

Modulare Anlagenplanung – Stand der Technik?

7. (Berlin-Aachener) Symposium
“Informationstechnologien für Entwicklung und Produktion
in der Verfahrenstechnik”

25.-26. März 2010

Łukasz Hady, Günter Wozny

Modulare Planung

- ▶ Ziele der modularen Anlagenplanung:
 - ▶ **Reduzierung** der Planungs- und Abwicklungszeit sowie des Fertigungs- und Montageaufwandes durch **Engineering-Reuse**
 - ▶ **Know-how und Qualitätssicherung** der Module verschiedener Komplexität
 - ▶ **Genauere** Kostenschätzung und -kalkulation durch **modulbasierte Auswertung**
 - ▶ **Modularisierung** als Beitrag zur **50%-Idee**

- ▶ Voraussetzungen:
 - ▶ **Einfaches Handling** mit Modulen
 - ▶ Kein **Mehraufwand** bei Erstellung und Wiederverwendung von Modulen im Vergleich zum **klassischen Engineering**

- ▶ Herausforderungen:
 - ▶ **Dauerakzeptanz** aller Beteiligten: **Bereitschaft** zu standardisieren und Standards zu **übernehmen**
 - ▶ **Strukturierte**, systematische **Vorgehensweise** von der Verfahrensentwicklung bis zum Detail Engineering
 - ▶ Geeignete Werkzeuge für das **Management** der Module verschiedener Komplexität (**Create, Store, Distribute and Apply of Knowledge** [VDI 5610])

Merkmale der Modularisierung*

- ▶ **Austauschbarkeit** der existierenden Module sowie **Ergänzung** um die neuen Module **innerhalb eines Systems** (Wandlungsfähigkeit)
- ▶ **Änderungen innerhalb** von Modulen (Flexibilität) sollten sich **nicht** auf andere Module **auswirken**
- ▶ **Fehlerfreiheit**: die auftretenden Fehler **innerhalb eines Moduls** sollen die anderen Modulen **nicht beeinflussen**
- ▶ **Notwendigkeit der genormten Schnittstellen** um Probleme der **Kompatibilität** geringzuhalten
- ▶ **Schnittstellenzahl** zwischen einzelnen Modulen möglichst **klein**

*Modularität von Softwareprojekten, diese Prinzipien sind jedoch auch auf andere Bereiche anwendbar

Definition der Module – was ist wichtig?

▶ **Modulare Anlage [2006] besteht aus:**

- ▶ Teilanlagenmodulgruppe, die Verfahrensabschnitte abbildet
- ▶ Teilanlagenmodul, das die Grundoperationen abbildet
- ▶ Baugruppenmodul, das Grundfunktionen abbildet
- ▶ Equipment

[2006] Hady, L., et al., *Improvement of the estimate accuracy with the modular investment costs estimate* International Conference Process Engineering and Chemical Plant Design, Berlin, Oktober 2006; publiziert in Symposiumsmaterialien, ISBN 3-7983-2017-9 ISBN, 149-158

▶ **Module [2008, AIF-Treffen bei Evonik-Degussa]:**

- ▶ 1. die komplette Anlagen repräsentieren
- ▶ 2. die an Unit Operations angelehnt sind
- ▶ 3. die Baugruppen abbilden
- ▶ 4. die Einzelapparate darstellen

[2008] Lühe, Ch., Wozny, G.: *Support for Plant Design with a Modular Concept*, Fachzeitschrift der Politechnika Krakowska, Czasopismo Techniczne, ISSN 0011-4561; 1897-6328, z. 5-M/2008, Vol. 6 (105), 203-208
(publiziert online unter http://bc.biblos.pk.edu.pl/bc/resources/CT/CzasopismoTechniczne_5M_2008/LuheC/SupportPlant/pdf/LuheC_SupportPlant.pdf).

▶ **Module als „Planungseinheiten“ [2009]:**

- ▶ Teilmodul
- ▶ Untermodul
- ▶ PID Modul

[2009] Uzuner, H. et al., *Unterstützung der Anlagenplanung durch ein modulares Planungskonzept*, 6. Symposium „Informationstechnologien für Entwicklung und Produktion in der Verfahrenstechnik“, Berlin, 26.-27. März 2009, publiziert online unter www.inprotech.de

▶ **Module gem. Zusammenfassung Workshop: Modularisierung in der Chemie- und Prozessindustrie [15.02.2010]:**

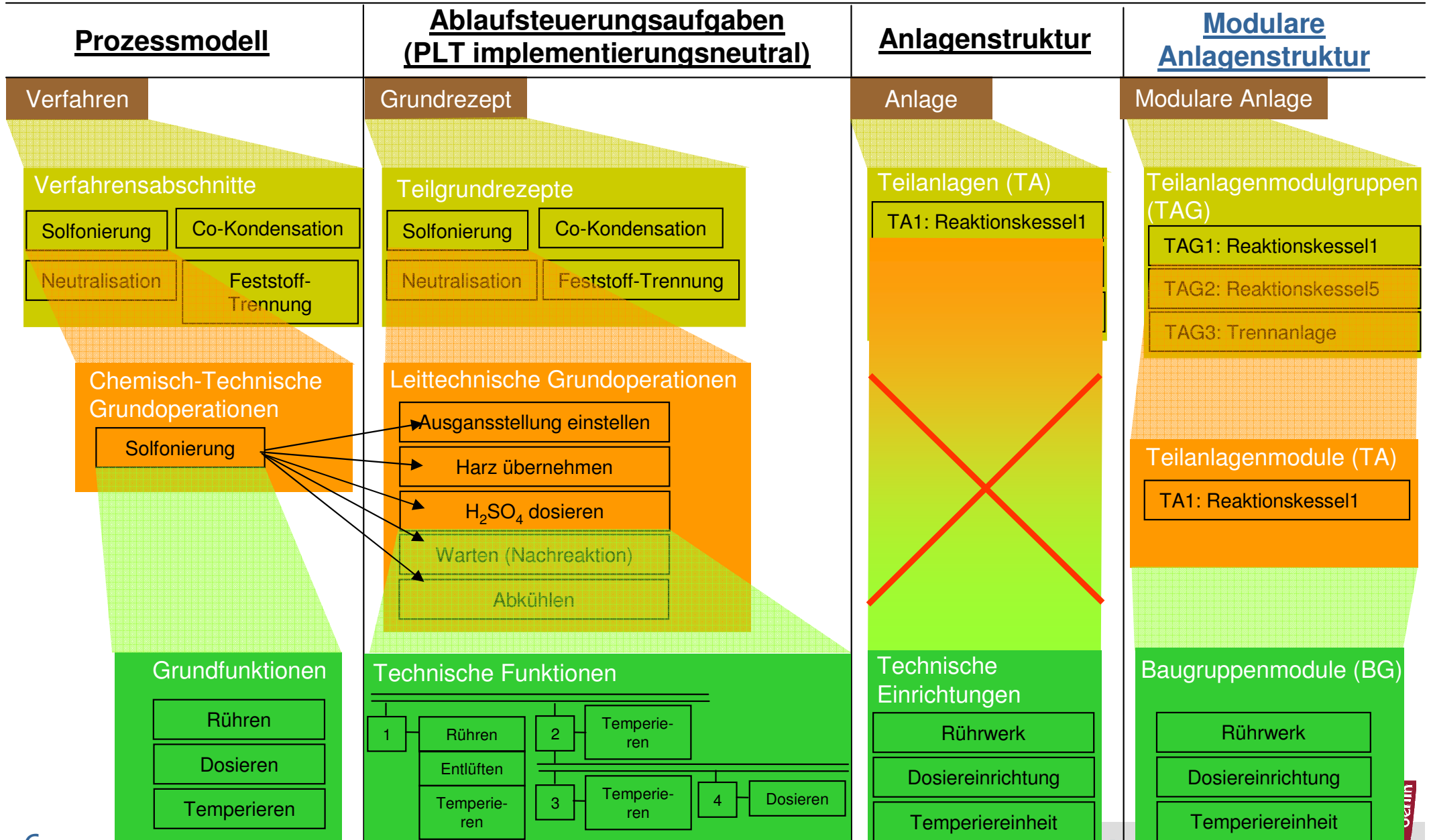
- ▶ Labormodule: Entwicklungsphase
- ▶ Planungsmodul: beschreiben die Funktionalität der Module
- ▶ Konstruktionsmodule: 3D-Module, die alle Gewerke umfassen

Forderungen an die Modularisierung

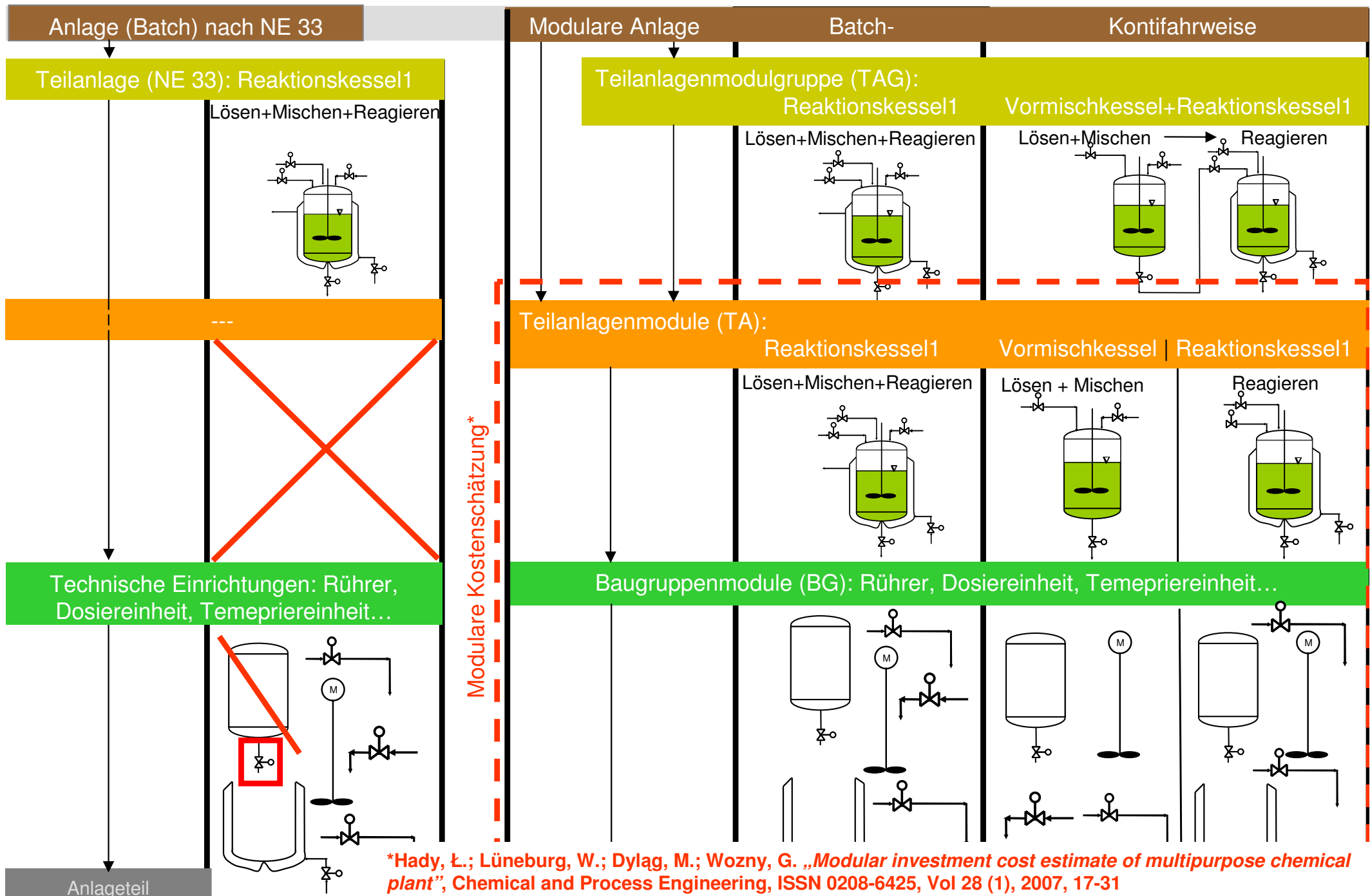
- ▶ Module gem. Zusammenfassung Workshop: Modularisierung in der Chemie- und Prozessindustrie [15.02.2010]:
 - ▶ Labormodule: Entwicklungsphase
 - ▶ Planungsmodule: beschreiben die Funktionalität der Module
 - ▶ Konstruktionsmodule: 3D-Module, die alle Gewerke umfassen

- ▶ Modulgestaltung nach NE33 bzw. ISA S88 gefordert (Tutzing Symposium im Juni 2009)
 - ▶ NE 33 - *Anforderungen an Systeme zur Rezeptfahrweise* (1993)
 - ▶ ISA S88 (IEC 61512-1) - *Chargenorientierte Fahrweise* (1995, 2001, 2003, 2006)

Strukturierung nach NE 33 vs. Modulare Struktur

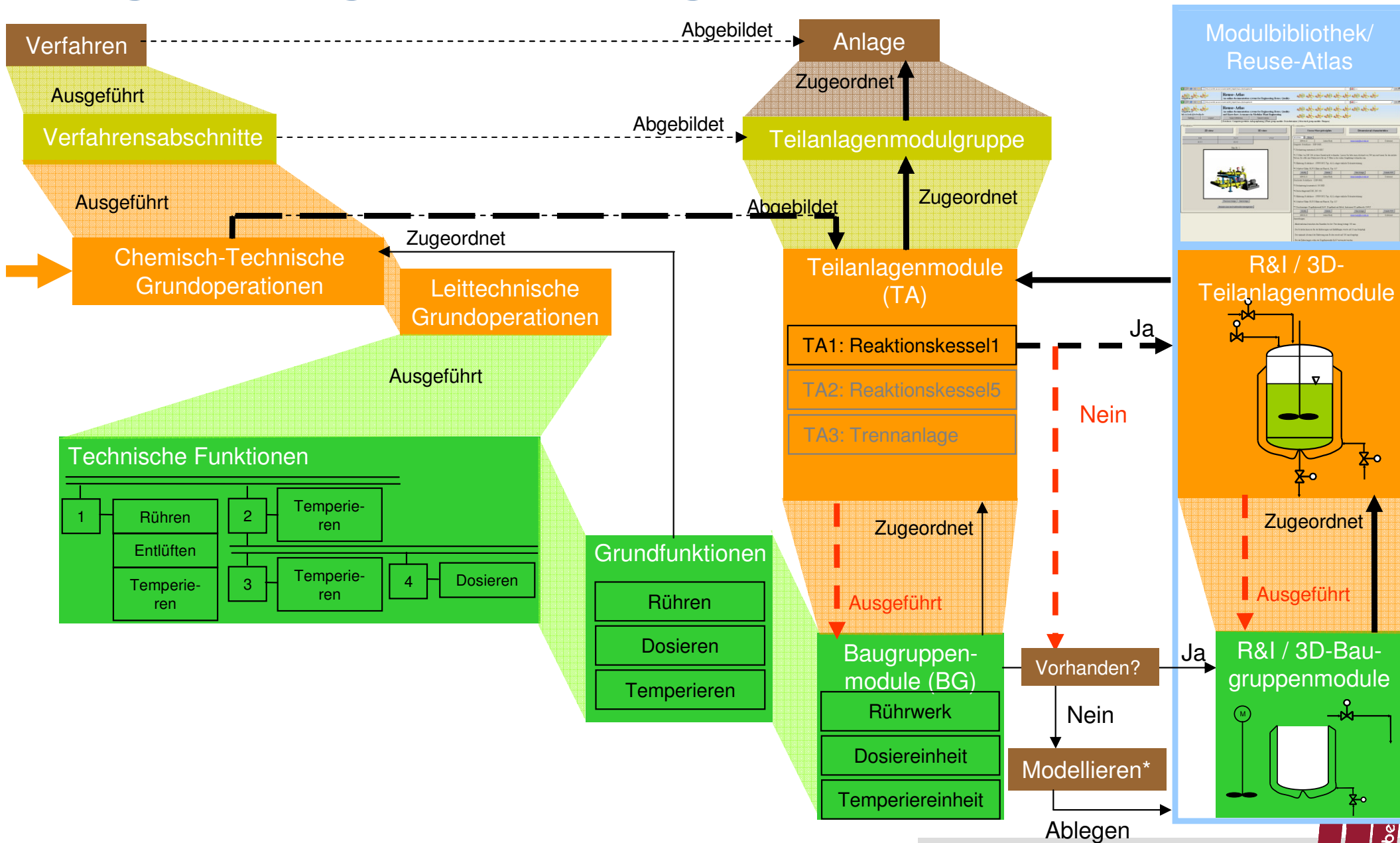


Anlagenstruktur nach NE 33 vs. Modulare Anlagenstruktur



*Hady, Ł.; Lüneburg, W.; Dyląg, M.; Wozny, G. „Modular investment cost estimate of multipurpose chemical plant”, Chemical and Process Engineering, ISSN 0208-6425, Vol 28 (1), 2007, 17-31

Modulare Planung und Engineering-Reuse: Vorgehen

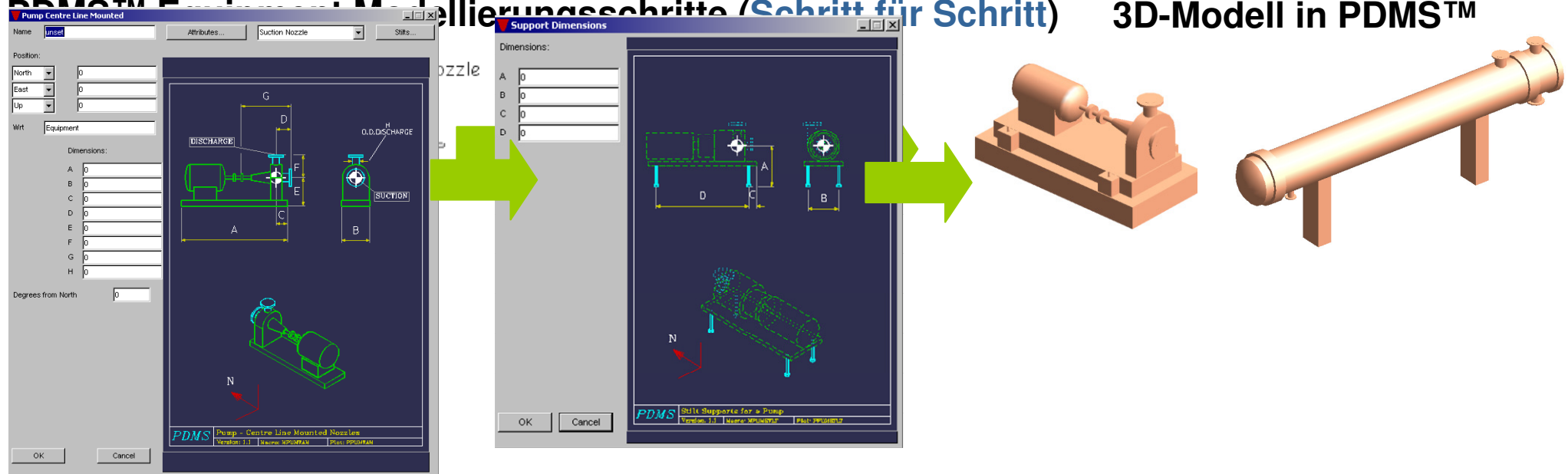


Klassische Vorgehensweise: Equipment Modellierung in AVEVA PDMS™

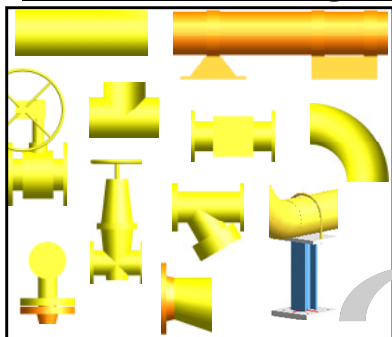
PDMS™ Equipment Modellierungsschritte (mit Parametern)

PDMS™ Equipment Modellierungsschritte (Schritt für Schritt)

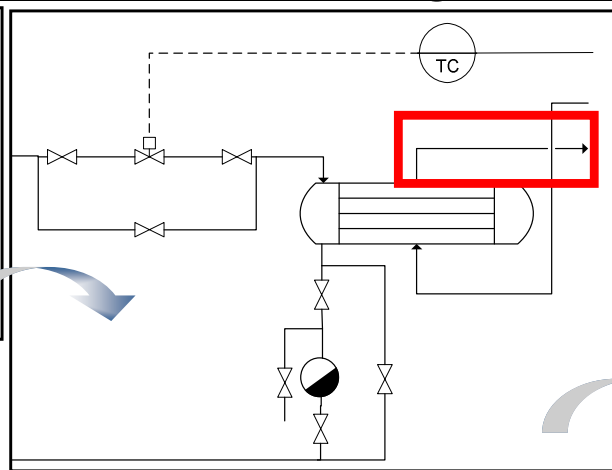
3D-Modell in PDMS™



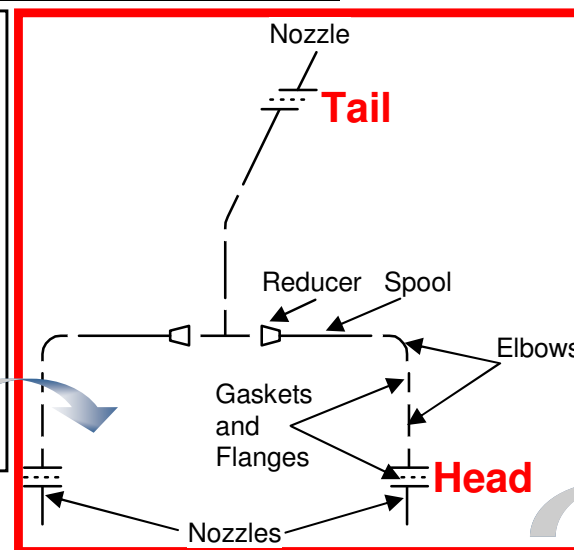
Modellierung der Nahverrohrung in AVEVA PDMS™:



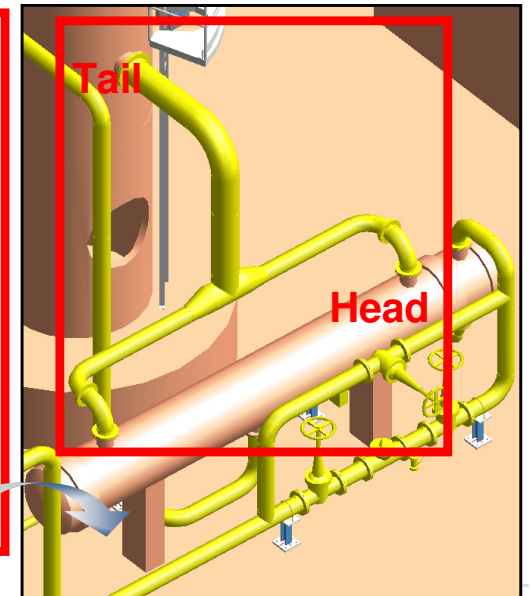
RL-Bauteile –
Quelle: Rohrklassen



Reihenfolge – Quelle: R&I's

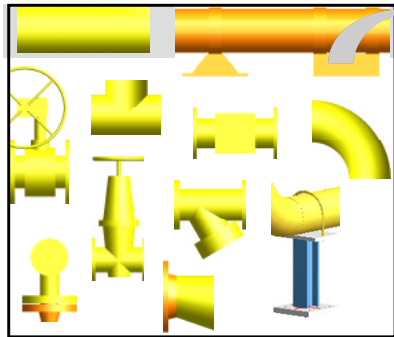


Position und Anordnung – Quelle:
Design Anweisungen, Know-how

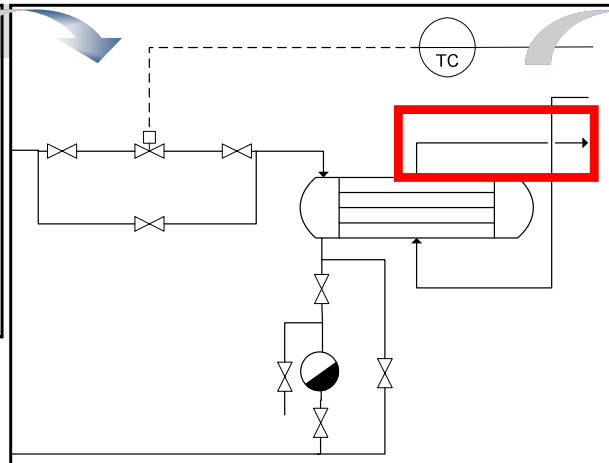


3D-Modell

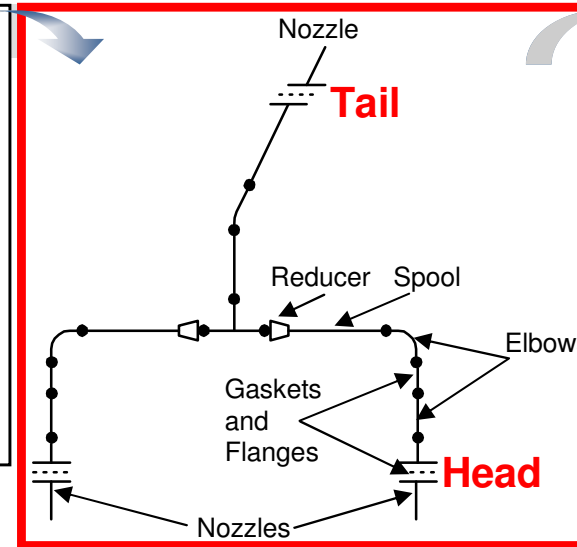
Modulen bei der Planung auf 2D- und 3D-Ebene



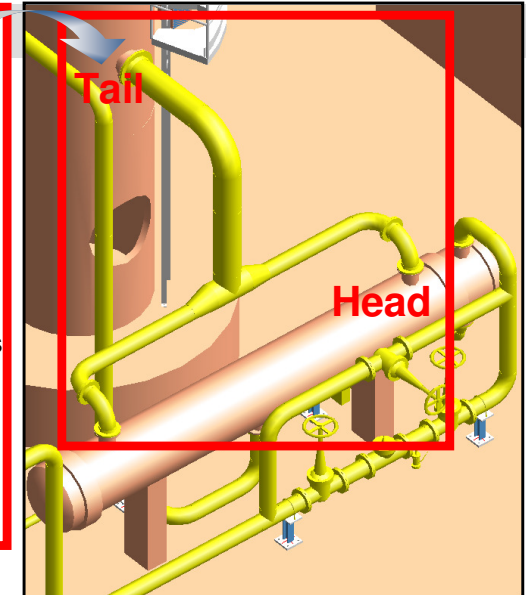
RL-Bauteile –
Quelle: Rohrklassen



Reihenfolge – Quelle: R&I 's



Position und Anordnung – Quelle:
Design Anweisungen, Know-how



3D-Modell

„**Planungs**modul“
Wärmetauscher

- nicht nur eine funktionale Planung
- konstruktive Planung (Angaben bezüglich z. B. Gefälle, Isolierung)

Baugruppenmodul
Wärmetauscher (2D od. R&I)

Komplexität (Baugruppe) und Funktionalität (entspricht Grundfunktion) eines Moduls ersichtlich

Funktional identisch?

„**Konstruktions**modul“
Wärmetauscher

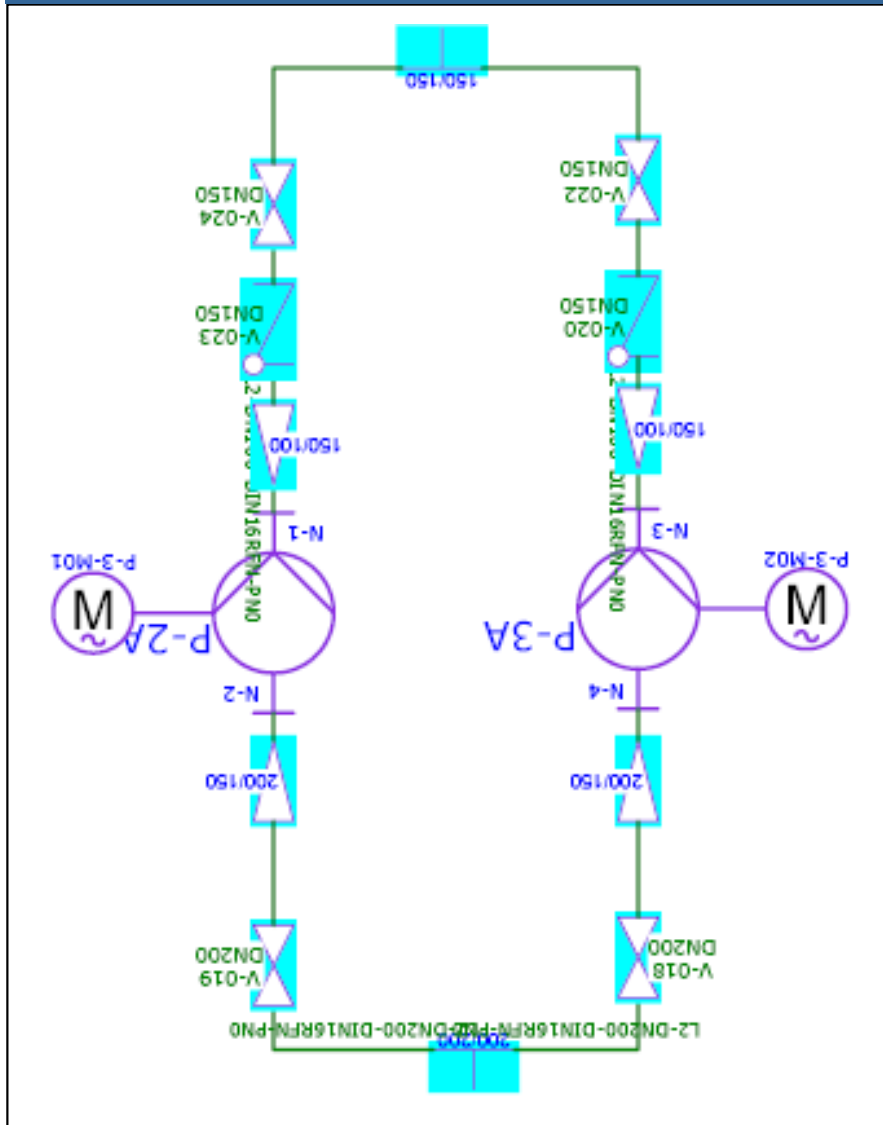
- **Planung** einer verfahrenstechnischen Anlage beinhaltet auch 3D-Planung
- **Konstruktionsmodul** = **Planungsmodul** + Nahverrohrung + Unterstützungen (Halterungen) + Platzreserven

Funktional identisch

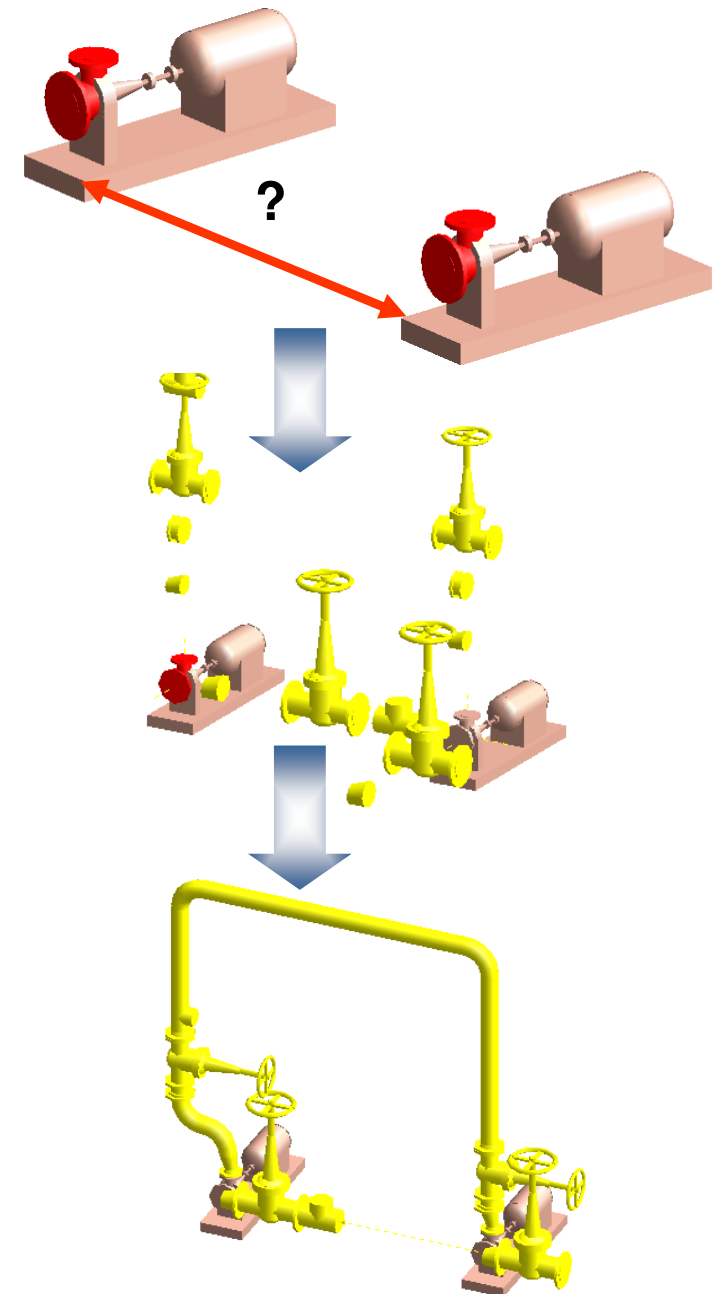
Baugruppenmodul
Wärmetauscher (3D)

2D ins 3D automatisch?

PDMS™ 12 Diagrams/
MSVisio® 2007



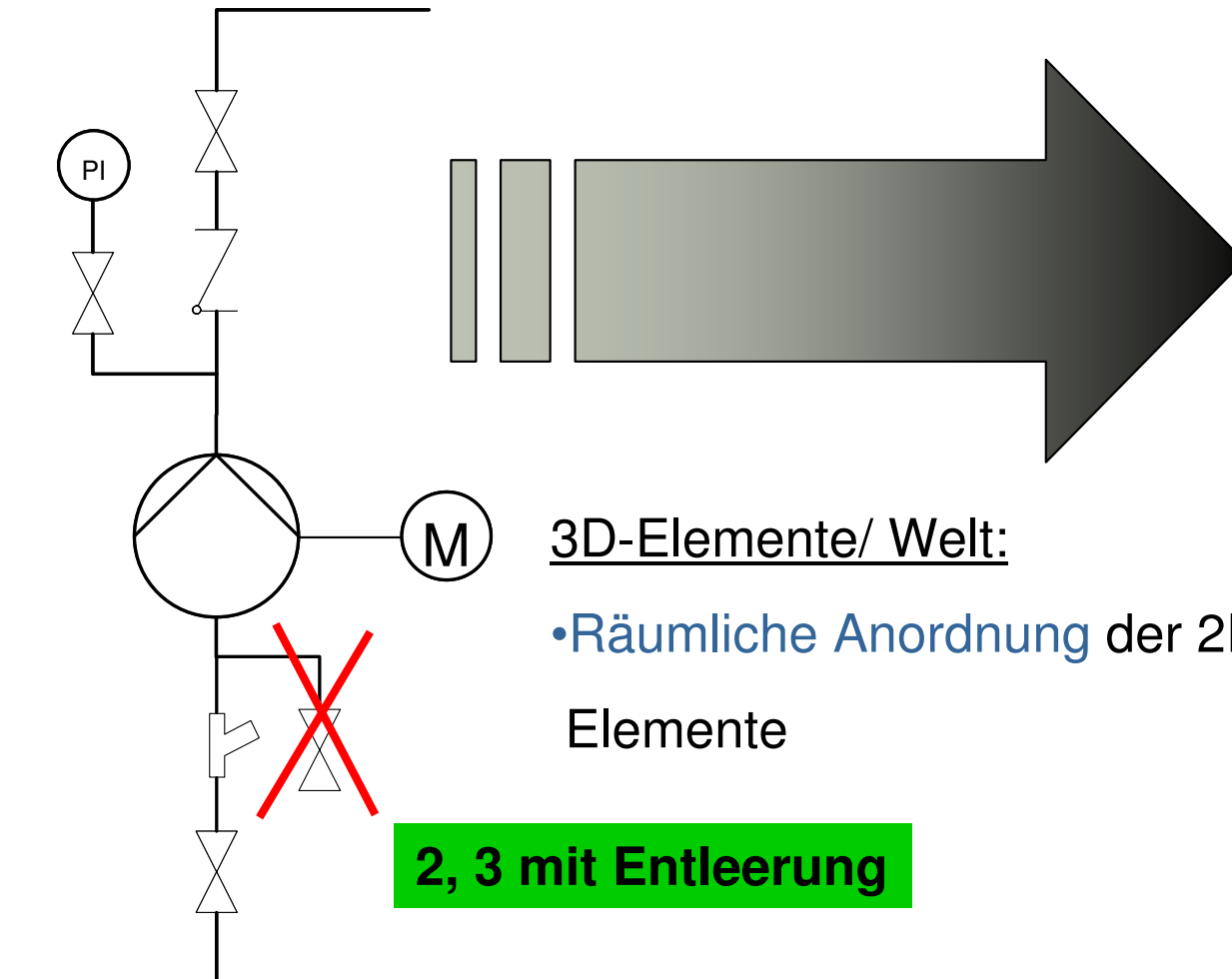
PDMS™ 12 Design



3D-Welt: Generierung von Modulen

2D-Elemente/ Welt:

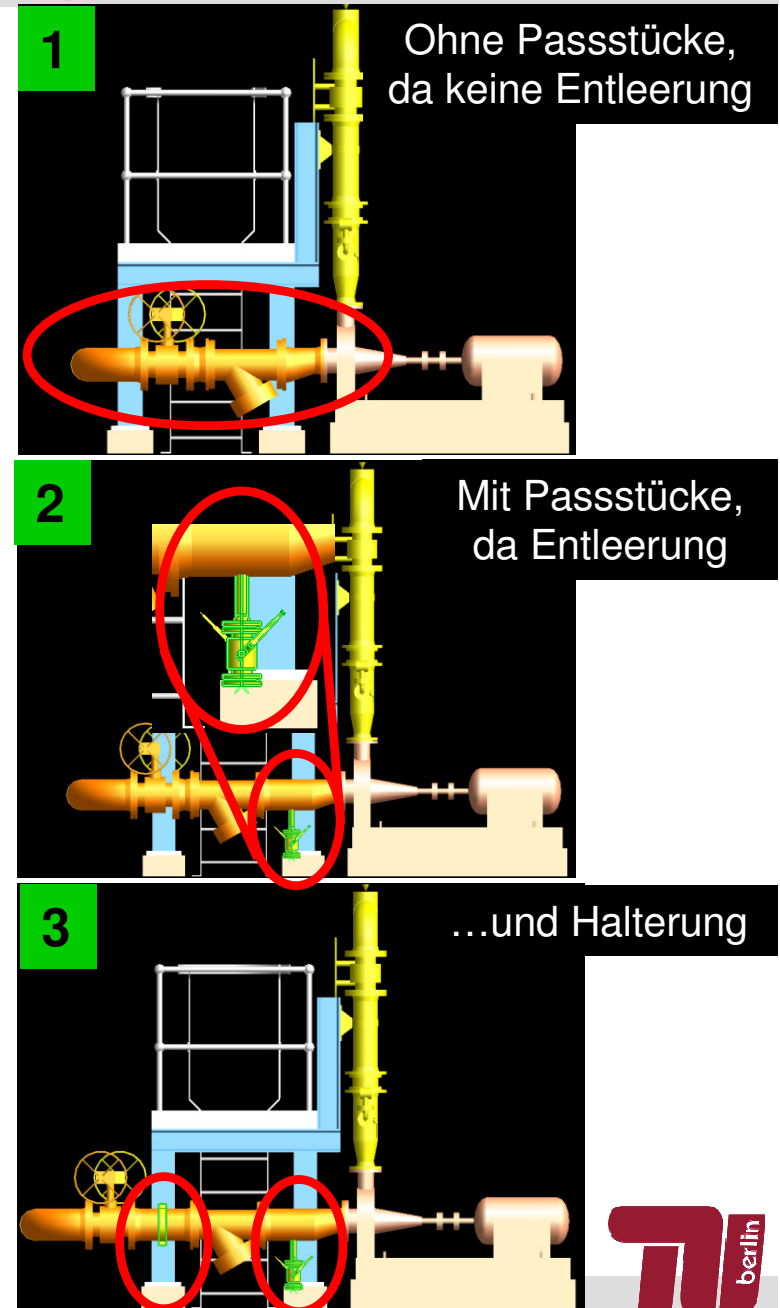
- Anzahl, Reihenfolge der Apparate und Maschinen, Armaturen, MSR



3D-Elemente/ Welt:

- Räumliche Anordnung der 2D-Elemente

2, 3 mit Entleerung

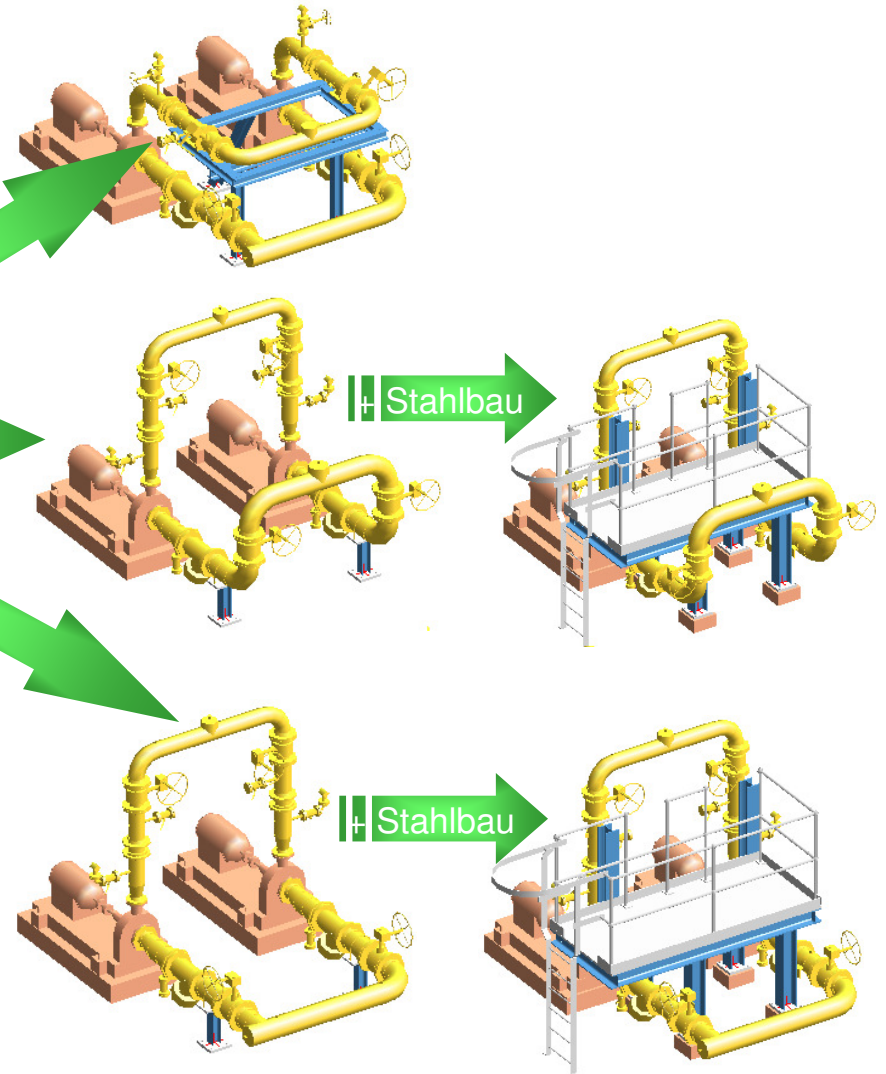
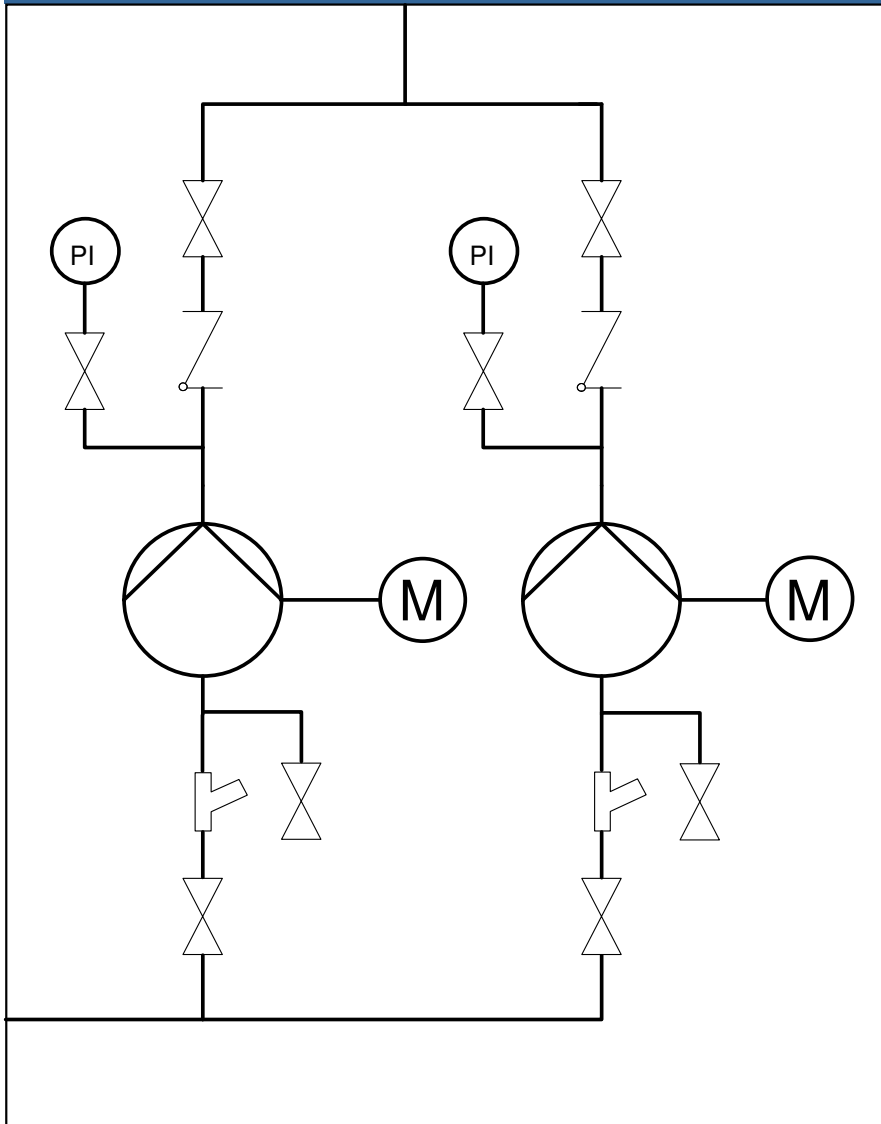


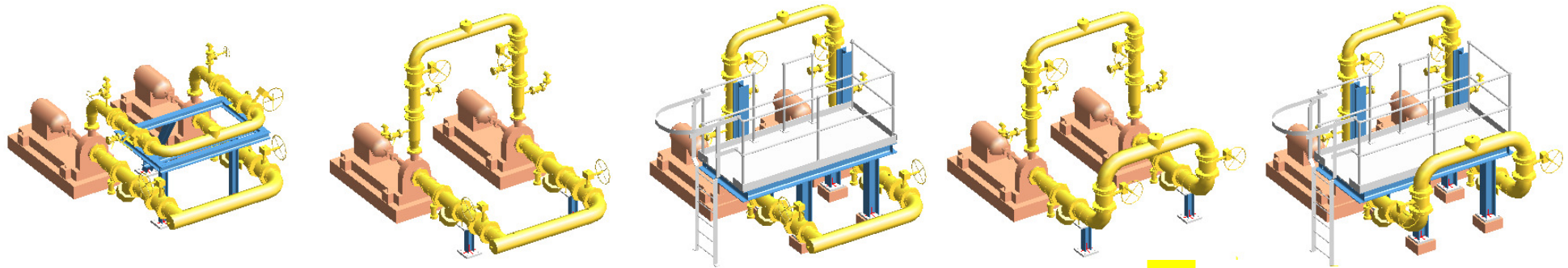
3D-Welt: Generierung von Modulen

1 P&ID



3 Layouts





Stutzen

Pumpe

Motor und FU

Rohrleitungen/ Nahverrohrung

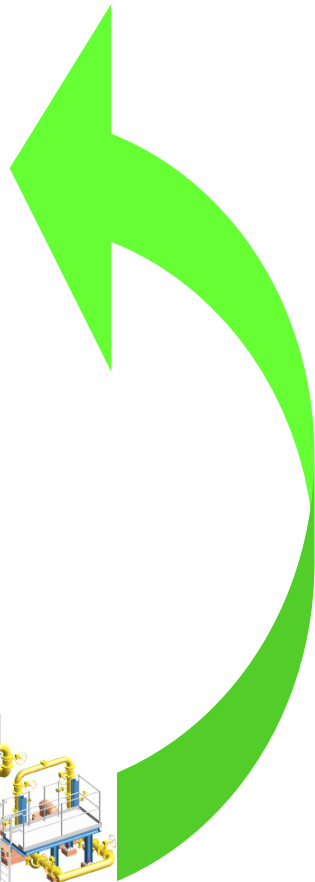
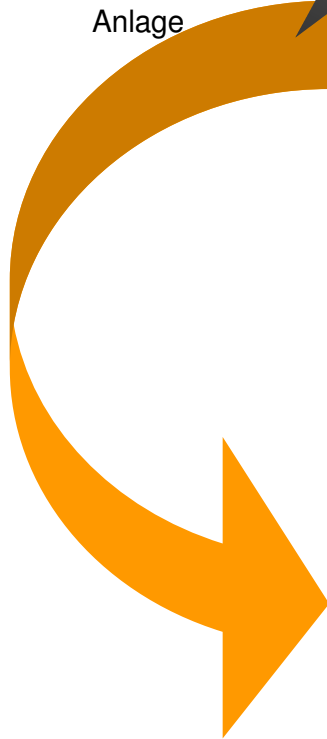
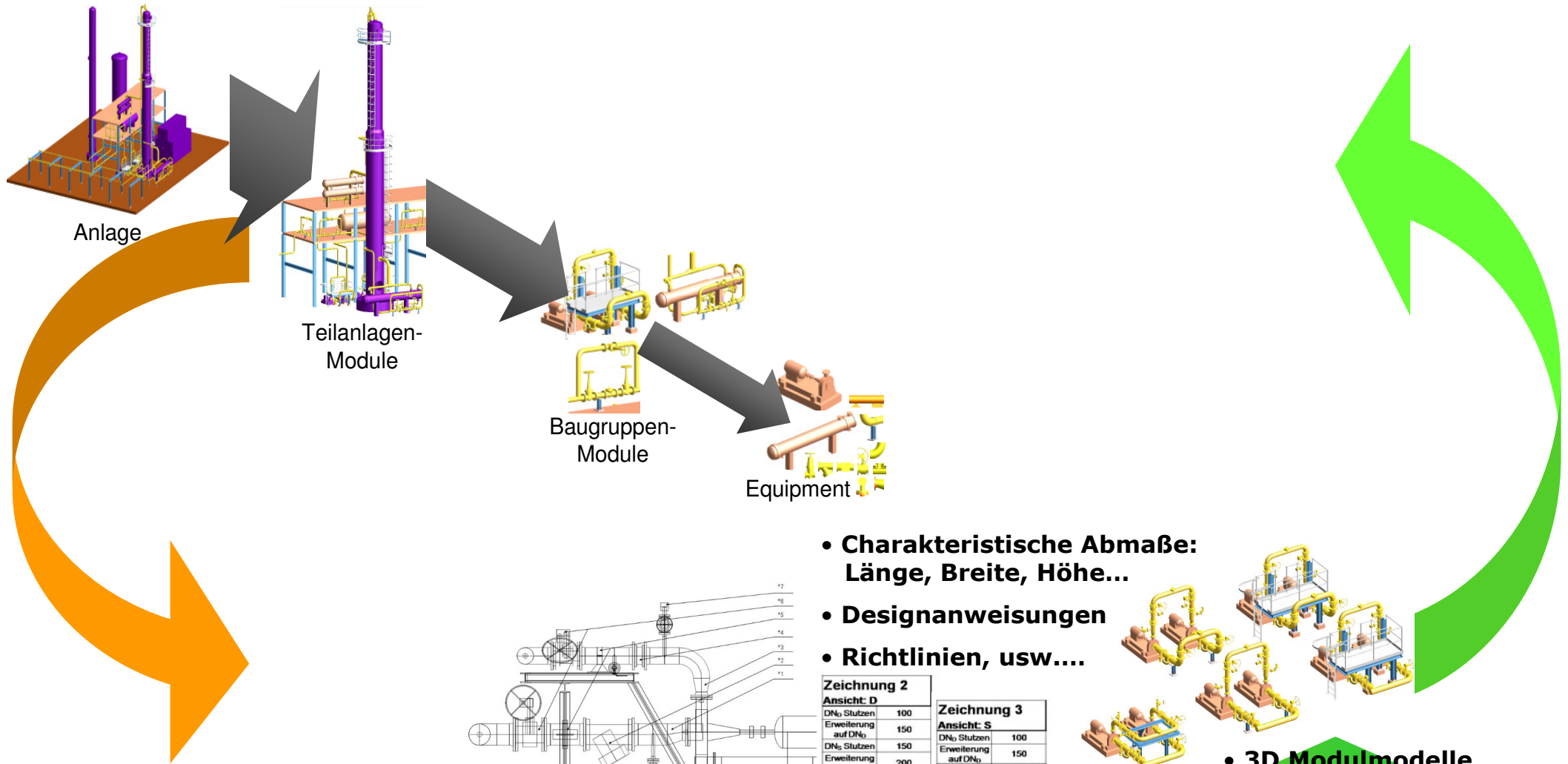
Halterungen

Stahlbau

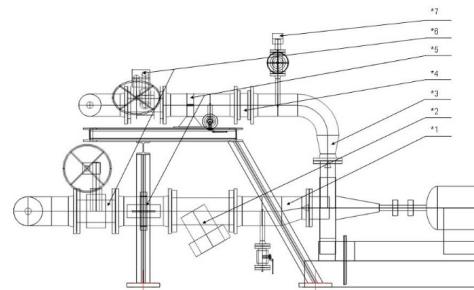
Abmaße des Pumpen-Baugruppenmoduls (bei konstanten Stutzendurchmesser) abhängig von:

- ▶ **Pumpenhersteller:** beeinflusst die **Position** der Stutzen; **Nahverrohrung bleibt** aber **unverändert**
- ▶ **Motorgröße:** Motor-/ Pumpenleistung = $f(\text{Förderhöhe/ Fördermenge})$, z. B. 3kW; 5,5kW; 7,5kW; 11kW: **beeinflusst die Pumpengröße**
- ▶ **Rohrklasse** beeinflusst die Nahverrohrung

Modulablage mittels Modulbibliothek



- Charakteristische Abmaße: Länge, Breite, Höhe...
- Designanweisungen
- Richtlinien, usw....



- PFD, P&ID
- Aufstellungspläne
- 2D-Layouts

Zeichnung 2

Ansicht: D

DN ₀ Stutzen	100
Erweiterung auf DN ₀	150
DN ₂ Stutzen	150
Erweiterung auf DN ₂	200
LD	1801.5
L _{max}	150
LC	1700
LS	2128

Zeichnung 3

Ansicht: S

DN ₀ Stutzen	100
Erweiterung auf DN ₀	150
DN ₂ Stutzen	150
Erweiterung auf DN ₂	200
LD	1801.42
L _{max}	150
LC	1700
L _{st}	100

Zeichnung 4

ANSICHT: Detail

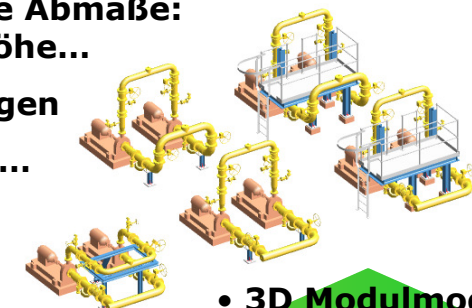
L _{max}	150
LC	1700
L _{st}	100

*1: Reduzierstück; REZ-150/200
*2: Flanschprofil; FLD-100/150
*3: Halboverzug; Sgepopt-Abflanschm-AT
*4: Abzweige für PI's und Entleerungen; DN 25

Zeichnung 1

Ansicht: W

DN ₀ Stutzen	100	L _{st}	150	L _{st}	125	L _{st}	225
Erweiterung auf DN ₀	150	L _{st}	L _{st}	L _{st}	2128	H _{st}	600
DN ₂ Stutzen	150	L _{st}	L _{st}	L _{st}	150	H _{st}	1104
Erweiterung auf DN ₂	200	L _{st}	L _{st}	L _{st}	L _{st}	L _{st}	404
LD	1801.5	L _{st}	L _{st}	L _{st}	L _{st}	L _{st}	704



- 3D Modulmodelle
- Variantenkonstruktionen
- unterschiedliche Ausführungen/ Größen



Eingeloggt:
lukasz.hady@tu-berlin.de

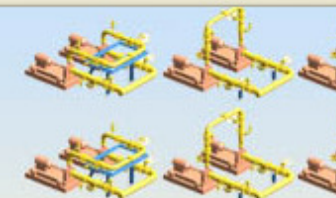
Einstellungen Ausloggen

Modulbibliothek

Ein Assistenzwerkzeug zur Absicherung der Qualitäts- und KnowHow-Merkmalen im Anlagenbau

Datenbasis auswählen Modultyp auswählen

Datenbasis: Computergestützte Anlagenplanung || Teilanlagenmodul: Deisobutanizer || Baugruppenmodul:



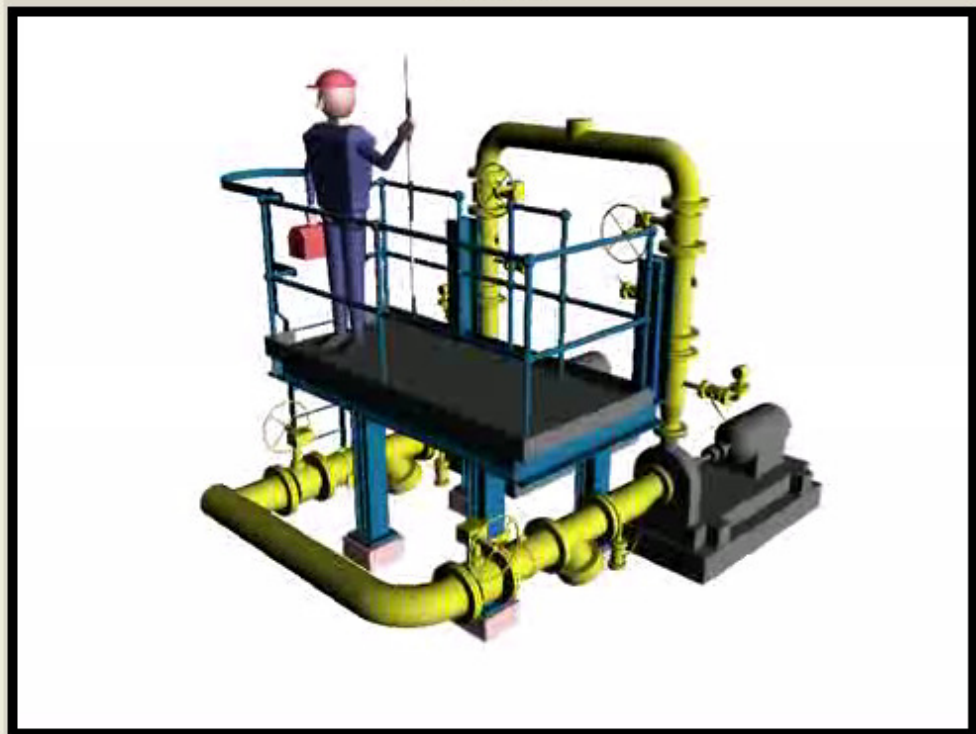
Visualisierung

2D-Ansicht 3D-Ansicht

H-H V-V-1 V-V-2

H-V-1 H-V-2

Film Nr. 1



Dokumentation

Know-How-Merkmale Abmasse des 2D-Layouts

V-V-2 Zeigen

alle Einträge Hady lukasz.hady@tu-berlin.de Doktorand

gemeinsame Einträge H-H N16RF;

V-V-1 a 200 REC

V-V-2

H-V-1

H-V-2

*2 Y-Filter: bei DN 200 ist diese Bauteil nicht vorhanden. Lassen Sie bitte einen Abstand von 596 mm und bauen Sie die nächste Teil ein. Es sollte eine Platzreserve für ein Y-Filter in der realen Saugleitung vorhanden sein.

*5 Halterung: Rohrklasse - SUPPORT; Typ: AL Loslager einfache Rohrunterstützung

*6 Schieber/ Hahn: PLUG Hahn mit Flansch, Typ 127

Ändern Löschen Neue Abbildung PDF erstellen

2009-02-13 Lukasz Hady lukasz.hady@tu-berlin.de Doktorand

Druckseite: Rohrklasse - DIN16RF;

*3 Reduzierung konzentrisch 150 RED

*4 Rückschlagventil DIN, DN 150

Zusammenfassung

- ▶ Einfache Zuordnung der **Prozessschichten** zu den **Anlagenschichten** sowohl 2D und 3D
 - ▶ Beteiligte Disziplinen können **frühzeitig zusammenarbeiten**
- ▶ 3D Nahverrohrung **manuell** erstellt:
 - ▶ Optimal geplante Layouts mit Berücksichtigung von Platzreserven für Installation, Bedienung, Instandhaltung
 - ▶ Einheitliche, „Standard“ Layouts von Baugruppenmodulen verschiedener Größen
- ▶ Wiederverwendung der Modulmodellen **beschränkt** durch die **gewählten Rohrklassen**
- ▶ **Management** der Moduldokumentation m. H. der **Modulbibliothek** gegeben:
 - ▶ **Übertragung** auf die **anderen Rohrklassen** möglich
 - ▶ **Kommunikation** der einzelnen Fachgebiete **möglich**
- ▶ **Parametrisierung** der **3D-Module** hinsichtlich der **Nahverrohrung** anstatt des **individuellen Design** denkbar/ möglich?
- ▶ **Implementierung der Designregeln** vorstellbar?

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

The authors acknowledge support from the Cluster of Excellence "Unifying Concepts in Catalysis" coordinated by the Berlin Institute of Technology and funded by the German Research Foundation (DFG)

