



Notwendigkeit von Metriken für neue Programmiermethoden automatisierungstechnischer Anlagen

Dipl.-Ing. Steven Braun₁

Co-Autoren: M. Obermeier₁, J. Schmidt-Colinet₁, K. Eben₂ und M. Kissel₂

₁Lehrstuhl für Informationstechnik im Maschinenwesen

₂Lehrstuhl für Produktentwicklung

Technische Universität München



1. Vorstellung des Lehrstuhls für Informationstechnik im Maschinenwesen
2. Neue Methoden in der SPS-Programmierung
3. Bisherige Untersuchungen zum Nutzen von modellbasierten Ansätzen in Echtzeitumgebungen
4. Metriken als Grundlage weiterer Untersuchungen
5. Ansatz zum Aufbau einer Metrikensammlung

Ordinaria

Prof. Dr.-Ing. Birgit Vogel-Heuser



Extraordinarius

Prof. Dr.-Ing. Frank Schiller



Angestellte

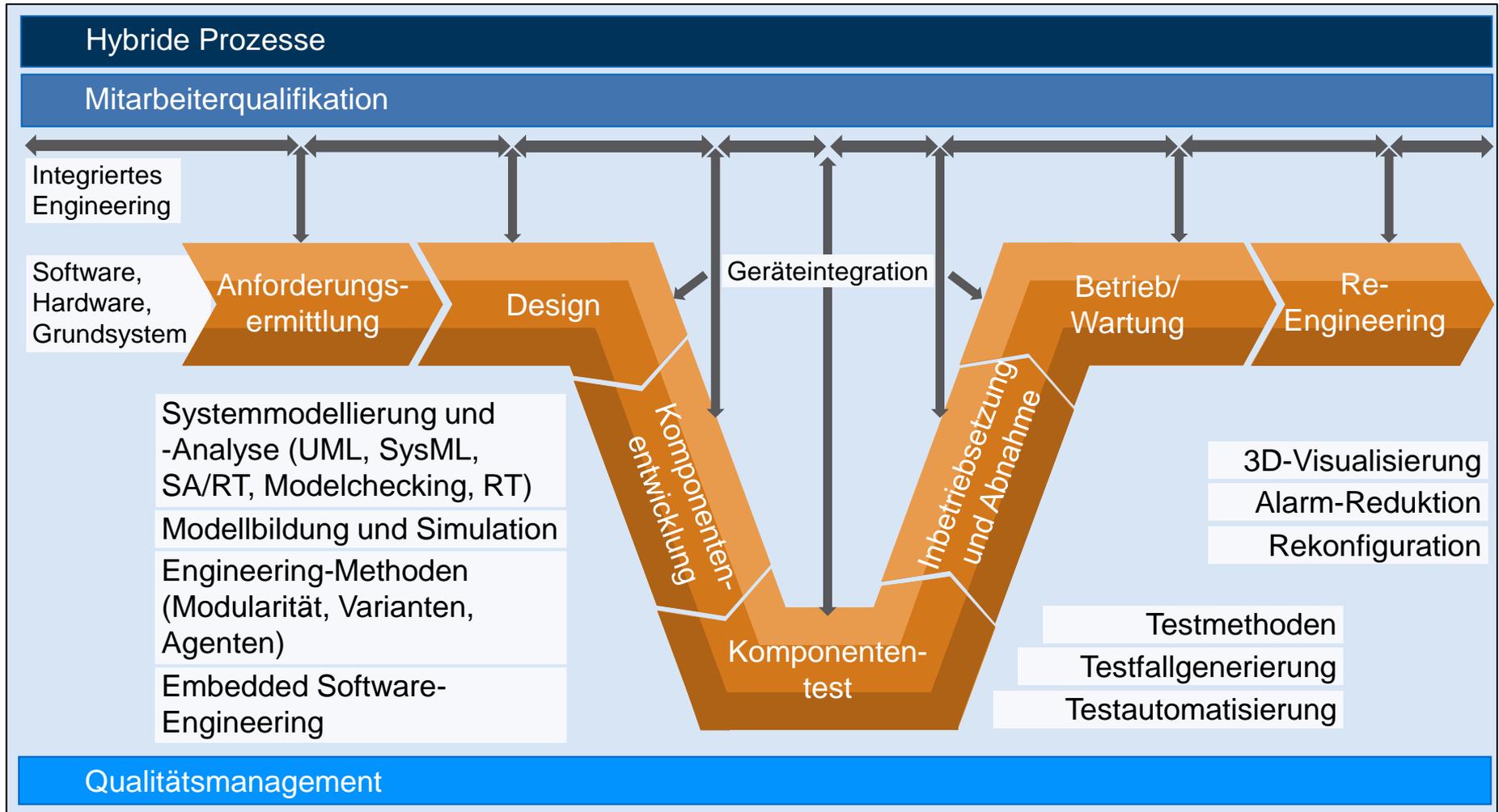
- 30 wissenschaftliche Mitarbeiter
- 5 technische Angestellte
- 2 Verwaltungsangestellte
- 2 auszubildende Fachinformatiker

Lehrveranstaltungen

10 Vorlesungen 3 Praktika

Homepage: www.itm.tum.de







1. Vorstellung des Lehrstuhls für Informationstechnik im Maschinenwesen
2. Neue Methoden in der SPS-Programmierung
3. Bisherige Untersuchungen zum Nutzen von modellbasierten Ansätzen in Echtzeitumgebungen
4. Metriken als Grundlage weiterer Untersuchungen
5. Ansatz zum Aufbau einer Metrikensammlung

Mit steigenden Anforderungen an den Anlagen- und Maschinenbau entsteht ein Bedarf neuer, effizienter Methoden zur Programmierung von deren Steuerungen, meist speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS).

Im Gegensatz zur Anwendungsentwicklung in der Automatisierungstechnik keine Etablierung von Software Engineering Methoden zur Unterstützung von Wiederverwendbarkeit.

→ Stand der Technik: prozedurale Sprachen der IEC 61131-3

ST

```
10000 %M0000: %M0000
10001 %M0001: %M0001
10002 %M0002: %M0002
10003 %M0003: %M0003
10004 %M0004: %M0004
10005 %M0005: %M0005
10006 %M0006: %M0006
10007 %M0007: %M0007
10008 %M0008: %M0008
10009 %M0009: %M0009
10010 %M0010: %M0010
10011 %M0011: %M0011
10012 %M0012: %M0012
10013 %M0013: %M0013
10014 %M0014: %M0014
10015 %M0015: %M0015
10016 %M0016: %M0016
10017 %M0017: %M0017
10018 %M0018: %M0018
10019 %M0019: %M0019
10020 %M0020: %M0020
10021 %M0021: %M0021
10022 %M0022: %M0022
10023 %M0023: %M0023
10024 %M0024: %M0024
10025 %M0025: %M0025
10026 %M0026: %M0026
10027 %M0027: %M0027
10028 %M0028: %M0028
10029 %M0029: %M0029
10030 %M0030: %M0030
10031 %M0031: %M0031
10032 %M0032: %M0032
10033 %M0033: %M0033
10034 %M0034: %M0034
10035 %M0035: %M0035
10036 %M0036: %M0036
10037 %M0037: %M0037
10038 %M0038: %M0038
10039 %M0039: %M0039
10040 %M0040: %M0040
10041 %M0041: %M0041
10042 %M0042: %M0042
10043 %M0043: %M0043
10044 %M0044: %M0044
10045 %M0045: %M0045
10046 %M0046: %M0046
10047 %M0047: %M0047
10048 %M0048: %M0048
10049 %M0049: %M0049
10050 %M0050: %M0050
10051 %M0051: %M0051
10052 %M0052: %M0052
10053 %M0053: %M0053
10054 %M0054: %M0054
10055 %M0055: %M0055
10056 %M0056: %M0056
10057 %M0057: %M0057
10058 %M0058: %M0058
10059 %M0059: %M0059
10060 %M0060: %M0060
10061 %M0061: %M0061
10062 %M0062: %M0062
10063 %M0063: %M0063
10064 %M0064: %M0064
10065 %M0065: %M0065
10066 %M0066: %M0066
10067 %M0067: %M0067
10068 %M0068: %M0068
10069 %M0069: %M0069
10070 %M0070: %M0070
10071 %M0071: %M0071
10072 %M0072: %M0072
10073 %M0073: %M0073
10074 %M0074: %M0074
10075 %M0075: %M0075
10076 %M0076: %M0076
10077 %M0077: %M0077
10078 %M0078: %M0078
10079 %M0079: %M0079
10080 %M0080: %M0080
10081 %M0081: %M0081
10082 %M0082: %M0082
10083 %M0083: %M0083
10084 %M0084: %M0084
10085 %M0085: %M0085
10086 %M0086: %M0086
10087 %M0087: %M0087
10088 %M0088: %M0088
10089 %M0089: %M0089
10090 %M0090: %M0090
10091 %M0091: %M0091
10092 %M0092: %M0092
10093 %M0093: %M0093
10094 %M0094: %M0094
10095 %M0095: %M0095
10096 %M0096: %M0096
10097 %M0097: %M0097
10098 %M0098: %M0098
10099 %M0099: %M0099
10100 %M0100: %M0100
10101 %M0101: %M0101
10102 %M0102: %M0102
10103 %M0103: %M0103
10104 %M0104: %M0104
10105 %M0105: %M0105
10106 %M0106: %M0106
10107 %M0107: %M0107
10108 %M0108: %M0108
10109 %M0109: %M0109
10110 %M0110: %M0110
10111 %M0111: %M0111
10112 %M0112: %M0112
10113 %M0113: %M0113
10114 %M0114: %M0114
10115 %M0115: %M0115
10116 %M0116: %M0116
10117 %M0117: %M0117
10118 %M0118: %M0118
10119 %M0119: %M0119
10120 %M0120: %M0120
10121 %M0121: %M0121
10122 %M0122: %M0122
10123 %M0123: %M0123
10124 %M0124: %M0124
10125 %M0125: %M0125
10126 %M0126: %M0126
10127 %M0127: %M0127
10128 %M0128: %M0128
10129 %M0129: %M0129
10130 %M0130: %M0130
10131 %M0131: %M0131
10132 %M0132: %M0132
10133 %M0133: %M0133
10134 %M0134: %M0134
10135 %M0135: %M0135
10136 %M0136: %M0136
10137 %M0137: %M0137
10138 %M0138: %M0138
10139 %M0139: %M0139
10140 %M0140: %M0140
10141 %M0141: %M0141
10142 %M0142: %M0142
10143 %M0143: %M0143
10144 %M0144: %M0144
10145 %M0145: %M0145
10146 %M0146: %M0146
10147 %M0147: %M0147
10148 %M0148: %M0148
10149 %M0149: %M0149
10150 %M0150: %M0150
10151 %M0151: %M0151
10152 %M0152: %M0152
10153 %M0153: %M0153
10154 %M0154: %M0154
10155 %M0155: %M0155
10156 %M0156: %M0156
10157 %M0157: %M0157
10158 %M0158: %M0158
10159 %M0159: %M0159
10160 %M0160: %M0160
10161 %M0161: %M0161
10162 %M0162: %M0162
10163 %M0163: %M0163
10164 %M0164: %M0164
10165 %M0165: %M0165
10166 %M0166: %M0166
10167 %M0167: %M0167
10168 %M0168: %M0168
10169 %M0169: %M0169
10170 %M0170: %M0170
10171 %M0171: %M0171
10172 %M0172: %M0172
10173 %M0173: %M0173
10174 %M0174: %M0174
10175 %M0175: %M0175
10176 %M0176: %M0176
10177 %M0177: %M0177
10178 %M0178: %M0178
10179 %M0179: %M0179
10180 %M0180: %M0180
10181 %M0181: %M0181
10182 %M0182: %M0182
10183 %M0183: %M0183
10184 %M0184: %M0184
10185 %M0185: %M0185
10186 %M0186: %M0186
10187 %M0187: %M0187
10188 %M0188: %M0188
10189 %M0189: %M0189
10190 %M0190: %M0190
10191 %M0191: %M0191
10192 %M0192: %M0192
10193 %M0193: %M0193
10194 %M0194: %M0194
10195 %M0195: %M0195
10196 %M0196: %M0196
10197 %M0197: %M0197
10198 %M0198: %M0198
10199 %M0199: %M0199
10200 %M0200: %M0200
10201 %M0201: %M0201
10202 %M0202: %M0202
10203 %M0203: %M0203
10204 %M0204: %M0204
10205 %M0205: %M0205
10206 %M0206: %M0206
10207 %M0207: %M0207
10208 %M0208: %M0208
10209 %M0209: %M0209
10210 %M0210: %M0210
10211 %M0211: %M0211
10212 %M0212: %M0212
10213 %M0213: %M0213
10214 %M0214: %M0214
10215 %M0215: %M0215
10216 %M0216: %M0216
10217 %M0217: %M0217
10218 %M0218: %M0218
10219 %M0219: %M0219
10220 %M0220: %M0220
10221 %M0221: %M0221
10222 %M0222: %M0222
10223 %M0223: %M0223
10224 %M0224: %M0224
10225 %M0225: %M0225
10226 %M0226: %M0226
10227 %M0227: %M0227
10228 %M0228: %M0228
10229 %M0229: %M0229
10230 %M0230: %M0230
10231 %M0231: %M0231
10232 %M0232: %M0232
10233 %M0233: %M0233
10234 %M0234: %M0234
10235 %M0235: %M0235
10236 %M0236: %M0236
10237 %M0237: %M0237
10238 %M0238: %M0238
10239 %M0239: %M0239
10240 %M0240: %M0240
10241 %M0241: %M0241
10242 %M0242: %M0242
10243 %M0243: %M0243
10244 %M0244: %M0244
10245 %M0245: %M0245
10246 %M0246: %M0246
10247 %M0247: %M0247
10248 %M0248: %M0248
10249 %M0249: %M0249
10250 %M0250: %M0250
10251 %M0251: %M0251
10252 %M0252: %M0252
10253 %M0253: %M0253
10254 %M0254: %M0254
10255 %M0255: %M0255
10256 %M0256: %M0256
10257 %M0257: %M0257
10258 %M0258: %M0258
10259 %M0259: %M0259
10260 %M0260: %M0260
10261 %M0261: %M0261
10262 %M0262: %M0262
10263 %M0263: %M0263
10264 %M0264: %M0264
10265 %M0265: %M0265
10266 %M0266: %M0266
10267 %M0267: %M0267
10268 %M0268: %M0268
10269 %M0269: %M0269
10270 %M0270: %M0270
10271 %M0271: %M0271
10272 %M0272: %M0272
10273 %M0273: %M0273
10274 %M0274: %M0274
10275 %M0275: %M0275
10276 %M0276: %M0276
10277 %M0277: %M0277
10278 %M0278: %M0278
10279 %M0279: %M0279
10280 %M0280: %M0280
10281 %M0281: %M0281
10282 %M0282: %M0282
10283 %M0283: %M0283
10284 %M0284: %M0284
10285 %M0285: %M0285
10286 %M0286: %M0286
10287 %M0287: %M0287
10288 %M0288: %M0288
10289 %M0289: %M0289
10290 %M0290: %M0290
10291 %M0291: %M0291
10292 %M0292: %M0292
10293 %M0293: %M0293
10294 %M0294: %M0294
10295 %M0295: %M0295
10296 %M0296: %M0296
10297 %M0297: %M0297
10298 %M0298: %M0298
10299 %M0299: %M0299
10300 %M0300: %M0300
10301 %M0301: %M0301
10302 %M0302: %M0302
10303 %M0303: %M0303
10304 %M0304: %M0304
10305 %M0305: %M0305
10306 %M0306: %M0306
10307 %M0307: %M0307
10308 %M0308: %M0308
10309 %M0309: %M0309
10310 %M0310: %M0310
10311 %M0311: %M0311
10312 %M0312: %M0312
10313 %M0313: %M0313
10314 %M0314: %M0314
10315 %M0315: %M0315
10316 %M0316: %M0316
10317 %M0317: %M0317
10318 %M0318: %M0318
10319 %M0319: %M0319
10320 %M0320: %M0320
10321 %M0321: %M0321
10322 %M0322: %M0322
10323 %M0323: %M0323
10324 %M0324: %M0324
10325 %M0325: %M0325
10326 %M0326: %M0326
10327 %M0327: %M0327
10328 %M0328: %M0328
10329 %M0329: %M0329
10330 %M0330: %M0330
10331 %M0331: %M0331
10332 %M0332: %M0332
10333 %M0333: %M0333
10334 %M0334: %M0334
10335 %M0335: %M0335
10336 %M0336: %M0336
10337 %M0337: %M0337
10338 %M0338: %M0338
10339 %M0339: %M0339
10340 %M0340: %M0340
10341 %M0341: %M0341
10342 %M0342: %M0342
10343 %M0343: %M0343
10344 %M0344: %M0344
10345 %M0345: %M0345
10346 %M0346: %M0346
10347 %M0347: %M0347
10348 %M0348: %M0348
10349 %M0349: %M0349
10350 %M0350: %M0350
10351 %M0351: %M0351
10352 %M0352: %M0352
10353 %M0353: %M0353
10354 %M0354: %M0354
10355 %M0355: %M0355
10356 %M0356: %M0356
10357 %M0357: %M0357
10358 %M0358: %M0358
10359 %M0359: %M0359
10360 %M0360: %M0360
10361 %M0361: %M0361
10362 %M0362: %M0362
10363 %M0363: %M0363
10364 %M0364: %M0364
10365 %M0365: %M0365
10366 %M0366: %M0366
10367 %M0367: %M0367
10368 %M0368: %M0368
10369 %M0369: %M0369
10370 %M0370: %M0370
10371 %M0371: %M0371
10372 %M0372: %M0372
10373 %M0373: %M0373
10374 %M0374: %M0374
10375 %M0375: %M0375
10376 %M0376: %M0376
10377 %M0377: %M0377
10378 %M0378: %M0378
10379 %M0379: %M0379
10380 %M0380: %M0380
10381 %M0381: %M0381
10382 %M0382: %M0382
10383 %M0383: %M0383
10384 %M0384: %M0384
10385 %M0385: %M0385
10386 %M0386: %M0386
10387 %M0387: %M0387
10388 %M0388: %M0388
10389 %M0389: %M0389
10390 %M0390: %M0390
10391 %M0391: %M0391
10392 %M0392: %M0392
10393 %M0393: %M0393
10394 %M0394: %M0394
10395 %M0395: %M0395
10396 %M0396: %M0396
10397 %M0397: %M0397
10398 %M0398: %M0398
10399 %M0399: %M0399
10400 %M0400: %M0400
10401 %M0401: %M0401
10402 %M0402: %M0402
10403 %M0403: %M0403
10404 %M0404: %M0404
10405 %M0405: %M0405
10406 %M0406: %M0406
10407 %M0407: %M0407
10408 %M0408: %M0408
10409 %M0409: %M0409
10410 %M0410: %M0410
10411 %M0411: %M0411
10412 %M0412: %M0412
10413 %M0413: %M0413
10414 %M0414: %M0414
10415 %M0415: %M0415
10416 %M0416: %M0416
10417 %M0417: %M0417
10418 %M0418: %M0418
10419 %M0419: %M0419
10420 %M0420: %M0420
10421 %M0421: %M0421
10422 %M0422: %M0422
10423 %M0423: %M0423
10424 %M0424: %M0424
10425 %M0425: %M0425
10426 %M0426: %M0426
10427 %M0427: %M0427
10428 %M0428: %M0428
10429 %M0429: %M0429
10430 %M0430: %M0430
10431 %M0431: %M0431
10432 %M0432: %M0432
10433 %M0433: %M0433
10434 %M0434: %M0434
10435 %M0435: %M0435
10436 %M0436: %M0436
10437 %M0437: %M0437
10438 %M0438: %M0438
10439 %M0439: %M0439
10440 %M0440: %M0440
10441 %M0441: %M0441
10442 %M0442: %M0442
10443 %M0443: %M0443
10444 %M0444: %M0444
10445 %M0445: %M0445
10446 %M0446: %M0446
10447 %M0447: %M0447
10448 %M0448: %M0448
10449 %M0449: %M0449
10450 %M0450: %M0450
10451 %M0451: %M0451
10452 %M0452: %M0452
10453 %M0453: %M0453
10454 %M0454: %M0454
10455 %M0455: %M0455
10456 %M0456: %M0456
10457 %M0457: %M0457
10458 %M0458: %M0458
10459 %M0459: %M0459
10460 %M0460: %M0460
10461 %M0461: %M0461
10462 %M0462: %M0462
10463 %M0463: %M0463
10464 %M0464: %M0464
10465 %M0465: %M0465
10466 %M0466: %M0466
10467 %M0467: %M0467
10468 %M0468: %M0468
10469 %M0469: %M0469
10470 %M0470: %M0470
10471 %M0471: %M0471
10472 %M0472: %M0472
10473 %M0473: %M0473
10474 %M0474: %M0474
10475 %M0475: %M0475
10476 %M0476: %M0476
10477 %M0477: %M0477
10478 %M0478: %M0478
10479 %M0479: %M0479
10480 %M0480: %M0480
10481 %M0481: %M0481
10482 %M0482: %M0482
10483 %M0483: %M0483
10484 %M0484: %M0484
10485 %M0485: %M0485
10486 %M0486: %M0486
10487 %M0487: %M0487
10488 %M0488: %M0488
10489 %M0489: %M0489
10490 %M0490: %M0490
10491 %M0491: %M0491
10492 %M0492: %M0492
10493 %M0493: %M0493
10494 %M0494: %M0494
10495 %M0495: %M0495
10496 %M0496: %M0496
10497 %M0497: %M0497
10498 %M0498: %M0498
10499 %M0499: %M0499
10500 %M0500: %M0500
10501 %M0501: %M0501
10502 %M0502: %M0502
10503 %M0503: %M0503
10504 %M0504: %M0504
10505 %M0505: %M0505
10506 %M0506: %M0506
10507 %M0507: %M0507
10508 %M0508: %M0508
10509 %M0509: %M0509
10510 %M0510: %M0510
10511 %M0511: %M0511
10512 %M0512: %M0512
10513 %M0513: %M0513
10514 %M0514: %M0514
10515 %M0515: %M0515
10516 %M0516: %M0516
10517 %M0517: %M0517
10518 %M0518: %M0518
10519 %M0519: %M0519
10520 %M0520: %M0520
10521 %M0521: %M0521
10522 %M0522: %M0522
10523 %M0523: %M0523
10524 %M0524: %M0524
10525 %M0525: %M0525
10526 %M0526: %M0526
10527 %M0527: %M0527
10528 %M0528: %M0528
10529 %M0529: %M0529
10530 %M0530: %M0530
10531 %M0531: %M0531
10532 %M0532: %M0532
10533 %M0533: %M0533
10534 %M0534: %M0534
10535 %M0535: %M0535
10536 %M0536: %M0536
10537 %M0537: %M0537
10538 %M0538: %M0538
10539 %M0539: %M0539
10540 %M0540: %M0540
10541 %M0541: %M0541
10542 %M0542: %M0542
10543 %M0543: %M0543
10544 %M0544: %M0544
10545 %M0545: %M0545
10546 %M0546: %M0546
10547 %M0547: %M0547
10548 %M0548: %M0548
10549 %M0549: %M0549
10550 %M0550: %M0550
10551 %M0551: %M0551
10552 %M0552: %M0552
10553 %M0553: %M0553
10554 %M0554: %M0554
10555 %M0555: %M0555
10556 %M0556: %M0556
10557 %M0557: %M0557
10558 %M0558: %M0558
10559 %M0559: %M0559
10560 %M0560: %M0560
10561 %M0561: %M0561
10562 %M0562: %M0562
10563 %M0563: %M0563
10564 %M0564: %M0564
10565 %M0565: %M0565
10566 %M0566: %M0566
10567 %M0567: %M0567
10568 %M0568: %M0568
10569 %M0569: %M0569
10570 %M0570: %M0570
10571 %M0571: %M0571
10572 %M0572: %M0572
10573 %M0573: %M0573
10574 %M0574: %M0574
10575 %M0575: %M0575
10576 %M0576: %M0576
10577 %M0577: %M0577
10578 %M0578: %M0578
10579 %M0579: %M0579
10580 %M0580: %M0580
10581 %M0581: %M0581
10582 %M0582: %M0582
10583 %M0583: %M0583
10584 %M0584: %M0584
10585 %M0585: %M0585
10586 %M0586: %M0586
10587 %M0587: %M0587
10588 %M0588: %M0588
10589 %M0589: %M0589
10590 %M0590: %M0590
10591 %M0591: %M0591
10592 %M0592: %M0592
10593 %M0593: %M0593
10594 %M0594: %M0594
10595 %M0595: %M0595
10596 %M0596: %M0596
10597 %M0597: %M0597
10598 %M0598: %M0598
10599 %M0599: %M0599
10600 %M0600: %M0600
10601 %M0601: %M0601
10602 %M0602: %M0602
10603 %M0603: %M0603
10604 %M0604: %M0604
10605 %M0605: %M0605
10606 %M0606: %M0606
10607 %M0607: %M0607
10608 %M0608: %M0608
10609 %M0609: %M0609
10610 %M0610: %M0610
10611 %M0611: %M0611
10612 %M0612: %M0612
10613 %M0613: %M0613
10614 %M0614: %M0614
10615 %M0615: %M0615
10616 %M0616: %M0616
10617 %M0617: %M0617
10618 %M0618: %M0618
10619 %M0619: %M0619
10620 %M0620: %M0620
10621 %M0621: %M0621
10622 %M0622: %M0622
10623 %M0623: %M0623
10624 %M0624: %M0624
10625 %M0625: %M0625
10626 %M0626: %M0626
10627 %M0627: %M0627
10628 %M0628: %M0628
10629 %M0629: %M0629
1
```



Die Softwareentwicklung für SPS beginnt sich zu wandeln:

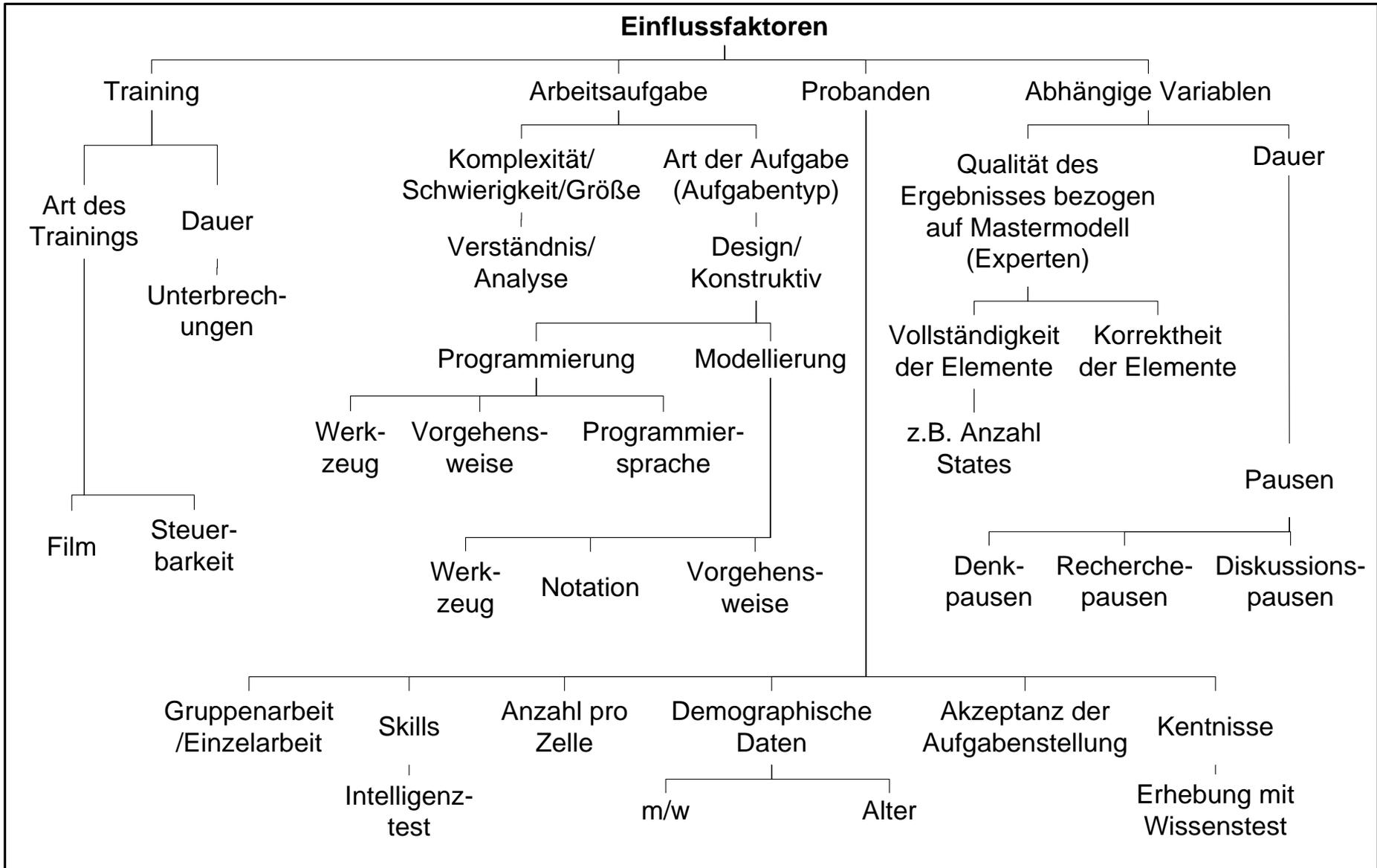
- Neben den klassischen, IEC 61131-3 Sprachen kommen zunehmend objektorientierte (oo) Ansätze auf, z.B. in CoDeSys V3.
 - Diese oo Ansätze ermöglichen u.a. die Nutzung von Klassen, Interfaces, Vererbung, Aggregation, Objekterzeugung und Methoden für SPS.
 - Aufbauend auf der oo-Erweiterung können auch modellbasierte, oo Ansätze realisiert werden.
 - Der Nutzen oo und modellbasierter Programmierung für SPS-Systeme konnte bisher noch nicht eindeutig nachgewiesen werden.
- Durchführung empirischer Untersuchungen mit Probanden



1. Vorstellung des Lehrstuhls für Informationstechnik im Maschinenwesen
2. Neue Methoden in der SPS-Programmierung
3. Bisherige Untersuchungen zum Nutzen von modellbasierten Ansätzen in Echtzeitumgebungen
4. Metriken als Grundlage weiterer Untersuchungen
5. Ansatz zum Aufbau einer Metrikensammlung

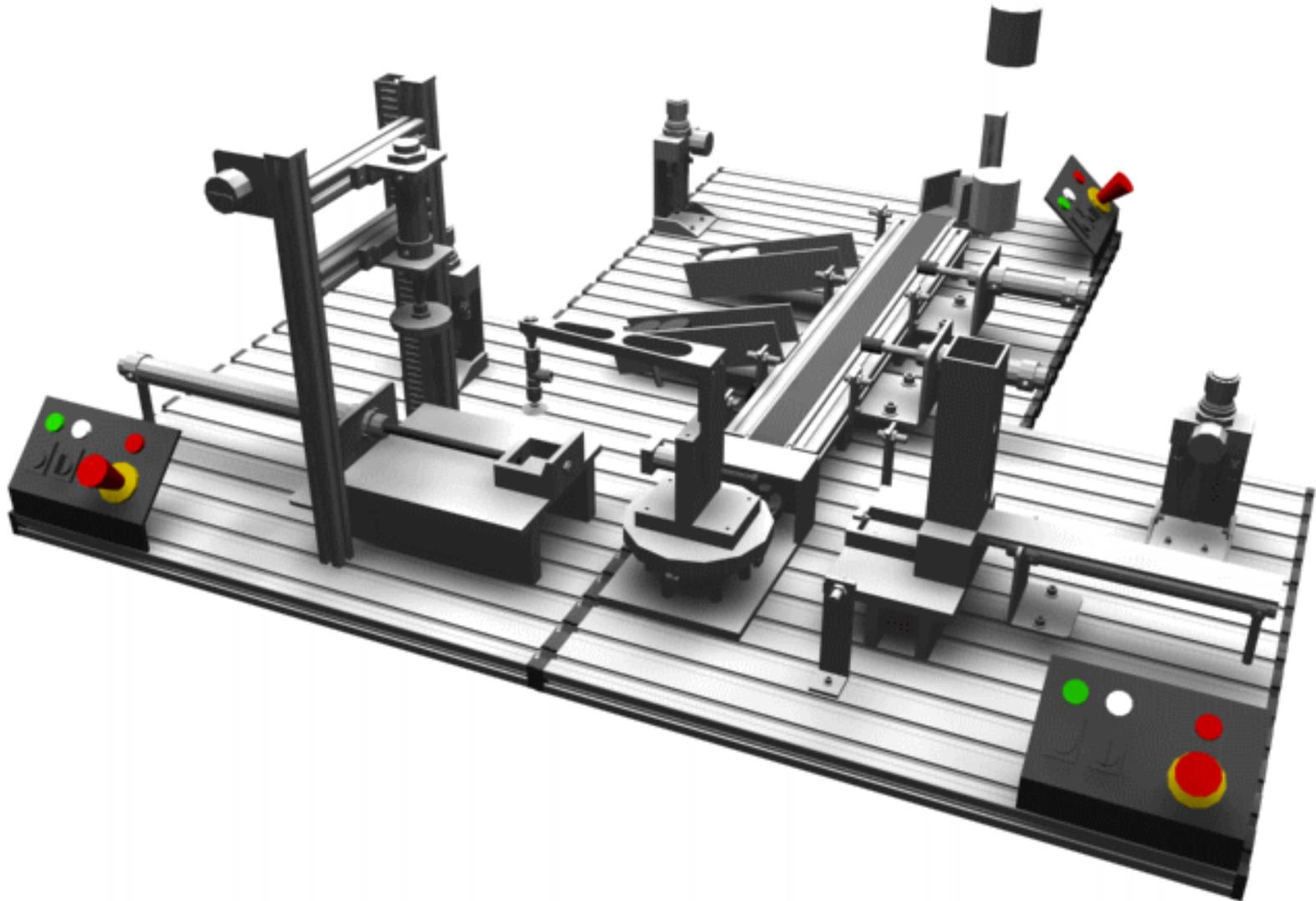


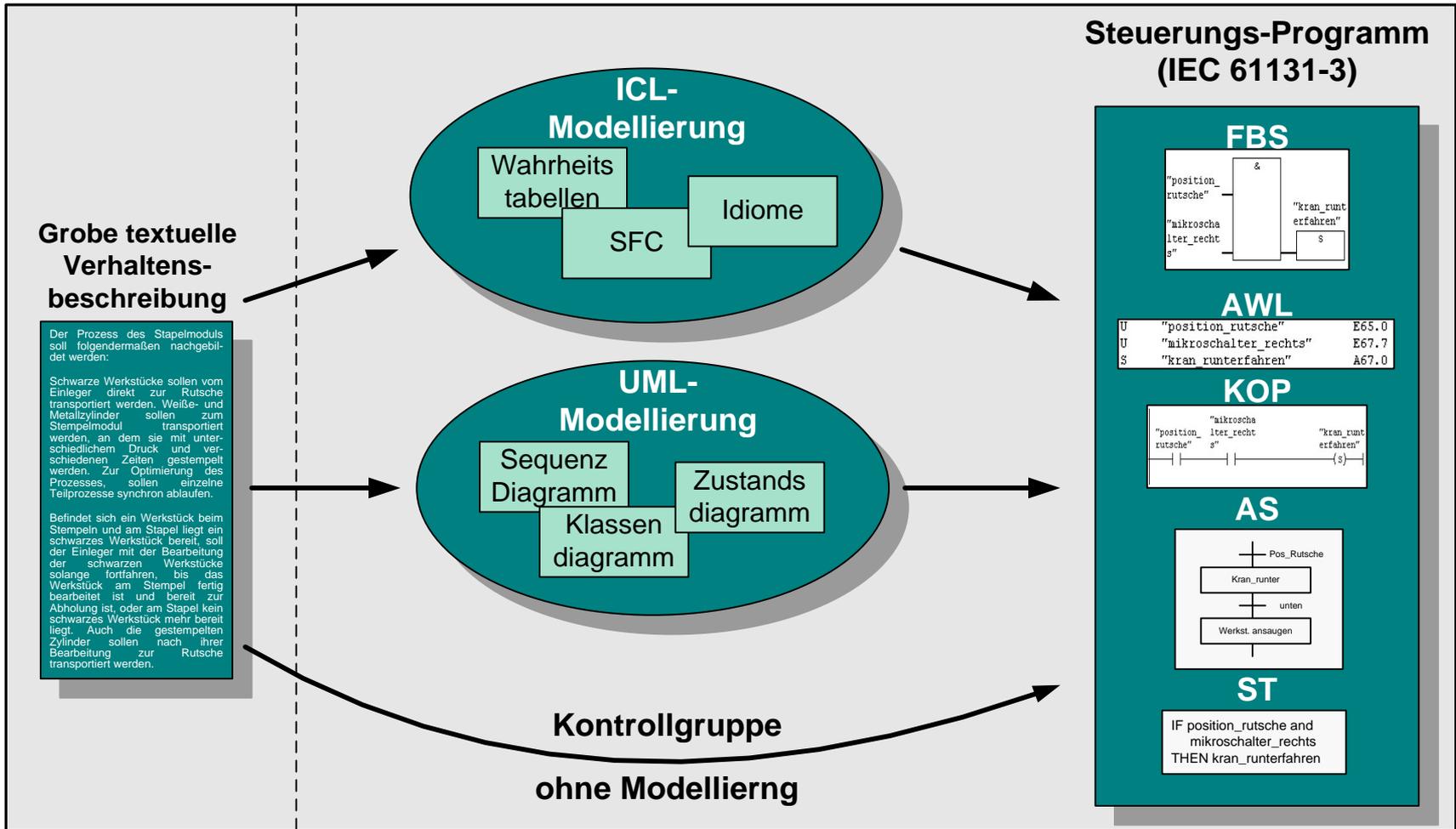
Einflussfaktoren für Experimente zur Anwendbarkeit von Programmieransätzen





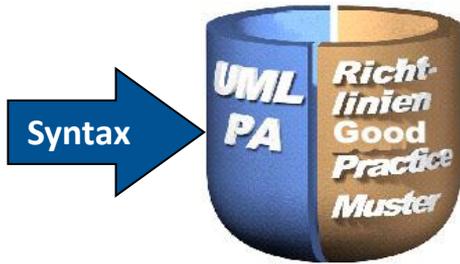
Aufgabe einer Untersuchung: Modellierung bzw. Programmierung einer Sortieranlage



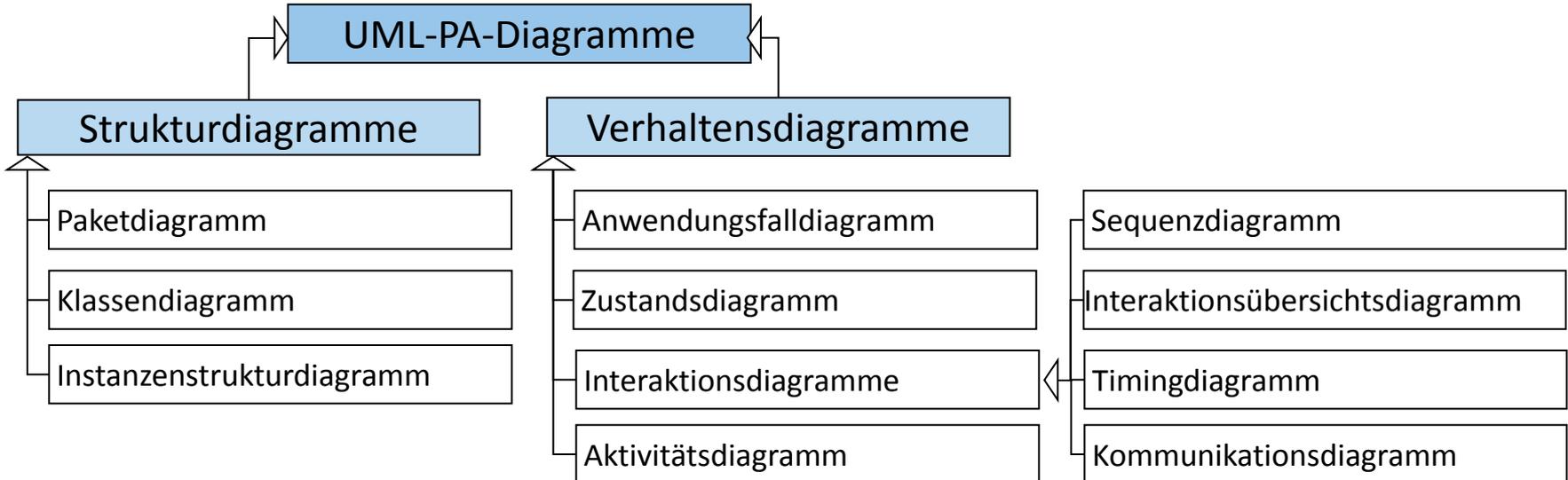


Quellen: E. Bristol, R. A. Perez, L. Kang-Ning and A. G. Hoare, „Not a Batch Language; a control Language”, ISA Transactions, Vol. 34 (4), pp 387-403, 1995.

UML für Prozessautomatisierung (UML-PA)



- Die UML-PA verwendet weitgehend die Symbole der UML
- Die Syntaxspezifikation der UML-PA fordert eine andere Anordnung als die Spezifikation der UML



Quelle: Katzke, U.: Spezifikation und Anwendung einer Modellierungssprache für die Automatisierungstechnik auf Basis der Unified Modeling Language (UML). Dissertation, University Press, Kassel, 2008.

Evaluations- experimente		Modellierung UML-PA vs. UML [4]	UML vs. ICL Steuerungsprogrammierung [5]
Kriterium			
Untersuchungsgegenstand		Hauptuntersuchung: Wirkkette von Sensor zum Aktuator (keine aktive Modellierung)	Auswirkung Modellierung auf die Steuerungsprogrammierung (Sortieranlage)
Probanden		Studenten Bsc. Informatik + Mechatronik mit ähnlichem Vorwissen (Vortest)	StiPs, Studenten Elektrotechnik + Informationstechnik, Azubis, Techniker
Notation Modell	Notation	UML-PA vs. UML 2.0	UML 1.5 / ICL
	Struktur, Modularität	nicht eingeschränkt/nicht betrachtet	ja/ja, aber von Probanden nicht genutzt
	Verhalten	nein	State Chart
	Hardware/Software Deployment	Instanzenstrukturdiagramm	nicht betrachtet
	untersuchte Diagramme	Instanzenstruktur UML-PA vs. UML	UML: Klassendiagramme, Sequenzdiagramme, State Chart
Vorgehensweise		in Gruppen der UML-PA	keine
Toolunterstützung bei der Modellierung		ja, UML-PA: Einschränkungen der Auswahl und Vorgehensweise durch Tool; Online-Hilfe zur Überprüfung der Modelle	keine, Papier und Bleistift
Modell, Messgrößen		Zeit, Fehler, Steigung zum Ziel	Zeit, Fehler im Modell, Fehler im Programm, Analyse Modell + Programm durch Experten

Evaluations-experimente		Modellierung UML-PA vs. UML [Ka08]	UML vs. ICL Steuerungsprogrammierung [Fr09]
Kriterium			
Versuch	Trainingsmethode/ Trainingsgegenstand / Trainingszeiten	Vorlesung (Schulung mit ppt, Geschwindigkeit einstellbar) + Einführungsaufgabe (selbstständig, Kennenlernen Editor) + 1h Training (UML-PA)	Vorlesung (90' pro Einheit) + Übung (45' pro Einheit), kein Individualtraining, 3 Einheiten (UML, ICL, IEC 61131-3)
	persönliche Eig. d. Probanden	ermittelt durch Corsi Block Tapping Test (Prüfen des Kurzzeitgedächtnisses)	Vorkenntnisse Modellierung und Programmierung ermittelt durch Fragebogen
	Gruppengröße	Einzelperson, pro Zelle 6 TN	1 und 2-er Gruppen (Teameffekte)
	Versuchsaufgaben	Wirkkette vom Sensor zum Aktuator, T1: UML-PA besser durch ein Diagramm als UML mit mehreren Diagrammen zur Erkennung zusammenhängender Informationen	(VD1) - Modellieren: UML/ICL/ohne; Programmieren: IEC 61131-3; (VD2) - aus Modell (UML/ICL/Text) Aufgabe verstehen; Programmieren: IEC 61131-3
	Ergebnisse	Fehlerrate nur T1 ok., Streuung hoch, Vollständigkeit Schritte max. 94% UML-PA, 75% UML	<ul style="list-style-type: none"> - fehlende Vorgehensweise - kaum Modellierung von Struktur, nur Verhalten - Prozess selber analysieren und modellieren führt zu besserer Programmierleistung als vorgegebenes Modell ; Fehlerrate deutlich zu hoch: VD1 43,84%; VD2 63,96%



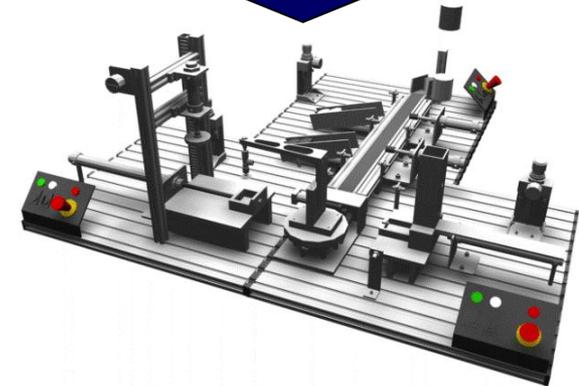
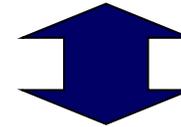
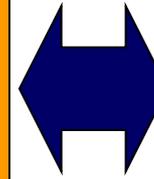
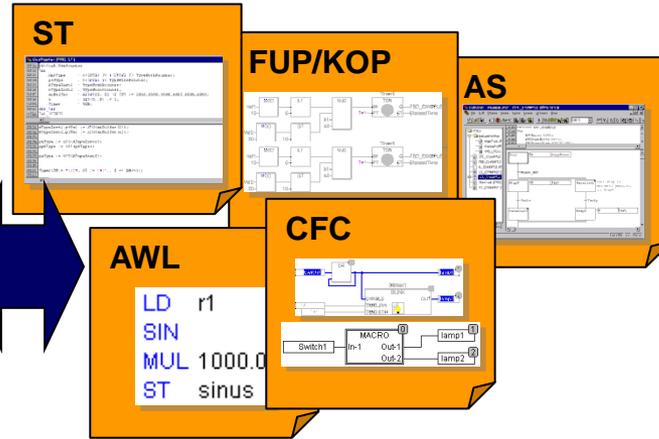
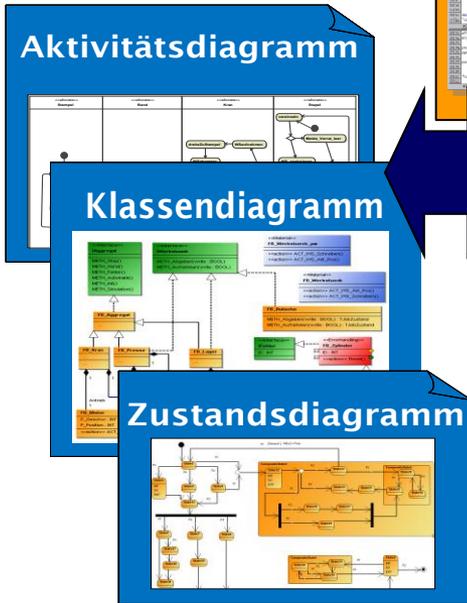
1. Vorstellung des Lehrstuhls für Informationstechnik im Maschinenwesen
2. Neue Methoden in der SPS-Programmierung
3. Bisherige Untersuchungen zum Nutzen von modellbasierten Ansätzen in Echtzeitumgebungen
4. Metriken als notwendige Grundlage weiterer Untersuchungen
5. Ansatz zum Aufbau einer Metrikensammlung

Programmiertools für SPS-Systeme

Embedded Systems

UML-Editoren

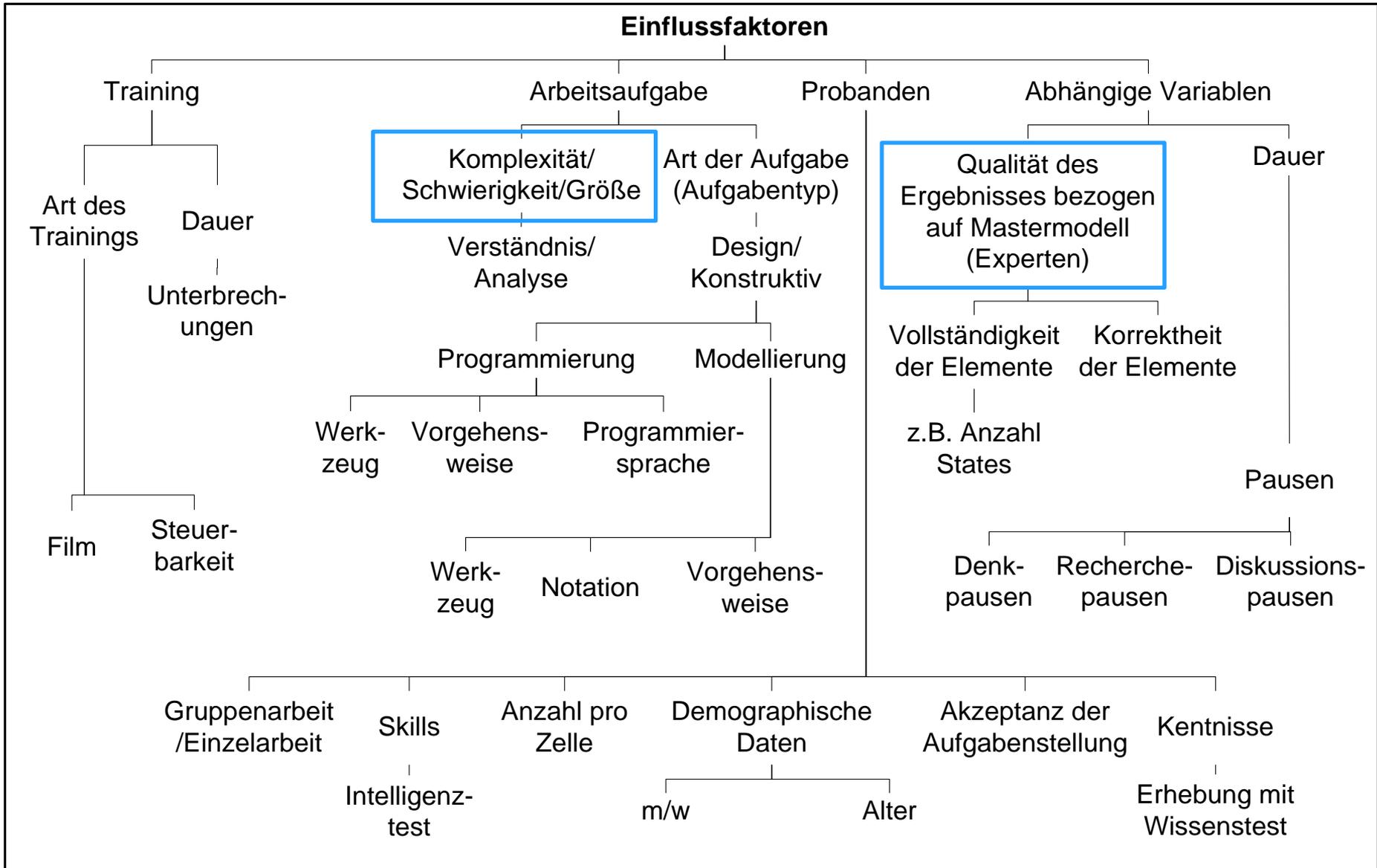
IEC 61131-3 Editoren



→ Woher kommt die Notwendigkeit einer disziplinübergreifenden Metrikensammlung?



Einflussfaktoren für Experimente zur Anwendbarkeit von Programmieransätzen





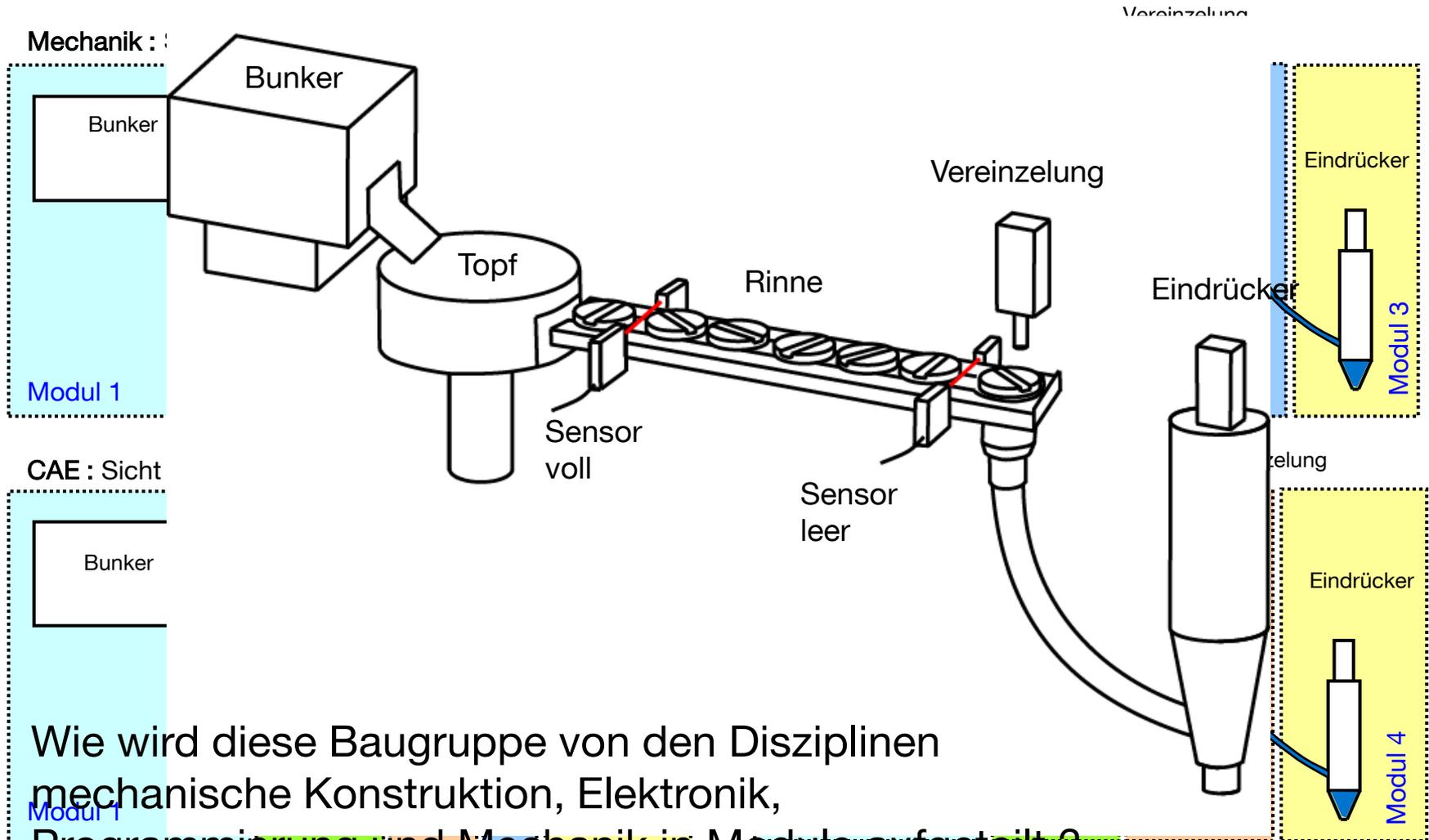
Praxisrelevante Untersuchungen benötigen die Untersuchung unterschiedlicher, industrienaher Anlagen.

Vergleichbarkeit der Aufgabenstellungen und Ergebnisse erfordert eine Bewertung folgender Kriterien der Anlagen:

- Gesamtkomplexität der Anlage
- Grad der Modularisierung
- Wiederverwendbarkeit von Modulen

Recherche nach geeigneten Metriken (vgl. 6 -10) ergab keine direkt anwendbaren Kandidaten

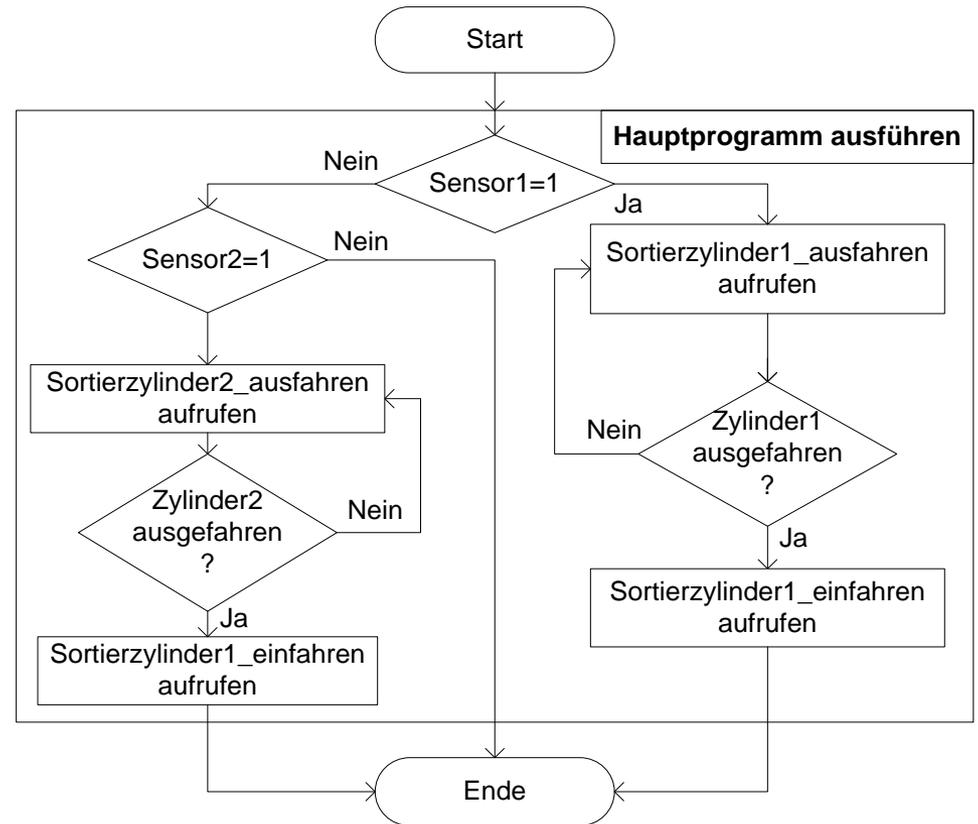
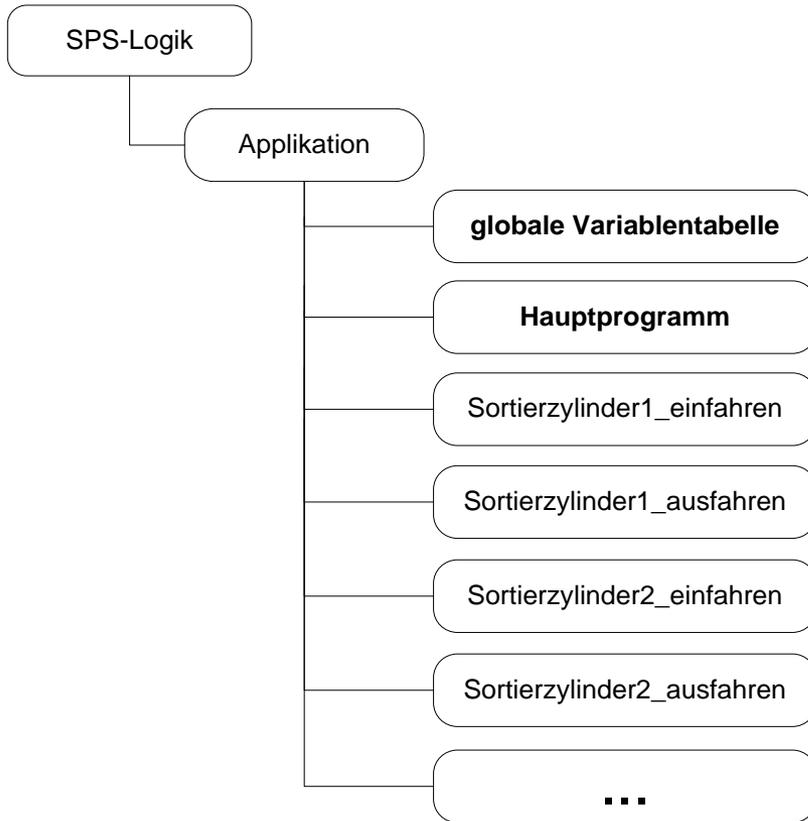
→ Worin liegt das Problem bei der Anwendung aktueller Metriken ?



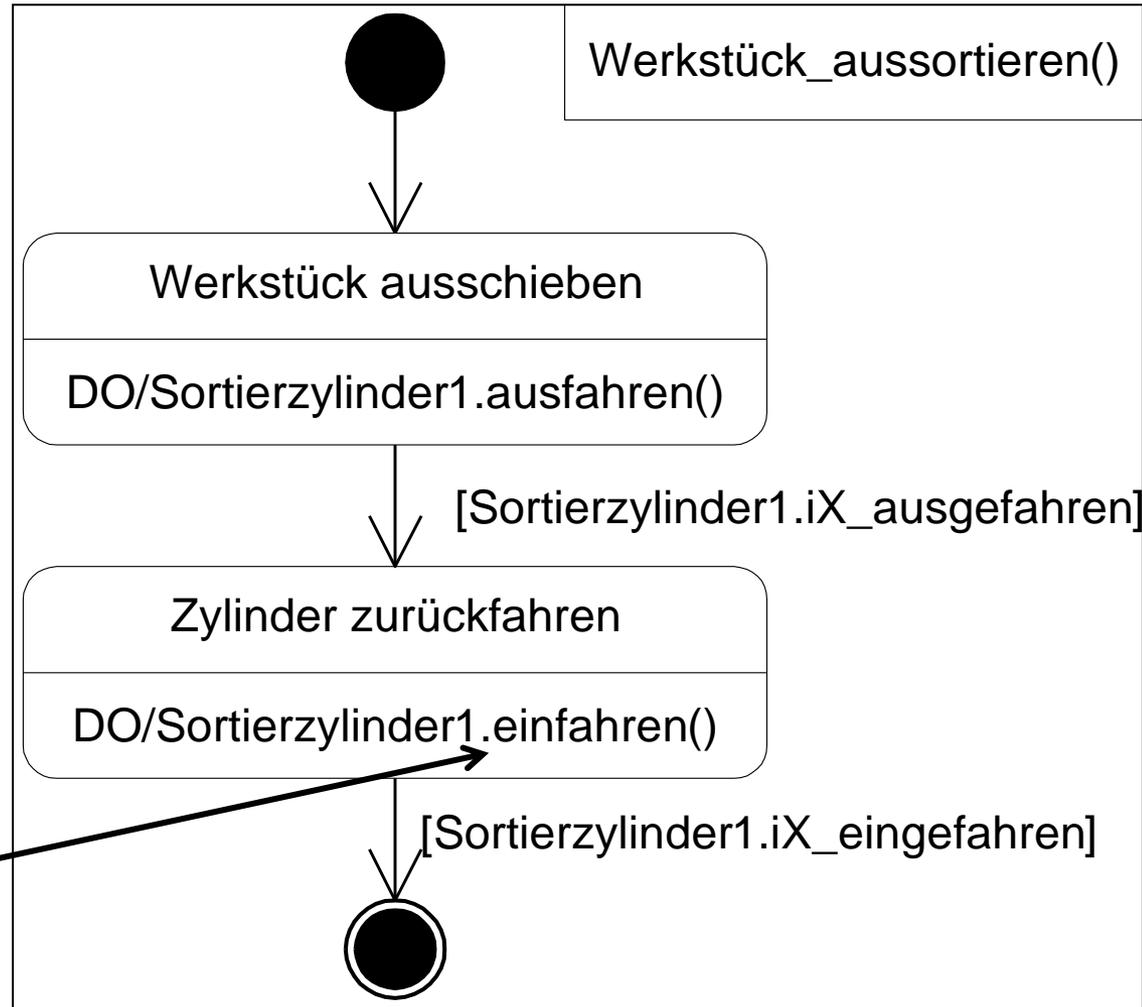
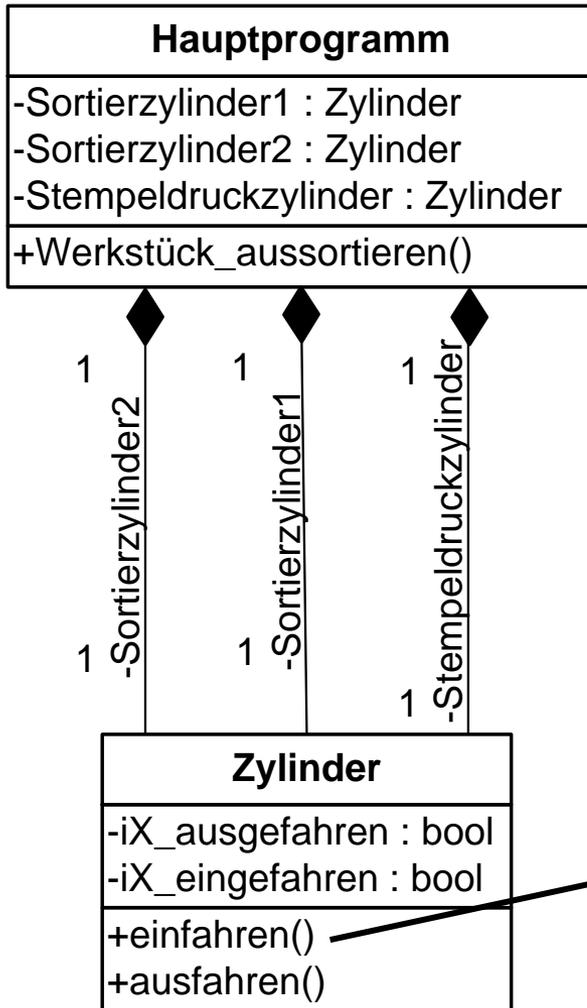
Wie wird diese Baugruppe von den Disziplinen mechanische Konstruktion, Elektronik, Programmierung und Mechanik in Module aufgeteilt?

→ sichtspezifische Modulanzahlen und -zuschnitte

Quelle 7



→ Spezifische Modularisierung der prozeduralen Software und in Folge dessen, des Gesamtsystems



→ Spezifische Modularisierung der objektorientierten Software und in Folge dessen, des Gesamtsystems



Um den Nutzen neuer Programmieransätze im Bereich der Modularität und Komplexität evaluieren zu können, müssen die Aufgaben und Ergebnisse von neuen Untersuchungen objektiv verglichen werden können.

→ Notwendigkeit einer Metrik für automatisierte Anlagen

Ergebnis einer Recherche nach geeigneten Metriken:
keine direkt anwendbaren Kandidaten verfügbar

Fazit:

Für eine disziplinübergreifende, objektive Bewertung der genannten Kriterien ist eine Metrik notwendig, jedoch keine verfügbar.

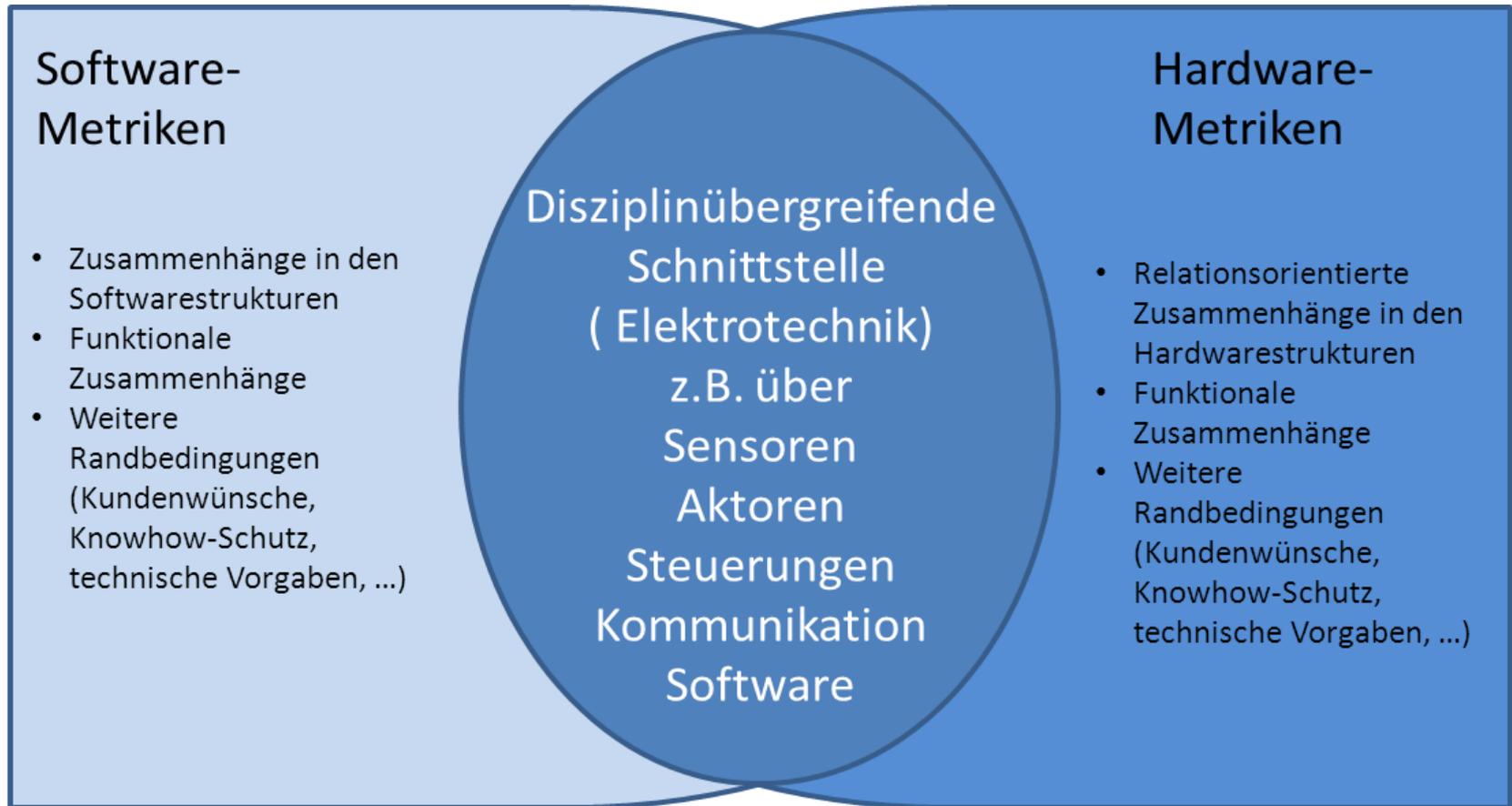
→ Ansatz für die Erstellung einer disziplinübergreifenden Metrikensammlung für automatisierungstechnische Anlagen



1. Vorstellung des Lehrstuhls für Informationstechnik im Maschinenwesen
2. Neue Methoden in der SPS-Programmierung
3. Bisherige Untersuchungen zum Nutzen von modellbasierten Ansätzen in Echtzeitumgebungen
4. Metriken als notwendige Grundlage weiterer Untersuchungen
5. Ansatz zum Aufbau einer Metrikensammlung



Wie lassen sich komplexe, interdisziplinär entwickelte Systeme in der Automatisierungstechnik bewerten?





Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit !



1. Vogel-Heuser, B.; Wannagat, A.: Modulares Engineering und Wiederverwendung mit CoDeSys V3. Oldenburg Industieverlag, München, 2009
2. Rumbaugh, J.; Jacobson, I.; Booch, G.: The Unified Modeling Language Reference Manual. Addison-Wesley Professional, Reading, 2004.
3. Katzke, U.; Vogel-Heuser, B.: Vergleich der Anwendbarkeit von UML und UML-PA in der anlagennahen Softwareentwicklung der Automatisierungstechnik. Automatisierungstechnik (at) 7/2009.
4. Katzke, U.: Spezifikation und Anwendung einer Modellierungssprache für die Automatisierungstechnik auf Basis der Unified Modeling Language (UML). Dissertation Fachbereich 16, Universität Kassel, 2008.
5. Friedrich, D.; Vogel-Heuser, B.: Benefit of system modeling in automation and control education. In: American Control Conference (ACC), New York, 2007, S. 2497-2502.
6. McCabe, T.J.; Butler, C.W.: Design Complexity Measurement and Testing. Communications of the ACM, December 1989 Volume 32 Number 12.
7. Capelle, F.: Modulare Maschine. Beitrag auf dem Automation Symposium 2008.
8. Dumke, R.; Foltin, E.; Koeppe, R.; Winkler, A.: Softwarequalität durch Messtools. Vieweg, 1996.
9. Hoffmann, D.W.: Software-Qualität. Springer-Verlag, 2008.
10. Stützele, R.: Wiederverwendung ohne Mythos: Empirisch fundierte Leitlinien für die Entwicklung wiederverwendbarer Software. Dissertation Technische Universität München, 2002.
11. Lindemann, U.; Maurer, M.; Braun, T.: Structural Complexity Management – An Approach for the Field of Product Design. Springer Berlin, 2009.