Fachbereichen (Analog & Digital)
- Führungs- und Organisationsprinzipien (Klassisch – Agil)
- Werkzeuge zur Komplexitätsreduktion, Entschleunigung
- Werkzeuge zur Komposition
- Werkzeuge zur verdichteten Planung und Umsetzungssteuerung
  - Werkzeuge der Teamarbeit (Real und Virtuell)
  - Werkzeuge des digitalen und analogen Wissensmanagements (z.B. Auswertung Projekterkenntnis)

141

## Komplexitätsprofil Bestimmung der Koordinationskomplexität



142



## Komplexitätsreduzierung im Projekt

### Einflußnahme extern



#### Potenzielle Regelkreise außerhalb des Projektteams

- Auftraggeber-Auftragnehmer
- Auftragnehmer-Stakeholder, Machtpromotor
- Projektleiter- Stakeholder (eigener Vorgesetzte, Steuerkreismitglieder, Reviewkreismitglieder, Gatekeeper, Vorgesetzter von Teammitgliedern)
- Projektleiter- Sub-Unternehmer, Lieferanten
- Projektleiter-Projektmanagement-Büro
- Projektleiter-Berater, Trainer, Coach
- Projektleiter-interessierte Öffentlichkeit

143

## Komplexitätsreduzierung im Projekt

### Einflußnahme intern



#### Potenzielle Regelkreise innerhalb des Projektteams

- Projektleiter - potentielle Teammitglieder
- Projektleiter - Kernteammitglieder, Teilprojektleiter
- Teilprojektleiter - Expertenteam
- Projektleiter - erweiterte Projektmitglieder, Zuarbeiter
- Projektleiter - Projektbüro

144

# Sachliche Komplexitätsreduktion



- Struktur- / Funktionsanalyse  
(Ein- und Abgrenzen, Zerlegen, Aufbrechen, Aufteilen)
- Kategorisieren / Gliedern / Zuordnen (Ähnlichkeitsprinzip)
- Erkennung von Wissensbereichen, Arbeitsteilung / Arbeitssynthese
- Visualisierung (Visueller Überblick, Erkennung von Abweichungen)
- Zusammenfassende Vereinfachung (Komposition, Planung)  
(Funktionsblöcke / Module / Abschnitte / Phasen)
- Kreative und intelligente Zerlegungs-, Zusammenfassungs- und Anpassungsarbeit (Sache, Zeit, Kosten, Ressourcen)

145

# Grundmuster der technischen Komposition



Grundmuster der technischen Komposition zur **Reduktion von Komplexität**

- **Problemanalyse:** Erfassung der Veränderung der Lebensbedingungen (Komplexität I )  
z.B. durch Wandel der Bedürfnisse und/oder Rohstoffknappheit
- Entwurf technologischer Problemlösung – **Entwurf Konzept** (Komplexität II )
- Umsetzung der technologischen Problemlösung in ein einfaches technisches Produkt  
– **Entwurf Konstruktion** (Komplexität III )
- Realisierung des einfachen Produktes unter wirtschaftlichen Bedingungen  
für Produzenten und Käufer  
– **Entwurf Realisation-Prozess und Realisation** (Komplexität IV )
- Verdichtung durch Vorkopplung, Kundeneinbezug, Überlappung, Frühzeitiger Test,  
Agiles Simultaneous Engineering, **Design Thinking**

146

## Ansätze zur Kostenminimierung



- Wertanalyse
- Kostenanalyse (Variantenbegrenzung)
- Design to Cost
- Target Costing
- Quality Function Deployment (QFD)
- Multidisziplinäre Optimierung
- Einsatz virtueller Methoden

147

## Beschleunigungstrategien



- Just in time – Zusammenarbeit
- Rapid Prototyping
- Definition machbarer Anforderungen, z.B. geringerer Funktionsumfang
- Dezentrale Entscheidungen (Agile Selbstorganisation)
- Überspringen, Bypass, Auslassen von Normvorgängen
- Frühzeitiger Kundeneinbezug
- Überlappende Vorgänge
- Schleifenreduktion auf kritischem Weg
- Simultaneous Engineering Organisation
- Design Freeze (Weitere Neuerungen in der nächsten Version)
- Kurze Entscheidungs- und Informationswege
- Situative Nutzung von Normvorlagen und Standardprozessen (QM)
- Virtuelle Entwicklung

148

## Ansätze des Risiko-Management

### Risiko-Analyse, Risiko-Bewertung, Risiko-Minimierung



- Vorstudien /Machbarkeit (Feasibility) /Akzeptanz
  - Proof of Principle / Proof of Concept (POC) / Proof of mechanism
  - Proof of technology, Proof of realization competence
  - Proof of market
- Pilotprojekt, z.B. in kleinerem Maßstab
- Plan B (Contingency Planning)
- Rückfallpositionen
- Schleifenerfassung, Bewertung und Reduzierung
- Risiko-Kategorien (Höhe / Eintrittswahrscheinlichkeit)
- Schnittstellenreduzierung
- Simulation
- Schlüsselkundentest / Testmarkt, z.B. schon in Konzeptphase

149

## Differenzierung von Projektmanagement-Typen



- Management Kleiner bis mittlerer Projekte
  - Unterscheidung, z.B. in:
    - Persönliche und Kleingruppenprojekte
    - F&E –Projekte, Markteinführungsprojekte
    - Inhaltlich, z.B. Software-Engineering, Pharmaprojekte
    - Investitions-Projekte
    - Organisationsprojekte (z.B. Startup, Mergers & Akquisition, Reorganisation, Expansion, Konzentration, Dezentralisierung)
    - Gruppenprojekte (z.B. gemeinsame Projekte von Firmen)
- Management von Großprojekten
- Multi-Projektmanagement
- Programm-/ Portfolioprojektmanagement

150

# Projektmanagement

## Organisationsformen



Grundtypen der Aufbau-Organisation:

- Einfluss-Projekt-Management
- Matrix-Projektmanagement
- Reines Projektmanagement
- Virtuelles Projektmanagement
- Multi-Projektmanagement

151

# Projektmanagement

## unterstützende Organisationsformen



- Projektablauforganisation  
(Ziele, Rollen, Meetings, Workshops, Pläne,  
Meilensteine, Berichte, Standards)
- Projekt-Office
- Projektmanagement-Office
- Projektleiter-Pool
- Projektleitung als Karriereweg

152

# System-Projectmanagement

## Body of Knowledge (PMI)



### Know How Basis:

#### Prozessgruppen PMBOK-Guide:

- Initiierung
- Planung
- Ausführung
- Überwachung und Steuerung
- Abschluß

#### Wissensgebiete PMBOK-Guide:

- Integrationsmanagement
- Inhalts- und Umfangsmanagement
- Terminmanagement
- Kostenmanagement
- Qualitätsmanagement
- Personalmanagement
- Kommunikationsmanagement
- Risikomanagement
- Beschaffungsmanagement
- Stakeholder-Management

153

# Projektfehler, Fehlschläge, Projektabbrüche



- In allen Kompetenz-, Wissens- und Werkzeugbereichen, die notwendig sind, um eine erfolgreiche Koordination innerhalb der Projektziele vornehmen zu können, können Ereignisse in Form von nicht vorhersehbaren Defiziten, Barrieren und Engpässen auftreten. Die Erkennung von Abweichungen und eine angemessene Gegensteuerung ist Aufgabe des Projektmanagements.
- Die meisten Veränderungen im Umfeld eines Unternehmens, die die erfolgreiche Verwirklichung eines Projektes in Frage stellen können, stehen oft nicht unter der Kontrolle vom Projektleiter und Projektteam. Ihre Verantwortung ist es aber, diese frühzeitig zu erkennen und an den Auftraggeber als Unternehmer zurückzumelden.
- Hin und wieder ist viel Mut erforderlich: "Don't be afraid to cancel a project!"

154

## Häufige Projektfehler



- Utopische Forderungen (hohe, unsichere Ziele mit ungenügenden Ressourcen)
- Zu optimistische Angebote und Planungen (40%)
- Kein Einbezug typischer Überschreitungsfaktoren bei Planung
- Fehlende Machbarkeitsüberprüfung
- Inkompetente Ausführung
- Zu häufiger Leitungs-, Mitarbeiter-, Subunternehmer und Lieferantenwechsel
- Zu geringe Review- und Controllingfrequenz
- Projektleitung bzw. Controlling nicht unabhängig genug
- Steuerkreismitglieder politisch gewählt, fehlende Beurteilungskompetenz
- Keine Rückfallpositionen
- Kein Machtpromotor
- Keine Gewinnbeteiligung der Beteiligten im vorgegebenen Rahmen zu bleiben

155

## Persönliche Projektmanagement-Kompetenz



- Rückblickend auf die geschichtlichen Phasen des Homo Sapiens lässt sich feststellen, dass die Komplexität in seiner Lebensumgebung eher zu nimmt. Das hat in den jüngsten Phasen damit zu tun, dass er die Zunahme selbst verursacht
- Projektmanagement-Kompetenz wird daher zu einer notwendigen Fertigkeit und Kompetenz für den Einzelnen, mit den offenen komplexen Situationen im Beruf und auch im Privatleben (z.B. Hausbau, Hochzeit) erfolgreich umzugehen
- Es ist die Problemlösefähigkeit, die es dem „Homo Faber“ auch in Zukunft ermöglicht, durch Kooperation und Kommunikation seine Kreativität und Intelligenz zu verstärken, um Werkzeuge zu bauen, mit denen er sein Habitat im Universum erfolgreich erhalten und erweitern kann!

156

## Ausblick Zukunftstechnologien Projektmanagement (1/3)



- Knowledge Navigator, Übertragung von John Sculleys Konzept (Apple 1987) auf Projektmanagement (Digital Lifestyle im Projekt)
- **Project Composer Assistant (PCA)** als explorierende, analysierende, vorplanende, Vorschläge machende und berichtsschreibende künstliche Assistenz für Projektleiter und Projektteams
- Mit Sprache ausgestattet und VR (Virtual Reality) Kompositionsfähigkeiten ist der PCA in Zukunft ein willkommenes interdisziplinäres Team-Mitglied, das durch die Echtzeit-Nutzung des Internets kreative und intelligente Fähigkeiten von Projektleiter, Projektteams und Teammitgliedern potenziert.

157

## Ausblick Zukunftstechnologien Projektmanagement (2/3)



- Konkret assistiert der PCA z.B. durch:
  - Vorschläge z.B. Morphologische Analyse, Tableau, Baukasten
  - Empfiehlt nachhaltige Technologien
  - Setzt Konzeption oder Teile nach Industrie 4.0 Norm um
  - Vorschläge z.B. über Vorgänge, Tätigkeiten, Regelkreise, Meilensteine, kritischer Weg, Lebenszyklen, Projektstrukturplan, Projektplan
  - Zeigt Schwachstellen der Planung, häufige Fehler und Risiken auf
  - Rechnet sofort Alternativ-Szenarien durch
  - Bietet Outsourcing Alternativen an
  - Stellt Normvorlagen und Berichtsformate zusammen
  - Setzt Ergebnisse in Berichte für Reviewkreis und Auftraggeber um
  - Visualisierung in VR-Qualität

158



## Ausblick Zukunftstechnologien Projektmanagement (3/3)



- Nach Suchmaschinen werden in Zukunft fachliche Analyse- und Compositionsmaschinen den Homo Sapiens Sapiens bei seiner planenden und steuernden Projektarbeit unterstützen
- Neben der Entwicklung zum Project Composing wird sich der Design Thinking-Ansatz zum Design Composing Ansatz entwickeln.  
Vom **ProjectComposer** zum **DesignComposer**, bzw. **ProductComposer**, um Produktmanagement zu unterstützen
- Hinzu kommen im Bereich der Realisierung lernende und sich selbstorganisierende Assistenzsysteme (Industrie 4.0), z.B. für standardisierbare Testverfahren
- Privat assistiert der PCA als Personal PCA
- **Wir rechnen mit dem Auftauchen zwischen 2020 und 2030**

159

## 8 revolutionäre Entwicklungsschritte zum modernen Projektmanagement



- neolithische Revolution (5000 v. C)
- die Antike 600 v. C – 350 n. C
- die Renaissance 1500 n. C
- die industrielle Revolution 1850 n. C
- die Management Revolution 1917/1939 n. C – bis heute
- die Methoden Revolution 1958 n. C – bis heute
- die digitale Revolution 1965 n. C – bis heute
- die Moderations-, Trainings-, Supervisions- und Coaching-  
Revolution (Begleitung im kooperativen Projektmanagement)  
1985 n. C – bis heute

160