

## CombiProbe

Um schnell wichtige Systeminformationen zur Programmlaufzeit auszugeben, verfügen erste Cores mittlerweile über einfache Traceports. Diese erlauben es einem Anwendungsprogramm beliebige Daten Off-Chip sichtbar zu machen. Für die Aufzeichnung und Weiterverarbeitung solcher Daten bietet Lauterbach eine neue Tooloption – die CombiProbe – an. Im Folgenden soll die Hardware sowie die Bedienung dieses neuen Produkts vorgestellt werden.

### Instrumentierung

Die meisten Entwickler kennen Testszenerien, für die ein einfaches printf() die effizienteste Realisierung ist. Typische Beispiele sind die Ausgabe von Diagnose-Informationen bzw. das Mitprotokollieren wichtiger Systemereignisse. Gemeint sind also Testszenerien, bei denen die Anwendung bereits rund läuft und nun Betriebstests gefahren werden müssen. Traditionell wird bei solchen Tests mit Code-Instrumentierung gearbeitet.

Wenn wichtige Systeminformation mittels Instrumentierung zur Programmlaufzeit sichtbar gemacht werden soll, sind zwei Schritte notwendig:

1. Zunächst werden in das Anwendungsprogramm Befehle eingefügt, welche die gewünschte Information bereitstellen.
2. Anschließend muss ein Weg gefunden werden, diese Information nach außen sichtbar zu machen. Typischerweise wird dazu eine externe Kommunikationsschnittstelle wie RS-232 oder Ethernet verwendet.

Instrumentierung hat den großen Vorteil, dass genau die Informationen sichtbar gemacht werden, die für den Tester von Interesse sind. Gleichzeitig entsteht aber ein großer Kommunikations-Overhead, da in der Regel über das Betriebssystem eine weitere Kommunikationsschnittstelle bedient werden muss. Bei einer langsamen Schnittstelle kann es zudem zu erheblichen Laufzeitbeeinträchtigungen für die eigentliche Anwendung kommen.

### System Trace

Der Kommunikations-Overhead, der bei der Instrumentierung entsteht, lässt sich erheblich reduzieren, wenn der Core einen eigenen Traceport für die Ausgabe der vom Anwendungsprogramm generierten Systeminformation anbietet. Als IP-Provider bietet ARM im Rahmen seiner CoreSight-Technologie eine solche Lösung an.

Die CoreSight *Instrumentation Trace Macrocell* (ITM) arbeitet vereinfacht wie folgt:

1. Das Anwendungsprogramm schreibt die Informationen, die nach außen sichtbar gemacht werden sollen, auf ein 32-Bit *Memory Mapped Register*, das der ITM zugeordnet ist.
2. Die ITM macht die Informationen entweder direkt über den *Serial Wire Output* (siehe Bild 1) oder zusammen mit anderen Tracedaten über die *CoreSight Trace Port Interface Unit (TPIU)* nach außen sichtbar.

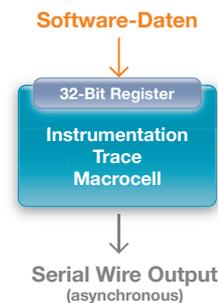


Bild 1: Der CoreSight Instrumentation Trace mit Ausgabe über den Serial Wire Output.

Da bereits viele Mobilfunk-Hersteller mit ähnlichen proprietären Lösungen für ihre Chips arbeiten, jedoch aus Kostengründen an einem einheitlichen Standard für einen solchen Traceport interessiert sind, hat die „Test und Debug“ Arbeitsgruppe der *MIPI Alliance* im Mai 2007 unter dem Namen „System Trace“ einen Standard für ein 4-Bit Traceprotokoll sowie einen 34-Pin Debug- und Tracestecker spezifiziert.

Mit der Standardisierung wurde auch gleich die Funktionalität des Traceports erweitert. Neben der vom Anwendungsprogramm generierten Systeminformation können mittels des *System Trace* nun auch Hardware-Informationen ausgegeben werden (siehe Bild 2). Beispielsweise kann ein programmierbarer *Bus Watcher* bestimmte Buszyklen erkennen und ausgeben. Oder ein Signalmonitor liefert den Status ausgewählter chip-interner Signale.

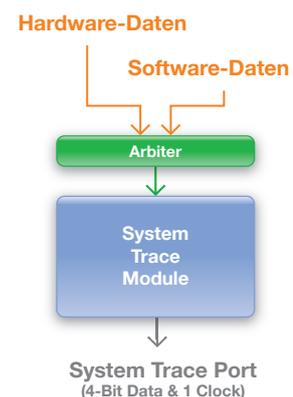


Bild 2: Der von der MIPI Alliance spezifizierte System Trace.

### CombiProbe Hardware

Als Mitglied der „Test und Debug“ Arbeitsgruppe konnte Lauterbach aktiv die Spezifikation des

System Trace mitgestalten und parallel an der » Entwicklung des passenden Debug- und Trace-Tools – genannt CombiProbe – arbeiten. Seit Oktober 2007 liefert Lauterbach dieses neue Produkt nun in Serienreife.



Bild 3: POWER DEBUG INTERFACE / USB 2 mit einer CombiProbe.

Die CombiProbe (siehe Bild 3) ist eine Kombination aus einem speziellen Debug-Kabel und einem 128 MByte Tracespeicher. Sie kann beispielsweise an die universelle Lauterbach Basis-Hardware POWER DEBUG INTERFACE / USB 2 angesteckt werden. Als Verbindung zum Zielsystem wird der 34-Pin Debug- und Tracestecker aus dem MIPI Standard verwendet, der Anschlüsse für einen JTAG-Port und einen 4-Bit System Trace Port umfasst. Selbstverständlich werden auch Adapter zur Anpassung an andere Zielsystemstecker angeboten.

### Bedienkonzept

Für das Arbeiten mit der CombiProbe gibt es neben den klassischen Debug-Funktionen einige neue Konfigurationskommandos sowie Kommandos zur Darstellung und Auswertung der aufgezeichneten Traceinformationen:

Zunächst die Konfigurationskommandos:

- *ITM.<subcommand>* zur Konfiguration der *Instrumentation Trace Macrocell* der CoreSight-Technologie (siehe Bild 4).
- *STM.<subcommand>* zur Konfiguration eines *System Trace Modules*.
- *SystemTrace.<subcommand>* zur Konfiguration der CombiProbe.

Für die Analyse und Weiterverarbeitung der aufgezeichneten Tracedaten wird ebenfalls das *SystemTrace*-Kommando verwendet.

Klassisch können die am Traceport sichtbaren Systeminformationen im Tracespeicher der Combi-Probe aufgezeichnet und mit TRACE32-Kommandos ausgewertet werden. Eine intuitive Auswertung der Systeminformationen wird dadurch unterstützt, dass die Trace-Rohdaten mit Hilfe der so genannten *TRACE32 Protocol API* anwendungsspezifisch aufbereitet werden können.

Diese Vorgehensweise hat jedoch den Nachteil, dass die Größe des Tracespeichers in der CombiProbe die Aufzeichnungszeit limitiert.»

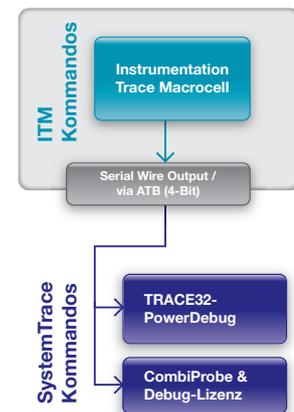
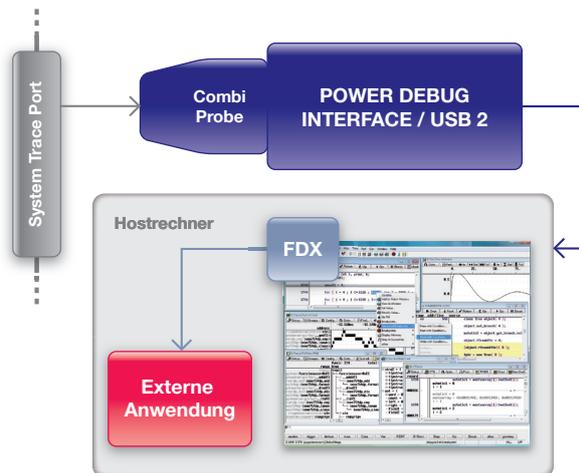


Bild 4: Die ITM-Kommandos erlauben eine Konfiguration der Instrumentation Trace Macrocell. Die SystemTrace-Kommandos ermöglichen eine Darstellung und Analyse der aufgezeichneten Traceinformation.

### Kenndaten CombiProbe

- Debug-Kabel und 128 MByte Tracespeicher
- JTAG-Unterstützung für ARM-Cores
  - Standard JTAG
  - Serial Wire Debug Port von ARM
  - cJTAG (IEEE P1149.7), geplant
- Standard-JTAG für andere Prozessorarchitekturen möglich
- Traceport-Unterstützung für
  - MIPI System Trace
  - ITM über Serial Wire Output
  - ITM über 4-Bit CoreSight TPIU
  - 4-Bit ETMv3 im Continuous Mode, geplant
- Bandbreite von 200 MBit/s pro Tracekanal bei bis zu 4 Tracekanälen
- Spannungsbereich 0.3V bis 3.3V, 5V tolerant
- 34-Pin Half-Size Stecker zur Zielhardware
- Adapter auch für 10- und 20-Pin Half-Size Stecker



**Bild 5:** Die CombiProbe lässt sich so konfigurieren, dass eine externe Software die Traceinformation bereits zur Aufzeichnungszeit weiterverarbeiten kann.

Um längere Aufzeichnungszeiten zu realisieren wird für die CombiProbe ein *PIPE Mode* angeboten. Im *PIPE Mode* werden die Tracedaten gleich auf den Hostrechner übertragen. Der Tracespeicher in der CombiProbe dient hier lediglich als Zwischenpuffer.

Hostseitig lässt sich TRACE32 so konfigurieren, dass die Tracedaten direkt in eine Datei abgelegt werden. Die Aufbereitung und Auswertung der Systeminformation kann dann nach Abschluss der Aufzeichnung auch von einer externen Anwendung durchgeführt werden.

Alternativ ist es möglich, eine externe Auswertungssoftware so aufzusetzen, dass diese die Tracedaten über die so genannte *TRACE32 FDX API* abholt und bereits zur Aufzeichnungszeit weiterverarbeitet (siehe Bild 5).

### Zusammenfassung

Mit der CombiProbe erweitert Lauterbach seine Produktpalette um eine weitere Tooloption zur Aufzeichnung von Laufzeitinformationen. Für komplexe Testfälle ist es möglich, die CombiProbe auch zusammen mit dem PowerTrace einzusetzen. Da alle Lauterbach Tools über eine gemeinsame Zeitbasis verfügen, können dann wichtige Systeminformationen in einen direkten zeitlichen Zusammenhang mit dem Programm- bzw. Datenfluss des Cores gesetzt werden.