



PEARL-News

Ausgabe 1/2011

Mitteilungen
der GI-Fachgruppe Echtzeitsysteme

ISSN 1437-5966

Impressum

Herausgeber	GI-Fachgruppe Echtzeitsysteme (RT) URL: http://www.real-time.de
Sprecher	Prof. Dr. Dr. W. Halang FernUniversität in Hagen Universitätsstraße 27 - PRG D-58084 Hagen Telefon: 02331/987-372 Telefax: 02331/987-375 E-Mail: wolfgang.halang@fernuni-hagen.de
Stellvertreter	Prof. Dr. D. Zöbel Universität Koblenz-Landau Universitätsstraße 1 D-56016 Koblenz Telefon: 0261/287-2724 Telefax: 0261/287-2721 E-Mail: zoebel@uni-koblenz.de
Redaktion	Prof. Dr. R. Müller FH Furtwangen, Fachbereich Computer- & Electrical Engineering Robert-Gerwig-Platz 1, 78120 Furtwangen Telefon: 07723/920-2416 Telefax: 07723/920-2610 E-Mail: mueller@hs-furtwangen.de
ISSN	1437-5966

Redaktionell abgeschlossen am 25. Juni 2011

Einreichung von Beiträgen

Diese Zeitschrift soll nicht nur Mitteilungsblatt sein, sondern auch eine Plattform für den Informations- und Meinungsaustausch zwischen allen an den Fragen der Echtzeitprogrammierung Interessierten bilden. Diskussionsstoff bzw. offene Fragen gibt es auf unserem Gebiet reichlich.

Ich möchte Sie, liebe Leserinnen und Leser, daher ausdrücklich ermuntern, auch in Zukunft die PEARL-News durch Ihre Beiträge mit zu gestalten. Für ein ausgewogenes Bild der News sollten Beiträge nicht länger als 5 Seiten sein.

Rainer Müller (Furtwangen)

Inhaltsverzeichnis

1	Neuer Webauftritt	4
2	Vorläufiges Programm des Workshops Echtzeit 2011	4
3	Echtzeit 2010	5
4	Preisträger 2011	7
5	Abbildung von RTOS-UH Funktionalitäten auf Systemschnittstelle von Linux	8
6	Treffen der RTOS/PEARL User group	11

1 Neuer Webauftritt

Dank der Arbeit von Frau Düring an der FernUNI Hagen ist ein sehr gelungener neuer Webauftritt der Fachgruppe entstanden. Die Seite ist unter der wohlbekannten Adresse www.real-time.de seit 21.6.2011 aktiv geschaltet.

2 Vorläufiges Programm des Workshops Echtzeit 2011

Der diesjährige Workshop steht unter dem Leitthema „Echtzeit 2011 - Herausforderungen durch Echtzeitbetrieb“. Er wird wieder im Hotel Ebertor in Boppard am Rhein stattfinden. Das Programmkomitee hat auf seiner Sitzung am 11. Mai 2011 in Frankfurt/Main das nachstehende Programm zusammengestellt. Der Tagungsband erscheint - wie in den vergangenen Jahren - in der Reihe „Informatik aktuell“ des Springer-Verlages.

Erster Workshop-Tag: Donnerstag, der 3. November 2011

11:00 Treffen der Arbeitskreise

13:00 Begrüßung

13:15 Sitzung 1: *Sicherheit* (Sitzungsleitung: Prof. Schiedermeier)

Sichere Kommunikation in der Automatisierungstechnik
(L. Schlepner, FernUniversität Hagen)

An AUTOSAR-Compatible Microkernel for Systems with safety-relevant Components
(D. Haworth, Elektrobit Automotive GmbH)

14:15 Pause

14:45 Sitzung 2: *Mehrkernsysteme* (Sitzungsleitung: H. Cseke)

Die Integration zukünftiger In-Car Multimedia Systeme unter Verwendung von Virtualisierung und Multi-Core Plattformen
(S. Vergata)

Das Potenzial einer modellbasierten Generierung von statischen Schedules für eingebettete Multi-Core Systeme mit Echtzeitanforderungen
(R. Hilbrich, Fraunhofer FIRST, Berlin)

Hard Real-Time for Userspace Processes on General Purpose Operating Systems on Multicore Processors
(G. Wassen, RWTH Aachen)

16:15 Pause

16:45 Sitzung 3: *Ausbildung* (Sitzungsleitung: Prof. Benra)

Echtzeitsysteme im Informatikunterricht und der Ausbildung
(A. Hug, Universität Koblenz-Landau)

Forschung und Lehre im Bereich Echtzeitdatenverarbeitung an der Hochschule Emden/Leer
(K. Nagorny, Hochschule Emden/Leer)

Umsetzung eines Online-SLAM-Verfahrens auf der Roboterplattform Volksbot-Lab
(F. Engelhardt, Universität Magdeburg)

Entwurf eines FPGA-Cores zur Simulationsbeschleunigung zeitkontinuierlicher Modelle im HiL Kontext
(T. Fischer, Universität Karlsruhe)

18:30 Abendessen

19:15 Abendprogramm
Mitgliederversammlung der Fachgruppe

Zweiter Workshop-Tag: Freitag, der 4. November 2011

9:00 Sitzung 4: *Entwurfsverfahren* (Sitzungsleitung: Dr. Naegele-Jackson)

Das atomare Element als Meta-Modell zur tabellarischen Verhaltensbeschreibung von Echtzeit-Systemen
(L. Ebrecht, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V, Braunschweig)

Towards annotation-based Source Code Generation of Task and Communication Patterns in heterogeneous distributed Real-Time Environments
(B. Behringer, Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes)

Ressourcen-Substitution für die Entwicklung energieeffizienter Softwaresysteme
(C. Bunse, Fachhochschule Stralsund)

10:30 Pause

11:00 Sitzung 5: *Skalier- und Konfigurierbarkeit* (Sitzungsleitung: Prof. Müller)

Skalierbare Rechnersysteme für Echtzeitaufgaben
(S. Aust, Technische Universität Clausthal)

Konzept zur Erhöhung der Flexibilität von Produktionsanlagen durch Einsatz rekonfigurierbarer Anlagenkomponenten und echtzeitfähigen Softwareagenten
(M. Schraufstetter, Technische Universität München)

Echtzeit Optimierung für Sortiersysteme mit Mehrkernprozessoren
(G. Struck, Fraunhofer-Gesellschaft Karlsruhe)

12:30 Verabschiedung

3 Echtzeit 2010

Die Jahrestagung 2010 des Fachausschusses *Echtzeitsysteme* fand wieder in gewohntem Umfeld in Boppard statt. Das diesjährige Thema lautete *Eingebettete Systeme*. Mit knapp 60 Teilnehmern war die Tagung wieder gut besucht.

Eine Ressource, die gerade für Eingebettete Systeme von besonderer Bedeutung ist, ist die zur Datenverarbei-

tung notwendige Energie. Diesem Aspekt wurde im ersten Beitrag der ersten Sitzung besonderes Augenmerk gewidmet.

Auch das hochaktuelle Thema der Virtualisierung wurde durch zwei Beiträge intensiv behandelt. Der erste Beitrag hiervon konzentrierte sich auf die Realisierung einer Virtualisierung, indem die Erweiterung eines bestehenden Mikrokernels um eine Virtualisierungsschicht vorgestellt wurde. Im zweiten Beitrag wurde die spannende Frage untersucht, welche Realzeitgarantien sich durch die hierarchische Schedulerstruktur von der Virtualisierungsschicht und dem jeweiligen Gastscheduler ergibt. Der Einfluß des Caches, als systemglobale Größe war recht überraschend.

Die Preisträger des Wettbewerbs bestritten die letzten Sitzung des ersten Tages. Die sehr gelungene Präsentation eines Navigationssystem für Skifahrer und Snowboarder brachte am Ende des ersten Tages wieder viel Stimmung in die Diskussion. Die beiden Vorredner zu den Themen Netzwerklast und Programmlaufzeitanalyse hatten hier einen harten Vergleich zu bestehen.

Am Freitag Vormittag ging es um konkrete Anwendungem mit Echtzeitanforderungen. Das Spektrum reichte von Sortieranlagen von Schüttgütern, dem Problem der Zuordnung 96 Bit langer Produktnummern zu konkreten Produktdaten bis hin zum kollisionsfreien Betrieb von Flugrobotern, welche auch gleich vorgeführt wurden.

Die Schlußsitzung war hardwarenahen Systemen reserviert. Es ging um die speziellen Probleme und Lösungen der Uhrensynchronisation jenseits von ntp im Nanosekundenbereich, der schnellen Datenerfassung von Stromverbrauchswerten im 125kHz-Takt zur Erkennung einzelner Verbraucher im Haushalt und um eine ultraschnelle Bildverarbeitung in einem FPGA zur Steuerung eines führerlosen Transportsystems.

Wie jedes Jahr zeigten die Vortragenden und Sitzungsleiter ein gutes Echtzeitverhalten, so daß die Pausen für weitere Diskussionen der Beiträge komplett zur Verfügung standen. Auch die Nachsitzung im Heiligen Grab konnte die Teilnahme am Freitag Morgen nicht gefährden. Der Name PEARL fiel nur ein einziges Mal in den Beiträgen, und das auch nur mit der Frage, warum von der PEARL-Tagung gesprochen wird. Der Titelwechsel war somit vielleicht zu erfolgreich. Die Verallgemeinerung auf den gesamten Echtzeitkomplex hin brachte jedenfalls eine Bereicherung im Themenspektrum.

In der Mitgliederversammlung mußte eine neue Fachausschußleitung gewählt werden, da Herr Dr. Hollecsek nach vielen Jahren (Es können 19 gewesen sein – zumindest gab er seit 1992 in ununterbrochener Folge den Tagungsband heraus!) Jahren Leitungstätigkeit aus beruflichen Gründen nicht mehr kandidierte. Wir wünschen ihm alles Gute und hoffen auf ein Wiedersehen spätestens auf der PEARL-Tagung 2013, wenn er wieder mehr Zeit haben wird. Die neuen Sprecher des FA sind Prof. Halang und Prof. Zöbel.

R. Müller
HS Furtwangen

4 Preisträger 2011

Die Fachgruppe Echtzeitsysteme veranstaltet seit 2007 einen Wettbewerb für Nachwuchsarbeiten im Bereich Echtzeitsysteme. Die Preisverleihung findet im Rahmen des diesjährigen Workshops „Echtzeit 2011“ statt.

Aus zahlreichen Einreichungen wurden die diesjährigen Preisträger ausgewählt:

Frank Engelhardt wurde für seine Bachelorthesis „**Umsetzung eines Online-SLAM-Verfahrens auf der Roboterplattform Volksbot-Lab**“ an der Uni Magdeburg ausgezeichnet.

Abstract:

Damit mobile Roboter in ihnen unbekanntem Umgebungen autonom operieren können, müssen sie in der Lage sein, Informationen über ihre Beschaffenheit zu sammeln. Sie müssen dazu die Sensorwerte, die sie lokal erhalten, in eine globale Karte integrieren. Gleichzeitig ist es notwendig, ihre eigene Position konsistent zu den bisher gesammelten Karteninformationen zu bestimmen. Da diese zunächst unvollständig und gegebenenfalls mehrdeutig sein können, spricht man hierbei vom Simultaneous Localisation and Mapping Problem (SLAM).

Bei der Umsetzung eines Online-SLAM-Verfahrens steht nicht nur die erreichte Kartenqualität im Vordergrund, sondern es werden zusätzlich zeitliche Anforderungen gestellt: Da die Sensoren ständig neue Informationen liefern, muss das SLAM-Verfahren in der Lage sein, diese innerhalb einer gewissen Zeitspanne zu verarbeiten. Dies ermöglicht es dem Roboter, zu jedem Zeitpunkt auf aktuelle Karteninformationen zuzugreifen, ohne seine derzeitige Aktion unterbrechen zu müssen.

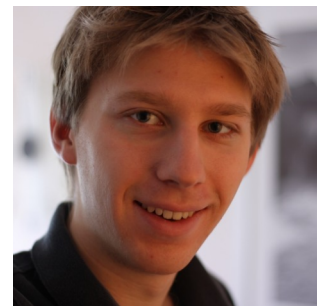
Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein solches Verfahren auf einem cRIO-Controller von National Instruments (533 MHz CPU, 512 MB RAM) umgesetzt. Das letztlich gewählte SLAM-Verfahren, tinySLAM, ist zwar durch seine konstante Laufzeit prinzipiell echtzeitfähig, die Einhaltung harter Echtzeitbedingungen konnte jedoch aufgrund technischer Einschränkungen nicht erreicht werden. Dennoch ist die Verarbeitungsgeschwindigkeit im Mittel mehr als ausreichend, um SLAM zuverlässig online zu betreiben.



Till Fischer wurde für seine Diplomarbeit „**Entwurf eines FPGA-Cores zur Simulationsbeschleunigung zeitkontinuierlicher Modelle im HiL Kontext**“ an der Uni Karlsruhe ausgezeichnet.

Abstract:

Diese Arbeit ist im Umfeld der Hardware in the Loop (HiL) Simulation angesiedelt. Dabei werden virtuelle Umgebungen für real existierende Steuergeräte erzeugt, um diese intensiv testen zu können. Die dafür nötigen Berechnungen müssen in Echtzeit erfolgen. Diese Arbeit stellt eine FPGA-Implementierung zur Beschleunigung dieser Aufgabe vor. Die entsprechende Hardwarekomponente LESCore (Linear Equation Solver Core) behandelt dabei ein Teilproblem, nämlich das Lösen linearer Gleichungssysteme, wie sie im Verlauf der Simulation wiederholt auftreten. Diese Arbeit beschreibt nachvollziehbar die Gründe für den gewählten Ansatz und liefert die hierzu nötigen Grundlagen. Außerdem wird der Stand aktueller Forschung betrachtet. Hier zeigt sich, dass zwar vielversprechende Ansätze zum hardwarebasierten Lösen linearer Gleichungssysteme existieren, aber häufig von vereinfachenden Voraussetzungen ausgegangen wird, welche im Allgemeinen nicht gelten. Außerdem ist der Hintergrund in der Regel ein anderer als in dieser Arbeit, womit sich auch andere Schwerpunkte in den Anforderungen ergeben. Anschließend wird die LESCore Architektur detailliert beschrieben. Diese besitzt eine einfach zu verwendende Schnittstelle, um die unkomplizierte Integration in ein benutzerdefiniertes Design zu gewährleisten. Ein zu



lösendes Gleichungssystem muss dafür lediglich über ein leicht verständliches Interface in einen bestimmten Adressbereich des integrierten Speichers geschrieben werden. Die Lösung ist nach der Berechnung ebenfalls im Speicher verfügbar. An das Gleichungssystem selbst werden abgesehen von eindeutiger Lösbarkeit keine weiteren Anforderungen gestellt. Insbesondere kann auch bei ungünstiger Gestalt der Koeffizientenmatrix keine Division durch Null im Zuge des Lösungsverfahrens auftreten, da zur Steigerung der numerischen Stabilität eine Pivotierung mittels Zeilenvertauschungen durchgeführt wird. Die Architektur ist des Weiteren durch mehrere Parameter bezüglich Performanz, Genauigkeit und Ressourcenverbrauch den jeweiligen Bedürfnissen anzupassen. Dabei sind ist zur Repräsentation der Koeffizienten des Gleichungssystems neben Standard- auch benutzerdefinierte Fließkommaformate wählbar. Der Algorithmus, welcher der Berechnung zugrunde liegt, ist das Gaußsche Eliminationsverfahren. Das Verhalten der Implementierung wird durch Simulation mit geeigneter Software (ModelSim) verifiziert. Außerdem erfolgt die Integration eines Prototyps auf der FPGA-Zielplattform, wobei hier für weitere Tests auch eine Kommunikation zwischen dem verwendeten Host-PC und dem LESECore möglich ist. Die anschließende Auswertung zeigt eine Beschleunigung um Faktor 2,97 gegenüber einer Softwareimplementierung mit einem Standardprozessor. Im abschließenden Ausblick werden mögliche Ansätze zur weiteren Verbesserung der Laufzeit gegeben und zusätzliche Erweiterungen vorgeschlagen, welche die Flexibilität noch erhöhen.

5 Abbildung von RTOS-UH Funktionalitäten auf Systemschnittstelle von Linux

Am Rande des Workshops 2010 wurde ein Arbeitskreis „PEARL-Compiler“ ins Leben gerufen. Die Tätigkeit war nach einem guten und viel versprechenden Start schnell vom Tagesgeschäft der Teilnehmer verdrängt worden. Die aktuellen Ergebnisse werden hier kurz dargestellt.

Es soll ein Compiler entstehen, der PEARL (über C) für Linux verfügbar macht. Dabei ist vollkommen klar, dass Eigenschaften, die Linux einem Anwendungsprogramm nicht bereitstellt, entweder

- nicht implementiert
- nur emuliert

werden können.

Als Ausgangspunkt für eine Liste der notwendigen Systemunterstützungen dient die Liste der Systemdienste von RTOS-UH [1], bei dem PEARL bekanntermaßen erfolgreich läuft.

5.1 Systemdienste von RTOS-UH

Im Benutzerhandbuch von RTOS-UH ist eine Liste der Systemdienste enthalten. Diese Dienste werden nachstehend verschiedene Kategorien unterteilt.

- Semaphoroperationen
- Taskkontrolle
- Zeitfunktionen
- Geräte-I/O inklusive Prozessinterrupts

5.2 Semaphoroperationen

PEARL kennt zählende Semaphoren, sowie BOLT-Variablen. Zählende Semaphoren sind im Standardumfang von Linux verfügbar – ebenso wie in Xenomai. Die Semantik der Semaphoren ist in beiden Systemen kompatibel. Das für Anwendungen wichtige Detail der Semantik der RELEASE-Operation bei mehreren wartenden Tasks ist im PEARL90-Standard derart festgeschrieben, dass hier ein prioritätsgesteuertes Verhalten gefordert ist [2]. In [3] wird eine Änderung im Linux-Kernel Version 2.6 vorgestellt, die *Priority Inheritance* und prioritätsgesteuerte Warteschlangen realisiert. Ob diese Verbesserung inzwischen zum Standardkernel gehört müsste überprüft werden.

BOLT-Variablen sind bei Linux nicht vorgesehen. Allerdings lassen sich diese und deren Operationen auf Semaphoren abbilden. Somit ist auch hier kein Problem zu erwarten.

Bei der Problematik des Mehrfachwartens (REQUEST s1,s2;) muss noch untersucht werden, welches Verhalten erreicht werden soll:

Blockade bis beide frei sind mit dem Nachteil, dass die Semaphoren einzeln in der Zwischenzeit von anderen Tasks wieder belegt werden können.

Blockade der einzelnen Semaphore und Fortsetzung der Task, sobald alle Semaphoren belegt wurden, wodurch die Semaphore ggf. einzeln nicht mehr in der Zwischenzeit belegbar sind

Hier haben die Autoren keinen Hinweis in der Sprachnorm gefunden.

5.3 Taskkontrolle

PEARL90 kennt statische Tasks, die zur Laufzeit gesteuert werden können (ACTIVATE, TERMINATE, SUSPEND, CONTINUE). Unter Linux gibt es Prozesse und Threads. Das Speicherkonzept von PEARL90 erlaubt die Abbildung der Tasks auf beide Verfahren. Wenn Prozesse genutzt werden, so müssten die statischen Daten über *shared memories* verfügbar gemacht werden. Das Speichermodell von PEARL90 entspricht dem Threadmodell von POSIX. Daher wird erstmal das Modell der Abbildung von Tasks auf Threads weiter verfolgt.

5.4 E/A-System

PEARL90 arbeitet mit DATIONS, welche im Systemteil deklariert werden und im Problemteil spezifiziert werden. Hier wird zwischen ALPHIC und BASIC unterschieden. Der Hauptunterschied ist hier die Formatierung der Daten. Hinter jeder DATION steht ein Systemgerätetreiber, welcher die Kommunikation zwischen dem PEARL-Programm und der Peripherie abwickelt. Die Schreib- und Leseaufrufe auf DATIONS können blockieren – müssen dies aber nicht tun. Die Semantik ist nicht im Sprachstandard festgelegt, sondern wird vom Treiber entschieden.

Dies entspricht dem I/O-Konzept von Linux und sollte daher abbildbar sein.

5.5 Interrupts

PEARL90 stellt das Sprachelement INTERRUPT bereit. Dies war wohl früher für digitale Eingabegeräte gedacht, die einen Leseaufruf des System solange blockierten bis ein Zustandswechsel einstellt. Einer der Autoren erinnert sich an eine Flip-Flop-Schaltung an einem Z80-System mit AVIONIC PEARL, welche eine derartige Funktionalität realisierte. Auch Siemens hatte eine entsprechende Digitaleingabe für den Rechner R30, welche erst auf ein Flankenwechsel neue Daten an das Betriebssystem übertrug.

Bei heutigen PCs läßt sich diese Funktionalität über interruptbetriebene Geräte realisieren. Unter Linux benötigen diese Geräte einen Treiber, sodass die INTERRUPTS von PEARL90 auf eine Art Interruptdevice abgebildet werden könnten.

5.6 Zeiteinplanungen

PEARL90 kennt die Datentypen CLOCK und DURATION. Über diese Datentypen sich Tasksteuerungen möglich. Diese sind auch mit externen Interrupts kombinierbar. Z.B.

```
WHEN fertigIrupt AFTER 5 SEC ALL 1 SEC UNTIL 20:00:00
    ACTIVATE task1;
```

Diese Funktionalitäten lassen sich nicht direkt auf Linux übertragen. Eine einfache Emulation dieses Verhaltens kann durch eine Systemtask realisiert werden, welche sich über die verfügbaren Timer zu gegebener Zeit aufwecken läßt um die eingeplante Aktion auszuführen.

Die einfachen Operationen zum Lesen und Verrechnen von Zeiten sind ohne Probleme abbildbar.

5.7 weitere Schritte

Detailstudien und prototypische Implementierungen zu:

1. Untersuchung der Semantik der Semaphoroperationen
2. Realisierung einer "BOLT-Klasse" mit Hilfe von einfachen Semaphoren
3. Emulation der INTERRUPT-Semantik
4. Entwicklung einer Systemtask für die Abarbeitung von Einplanungen
5. Nachvollziehen der Arbeit von [3] und Bereitstellung von Testprogrammen für zukünftige Kernelversionen.
6. ...

Literatur

- [1] W. Gerth; RTOS-UH; Version 5.4;
<http://www.irt.uni-hannover.de/rtos/pub/HANDBUCH/Aktuell/rtosh.pdf> (2006)
- [2] Hrsg. GI-Fachgruppe 4.4.2 "Echtzeitprogrammierung, PEARL"; PEARL 90 – Sprachreport; (1995)
- [3] Wang Ya-Jun; Research and Realization of the Mechanism of Embedded Linux Kernel Semaphore; Advanced Computer Theory and Engineering(ICACTE); 3rd International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering(ICACTE); 2010

R. Müller
HS Furtwangen

D. Müller
Technische Universität Chemnitz

6 Treffen der RTOS/PEARL User group

Am 15.6. traf sich die RTOS/PEARL User group (ehemals AK1). Es nahmen insgesamt 8 Personen teil, davon 2 vom IRT. Es gibt kein Protokoll dazu. In erster Linie wurde das Thema „wie geht es weiter mit RTOS/PEARL“ diskutiert.

Die Quintessenz:

- Fa. IEP wird die Betreuung der Sourcefiles und der Web-seiten übernehmen. Das gilt auch für den Compiler, Assembler etc.
- Die Fa. esd besitzt ebenfalls eine Kopie des Sourcecodes aller Komponenten und stimmt sich bei Veränderungen der zum allgemeinen Paket gehörenden Quellfiles mit IEP ab
- Es gibt - eingebracht von IEP - einen im Codegenerator erweiterten PEARL-Compiler, der die einfachen Floatingpointbefehle der preiswerten PowerPC-Mikrocontroller optimal einbindet (simple FPU benutzt die Integerregister)
- Herr Kroll (IEP) berichtet von einer Reaktivierung der Multiprozessorphilosophie von RTOS-UH. Laborversionen mit Dualcore Prozessoren laufen bereits sehr vielversprechend. Am Compiler ist keine Änderung nötig. Es wurden die bekannten Verwirrungen von PEARL-Benchmarkprogrammen auf echten Multiprozessorsystemen beobachtet.
- Bei der Fa. CJD hat man ein RTTB (RTOS/PEARL basiert, von IEP) zum Messen der Speed von Hochgeschwindigkeitsmodellflugzeugen international zertifiziert bekommen (bis über 400km/h schnell).
- Es wurde nachgefragt, wie es um den avisierten PEARL-Compiler eines neuen AK steht. (Seit der letzten Organisations-e-mail um die Jahreswende aus dem AK-Compiler gibt es keine Informationen in der Runde).
- Die Firmenvertreter berichten über deutlich positive Trends bei den Auslieferungen

W. Gerth
Hannover