



Hybrid  
Work  
Systems

Wernher Behrendt (vorm. Salzburg Research)

## **TDL - Task Description Language**

Beschreibungssprache für Planung,  
Ausführung und Überwachung von  
Produktionsprozessen



# Use Case: Zylinderkopfmontage



# Zylinderkopfmontage - Arbeitsbeschreibung

22.07.13 Drucken Arbeitsanweisung Montage 2022.07.13 11:13 2

Material : 881200 BASISMOTOR 1603 XHO VERPACKT  
 Taktzeit : 1,422 Min Stückzahl : 320 ST  
 Band : 280300 Linie 3  
 Index : A220322 Vorgang: 0790 Station: 280302

Vornr	Beschreibung	Zeit	KumZeit	P
0010	VORMONTAGE ZYLINDERKOPF	0,000	0,000	
0020	Steckerbstifte einlegen 2 Mal	0,093	0,093	
	Materialien			
929650	STECKERBSTIFT 5X10 DIN 1474	2,000	ST	
0030	Zylinderkopf einlegen in Vorrichtung	0,153	0,246	
	Materialien			
413252	ZYLINDERKOPF KPL. Ventile und Ventildochr etc. wurden vormontiert; auf Verunreinigungen achten!	1,000	ST	
0040	Startknopf betätigen	0,015	0,261	■
0050	Automatikstation S010	0,000	0,261	■
	Materialien			
630202	VENTILSCHAFTDICHTUNG Teil trocken montieren	12,000	ST	
0060	Zylinderkopf weiterschieben	0,027	0,288	
0070	QR-Code einscannen Zylinderkopf	0,063	0,351	
0080	Zylinderkopf schwenken	0,027	0,378	
0090	Auslassventile einstecken 6 Mal	0,195	0,573	
	Materialien			
254682	AUSLASSVENTIL 31 MM Schaft ölen	6,000	ST	
	297990 MOTORÖL SAE 10 W/40			
0100	Einlassventile einstecken 6 Mal	0,195	0,768	
	Materialien			
253163	EINLASSVENTIL 38 MM Schaft ölen	6,000	ST	
	297990 MOTORÖL SAE 10 W/40			

0110 Zylinderkopf schwenken 0,027 0,795  
 0120 Ventildochr Innen einlegen 12 Mal 0,486 1,281  
 Materialien  
 838280 VENTILFEDER INNEN 12,000 ST

0130 Ventildochr Außen einlegen 12 Mal 0,486 1,767  
 Materialien  
 238180 VENTILFEDER 12,000 ST  
 Einbaulage: Farbmarkierung oben bzw.ang  
 anliegende Windungen unten.

0140 Zylinderkopf weiterschieben 0,027 1,794  
 0150 Automatikstation S030 0,000 1,794 ■

Materialien  
 253645 VENTILKEGELSTUECK MK6 24,000 ST  
 optische Prüfung notwendig  
 254283 VENTILPEDERTELLER 12,000 ST

0160 Zylinderkopf weiterschieben 0,027 1,821  
 0170 QR-Code einscannen Zylinderkopf 0,063 1,884 ■  
 0180 Zylinderkopf drehen 0,039 1,923  
 0190 Nockenwellenbohrung fetten 0,145 2,068

22.07.13 Drucken Arbeitsanweisung Montage 2022.07.13 11:13 3

Material : 881200 BASISMOTOR 1603 XHO VERPACKT  
 Taktzeit : 1,422 Min Stückzahl : 320 ST  
 Band : 280300 Linie 3  
 Index : A220322 Vorgang: 0790 Station: 280302

Materialien  
 899561 SCHMIERFETT KLUEBER ISOFLEX TOPAS 0,010 KG  
 637783 NOCKENWELLE Type 1603 NA 1,000 ST  
 mit Klüberfett an den Lagerstellen verbauen und auf  
 Leichtgängigkeit achten, mit Stift abstecken!  
 899561 Schmierfett



# Arbeitsprozessbeschreibungssprache TDL

## Task Editor

Cylinder Head Assembly

```
1 task assembling component 'Zylinderkopf' of product 'our_engine' requires:
2
3   repeat(2, do step inserting component 'Kerbstift' into component 'Zylinderkopf' in time range 2 to 3 seconds;
4           );
5   do step placing component 'Zylinderkopf' onto equipment 'Automatikstation_S010' in time range 8 to 10 seconds;
6
7   set trigger to tutorial 'our_engine/zyylinderkopf_montage.mp3' if user request is show_how;
8
9   do step pressing button 'Startknopf' of equipment 'Automatikstation_S010' in time range 1 to 2 seconds;
10
11  do step waiting while equipment 'Automatikstation_S010' is active in time range 10 to 12 seconds;
12
13  do step pushing component 'Zylinderkopf' to the right with distance range 50 to 55 cm in time range 1 to 2 seconds;
14
15  do step data capturing of object 'QR-code' on component 'Zylinderkopf' in time range 3 to 4 seconds;
16
17  do step turning component 'Zylinderkopf' by angle 180 degrees in time range 1 to 2 seconds;
18
19  repeat(6, do step lubricating component 'Auslassventil' with consumable 'SAE-01' in time range 1 to 3 seconds;
20           do step inserting component 'Auslassventil' into component 'Zylinderkopf' in time range 1 to 3 seconds;
21           );
22
23  repeat(6, do step lubricating component 'Einlassventil' in time range 1 to 3 seconds;
24           do step inserting component 'Einlassventil' into component 'Zylinderkopf' in time range 1 to 3 seconds;
25           );
26
27  do step turning component 'Zylinderkopf' by angle 180 degrees in time range 1 to 2 seconds;
28
29  repeat(12, do step inserting component 'Ventilfeder Innen' into component 'Zylinderkopf' in time range 1 to 3 seconds;
30            );
31
32  repeat(12, do step inserting component 'Ventilfeder Aussen' into component 'Zylinderkopf' in time range 1 to 3 seconds;
33            );
34  eot
```

validate

save

# Haupt-Konstrukte von TDL

*Task-Deklaration:*

task **assembling** assembly 'Zylinderkopf' of product 'brp\_engine' requires:

*Taskbeschreibung in Schritten:*

do step **placing** {von-wo} component 'Zylinderkopf' onto  
equipment 'Automatikstation\_S010' in time range 8 to 10 seconds;

*Muster:*

do step [VERB] {von-wo} [Objekt-Typ] [Objekt] {wohin-Richtung}  
[Objekt-Typ] [Objekt] [Geplanter-Zeitrahmen];

# Wo kommen die **Verben** her?

do step placing {von-wo} component 'Zylinderkopf' onto  
equipment 'Automatikstation\_S010' in time range 8 to 10 seconds;

1. *aus der Wissensbasis - allgemein nützliche Verben:*

is\_activity(hws:placing, [wn:place]).

is\_activity(hws:connecting, []).

is\_activity(hws:lubricating, []).

...

2. *aus lokalen Definitionen (nachträglich über das GUI definierbar):*

is\_local\_activity('myfirm':'Tanzen',[hws:dancing]).

is\_local\_activity('myfirm':'Singen',[hws:singing]).

...

# Wo kommen die lokalen **Objektnamen** her?

do step **placing** {von-wo} **component** 'Zylinderkopf' onto  
equipment 'Automatikstation\_S010' in time range 8 to 10 seconds;

1. aus BoMs (als .xlsx über das GUI hochladbar)

- *component*
- *assembly*

2. aus lokalen Definitionen (nachträglich über das GUI definierbar):

- *equipment*
- *component*
- *assembly*



# Wie sieht das BoM im Excel-sheet aus?

The foreground spreadsheet, titled 'Zylinderkopf\_bom (1)', displays a Bill of Materials (BoM) table with the following data:

InventoryID	InventoryText	shortName	numberOfParts	unitForParts	sortingRef
929650	STECKERBSTIFT 5X10 DIN 1474	Kerbstift	2	ST	ZYL. KOPF
630202	VENTILSCHAFTDICHTUNG	Ventildichtung	12	ST	VENT.TR
238180	VENTILFEDER	Ventilfeder	12	ST	VENT.TR
838280	VENTILFEDER INNEN	Ventilfeder Innen	12	ST	VENT.TR
851694	NÖCKENWELLENFUHRUNG	Nockenwellenfuhrung	1	ST	ZYL. KOPF
253645	VENTILKEGELSTUECK MK6	Ventilkegelstueck	24	ST	VENT.TR
254283	VENTILFEDERTELLER	Ventilfederteller	12	ST	VENT.TR
253163	EINLASSVENTIL 38 MM	Einlassventil	6	ST	VENT.TR
254682	AUSLASSVENTIL 31 MM	Auslassventil	6	ST	VENT.TR
413252	ZYLINDERKOPF KPL.	Zylinderkopfkupplung	1	ST	ZYL. KOPF
637783	NÖCKENWELLE Type 1603 NA	Nockenwelle	1	ST	VENT.TR
899561	SCHMIERFETT KLUEBER ISOFLEX TOPAS NB 52	Fett	0,01	KG	MOD ZYLKO



# Haupt-Konstrukte von TDL: Wiederholungen

```
repeat(6,  
  do step lubricating component 'Auslassventil'  
    using substance 'SAE_Oel'  
    in time range 1 to 3 seconds;  
  do step inserting component 'Auslassventil'  
    into component 'Zylinderkopf'  
    in time range 1 to 3 seconds;  
);
```

*Diese beiden Schritte werden 6 Mal hinter einander ausgeführt.*

Anm.: **using** [Objekt-typ] 'SAE\_Oel' ist ein optionales Konstrukt !

# Haupt-Konstrukte von TDL: Verzweigungen

do either subtask 'left\_side' or subtask 'right\_side';

subtask 'left\_side' of component 'Zylinderkopf ' requires:

do step placing component 'Ventilfeder' into component 'Zylinderkopf ' in time range 1 to 3 seconds;

subtask 'right\_side' of component 'Zylinderkopf ' requires:

do step inserting component 'Ventilfeder' into component 'Zylinderkopf ' in time range 3 to 5 seconds;

eob;

*Anm.: "eob" steht für "end of branch", d.h. Ende der Verzweigungen.*

# Haupt-Konstrukte von TDL: Interventionen

*Regeln für Assistenz-Interventionen:*

task **assembling** assembly 'Zylinderkopf' of product 'brp\_engine' requires:

**set trigger to tutorial** 'brp\_engine/zyylinderkopf\_montage.mp3'

**if user request is** show\_how;

do step placing component 'Zylinderkopf' onto equipment 'Worktable'

in time range 10 to 15 seconds;

*Es gibt 5 Arten von Triggern - sie sind aber nicht Forschungsthema in HWS:*

- **request\_trigger**(show\_how)
- **deviation\_trigger**(wrong\_action)
- **concern\_trigger**(warning)
- **danger\_trigger**(danger(X))
- **panic\_trigger**(panic(emergency))

# Einschränkung: TDL beschreibt momentan nur Montage-Tasks

## Task-Deklaration für Montage:

task `assembling` assembly `'Zylinderkopf'` of product `'brp_engine'` requires:

Noch zu implementieren: Spezielle Ausdrücke für  
`Instandhaltung`, `Rüsten`, `Testen`.

## Lokale Bezeichnungen:

- Unter Hochkomma stellen
- keine Leerzeichen, keine Minus-Zeichen, keine Umlaute
- Punkt (.) und Schrägstrich (/) sind OK, z.B. für URLs, File-Namen.

also: `'Ventilfeder_innen'`, `'Ventilfeder_aussen'` ist OK.

# Warum eine formale Task- und Interventionsbeschreibung?

Schrittweise Beschreibung der Vorgänge (Prozesse) erlaubt formale Zustandsbeschreibungen (engl.: state transition networks).

Somit können Handlungen mit Situationen in Bezug gebracht werden.

Video-Erkennung einzelner Handlungen ermöglicht Situationserkennung durch Anwendung von KI-Regeln.

**Ausblick:** Automatische Zustandsüberwachung in der Produktion.

# Fördergeber / Funding Authority

Das Projekt „Hybrid Work Systems“ wird gefördert vom BMK und von der FFG aus Mitteln des Programms IKT der Zukunft (Projektnummer 886667)

„Hybrid Work Systems“ is funded by the Austrian Ministry for Mobility and Climate (BMK) and the Austrian Research Promotion Agency (FFG) as part of the program ICT of the Future.  
Project number 886667

# Vielen Dank - Anfragen bitte an:



**Felix Strohmeier**



Salzburg Research Forschungsgesellschaft m.b.H.  
Jakob-Haringer-Straße 5/3 | Salzburg, Austria



+43 662 2288-443



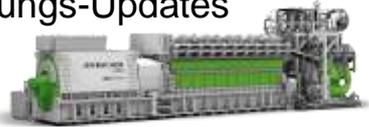
[felix.strohmeier@salzburgresearch.at](mailto:felix.strohmeier@salzburgresearch.at)



# Konsortium – Industriepartner in HWS

- INNIO Jenbacher – Gasmotoren
  - Anwendungsziel: Verbesserte Ergonomie in der Produktion; durch günstigere Kostenstruktur häufigere Zeit- und Bewegungsstudien und Planungs-Updates
  - Vertreter: Robert Eisenmann - [Robert.Eisenmann@innio.com](mailto:Robert.Eisenmann@innio.com)
- BRP Rotax - Motorenbau
  - Anwendungsziel: Überprüfung und Optimierung ergonomischer Aspekte im Produktionsprozess; Modelling & Workplace Design mit dem Planungstool ema Work Designer
  - Vertreter: Lukas Franzl - [lukas.franzl@brp.com](mailto:lukas.franzl@brp.com)
- Imk-automotive – Engineering Consulting and Software tool provider to Industry
  - Anwendungsziel: Automatische Segmentierung von Bewegungsdaten und deren Integration in das Planungstool , ema Work Designer‘ zur semi-automatischen Bewertung von Arbeitsprozessen
  - Vertreter: Michael Spitzhirn - [michael.spitzhirn@imk-automotive.de](mailto:michael.spitzhirn@imk-automotive.de)

**JENBACHER**  
INNIO



**ROTAX.**

**imk** industrial competence

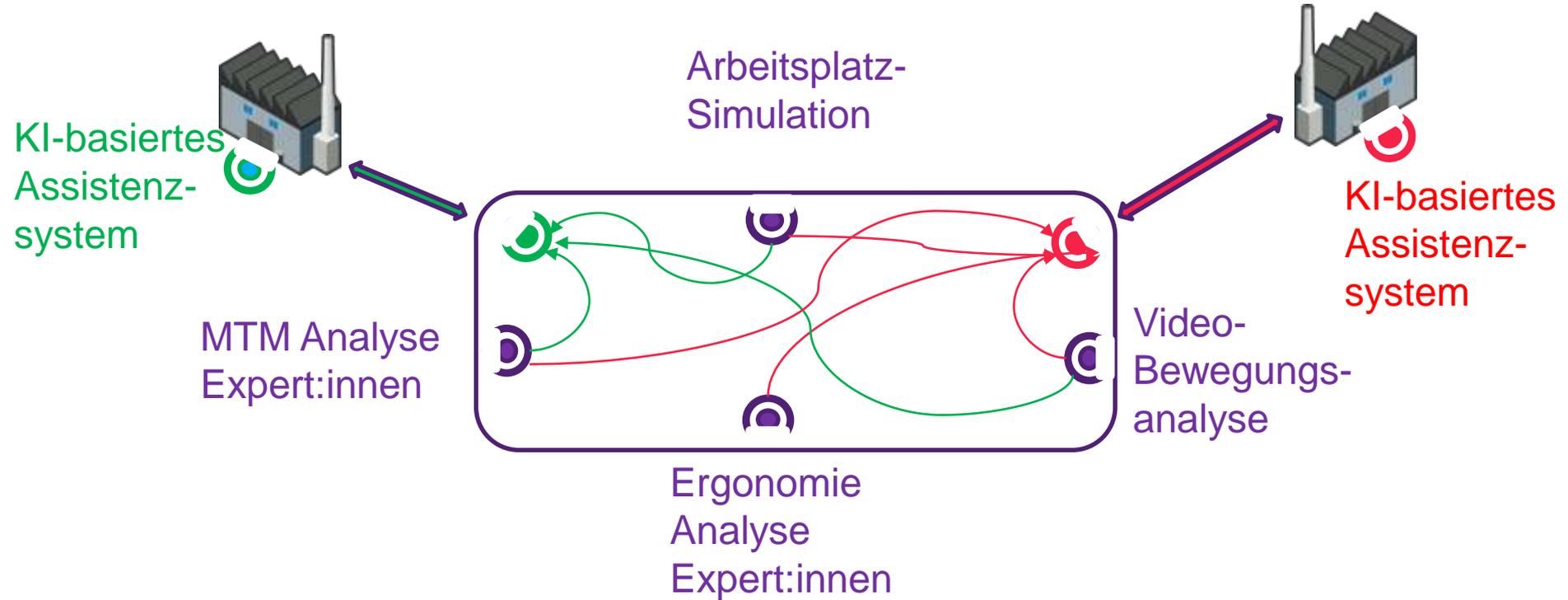
# Konsortium – F & E Partner in HWS



- **Salzburg Research** – Industrial Motion Data Intelligence
  - Hintergrundwissen: Plattform-Technologie aus EU Projekten; Semantische Modelle aus Leitprojekt MMASSIST
  - HWS: Human-Machine Task Modelling; Kollaborationsplattform
  - Vertreter: Wernher Behrendt – [uernher.behrendt@salzburgresearch.at](mailto:wernher.behrendt@salzburgresearch.at)
- **Profactor** – Industrial Robotics
  - Hintergrundwissen: Computer Vision, Deep Learning, Menschzentrierte Assistenzsysteme in der Produktion
  - HWS: Video-Analyse von menschlicher oder robotischer Bewegung
  - Vertreter: Dr. Gernot Stübl – [Gernot.Stuebl@profactor.at](mailto:Gernot.Stuebl@profactor.at)
- **Fraunhofer Österreich** – Advanced Industrial Management
  - Hintergrundwissen: Menschzentriertes Produktions- und Logistikmanagement, Assistenzsysteme (Leitprojekt MMASSIST)
  - HWS: Aufnahme Ist-Situation, Anforderungsableitung, MTM in industrieller Anwendung, MRK
  - Vertreter: Gerhard Reisinger – [gerhard.reisinger@fraunhofer.at](mailto:gerhard.reisinger@fraunhofer.at)
- **MTM ASSOCIATION e. V.** – MTM Analyse und Methodik
  - Hintergrundwissen: Expertise Arbeitsgestaltung mit MTM-Methoden, Projekterfahrung Digitalisierung von Planungsprozessen
  - HWS: Taxonomie zur Beschreibung von Arbeitsprozessen, Ableitung von MTM-Analysen aus Video-Analysen
  - Vertreter: Dr. Martin Benter - [martin.benter@dmtn.com](mailto:martin.benter@dmtn.com)



# Plattform-basierte Bewegungsanalyse für die Industrie



# INNIO Use Case: Container-Schweissen

## Informelle Beschreibung:

Arbeitsgang	Beschreibung
1	Behälter wenden
2	Deckel aus Regal entnehmen
3	Deckel in Behälter einpassen
4	Behälter in Presse einlegen
5	Deckel einpressen
6	Deckel und Behälter heftschweißen
7	Behälter entnehmen und zum nächsten AG bringen

# INNIO Use Case: Container-Schweissen

## TDL Beschreibung:

### Arbeitsgang

Behälter wenden

```
do step turning component 'Behaelter' by angle 180  
degrees in time range 1 to 2 seconds;
```

Deckel aus Regal entnehmen

```
do step picking from equipment 'Regal' component  
'Deckel' in time range 3 to 5 seconds;
```

Deckel in Behälter einpassen

```
do step fitting 'Deckel' into 'Behaelter';
```

Behälter in Presse einlegen

```
Behälter in Presse einlegen
```

Deckel einpressen

```
Deckel einpressen
```

Deckel und Behälter heftschweißen

```
Deckel und Behälter heftschweißen
```

Behälter entnehmen und zum  
nächsten AG bringen

```
Behälter entnehmen und zum nächsten AG bringen
```