

## Hinweise zum Gebrauch von Wechseldatenträgern

### White Paper

Messgeräte von imc ermöglichen es, Messdaten auf verschiedenen Wechseldatenträgern, autark im Gerät, zu speichern. Dieses White Paper soll Hinweise zum Gebrauch der am häufigsten bei imc vorkommenden Speichermedien geben.

Insbesondere soll auf den zentralen Performance Kennwert der Schreibgeschwindigkeit eingegangen werden. Die Schreibgeschwindigkeit ist die maximale Datenrate und Kanalzahl die kontinuierlich gespeichert werden kann. Der Speicherprozess muss der Datenerfassung folgen können, ohne dass Datenüberlauf oder Datenverluste drohen.

## Einleitung:

Ein Speichermedium ist heutzutage ein komplexes Produkt, bei dem viele Parameter eine Rolle spielen, die alle beachtet werden müssen, um eine Aussage über das Gesamtsystem zu treffen. Es gilt, wie grundsätzlich bei Flash-Medien, dass die Schreib-Performance nicht einfach an simplen „Speed-Grades“ oder dergleichen erkannt werden kann. Sie hängt stark von den im Medium verbauten Controllern und den Betriebsbedingungen ab, nämlich insbesondere der Zahl von Kanälen (d.h. der parallel zu bearbeitenden Dateien) sowie der Messkonfiguration (Online FAMOS, Transfer über Netzwerk bzw. zum PC, Trigger etc.).

Daher ist dringend anzuraten, nur die von imc explizit empfohlenen und aufwendig mit einer Vielzahl unterschiedlicher Betriebs-Konfigurationen getesteten Typen einzusetzen!

Grundsätzlich gibt es fünf verschiedene Speicherkarten-Typen, die von imc unterstützt werden (siehe Tabelle „Kurz-Übersicht Speicherkarten“, S.2). Die am häufigsten verwendete Karte ist die Compact Flash (CF) Karte. Ältere Geräte besitzen teilweise einen PCMCIA Slot, der jedoch mittels mechanischem Adapter in der Regel mit CF Karte betrieben wird. Zudem gibt es Express Cards, neuerdings CFast Karten und USB-Sticks.

## CF-Card:

Die CF Karte ist die am häufigsten in imc Geräten verwendete Karte. Die Schnittstelle von CF ist an parallel IDE-ATA angelehnt.

## PCMCIA-Slot:

Ältere Geräte besitzen teilweise einen PCMCIA Slot, mit einem mechanischen Adapter können aber die aktuell verfügbaren CF Karten genutzt werden.

## Express-Card:

Sind nur noch selten verfügbar. Es gibt die Möglichkeit, über einen Adapter die Expresscard auf SD Karte umzusetzen. Dabei kann die Schreibgeschwindigkeit eingeschränkt werden. imc hat mit diesen adaptierten SD-Karten keine Kombination gefunden, um 2MSample kontinuierlich speichern zu können. imc hat die Express-Card jedoch nur im CRONOSflex (CRFX-2000) verbaut, wobei es für dieses Gerät auch alternativ die Möglichkeit gibt, die Messdaten auf USB zu speichern. Das CRFX-2000 wurde inzwischen vom CRFX-2000G abgelöst das mit einem CFast-Slot ausgerüstet ist.

## CFast Flash Speicher:

Wesentlicher Vorteil des neuen CFast-Formats ist die erhöhte Transfer- bzw. Schreib-Geschwindigkeit, die bisherige Engpässe deutlich entschärfen sollte. CFast ist nicht kompatibel zu CF (CompactFlash)! Zwar ist das mechanische Format ähnlich, elektrisch ist das Format jedoch nicht kompatibel.

CFast basiert elektrisch auf dem seriellen SATA Standard und bietet daher deutlich höhere Transferraten. Zwar hat sich CFast auf dem Kamera- und Consumer-Markt (bisher) nicht durchgesetzt, der „industrial“ und „embedded“ Bereich ist jedoch davon verschieden: Hier gilt es als Format der Zukunft!

Von imc sind CFast-USB Lesegeräte als Zubehör verfügbar, mittels derer man CFast Medien auch direkt an einen PC anschließen kann, der üblicherweise keinen geeigneten internen Card-Reader für dieses Format besitzt. Das ist insbesondere dann hilfreich, wenn Speicherkarten von Service-Personal eingesammelt bzw. ausgetauscht werden und nicht vor Ort direkt aus dem Gerät ausgelesen werden sollen oder können.

## USB:

Der USB Host-Port ist ein attraktives Interface für Speichermedien, alternativ zum Flash-Card Slot. Er erlaubt den Anschluss von USB-Sticks oder mobilen USB-Festplatten. USB-Sticks gibt es mittlerweile in winzigen „Nano-Ausführungen“, die praktisch nicht mehr über die Front hinausragen und geschützt werden müssten. Hierzu muss allerdings angemerkt

werden, dass diese „Nano-Ausführungen“ über weniger aufwendige Controller verfügen, die in der Regel dann auch langsamer sind. Die Erfahrung zeigt, dass die Summenschreibgeschwindigkeit mit USB Nano-Sticks unter 3 MB/s liegt. Mit „konventionellen“ USB-Memory Sticks sind erfahrungsgemäß bis zu 5 MB/s erreichbar.

Übersicht der bei imc Geräteserien verwendeten Flash Speichermedien

	imc C-SERIES imc CRONOS-PL imc CRONOS-SL	imc SPARTAN imc BUSDAQ	imc SPARTAN-R imc CRONOS-SL-N imc C-SERIES-N imc CRONOScompact CRC-400 imc CRONOSflex CRFX-400	imc CRONOScompact CRC-2000E imc CRONOSflex CRFX-2000	imc CRONOScompact CRC-2000G imc CRONOSflex CRFX-2000G
<b>Verwaltung</b>					
Gerätegruppe	3	4	5	6	7
Seriennummerbereich	SN12xxxx	SN13xxxx	SN14xxxx	SN16xxxx	SN19xxxx
<b>Datenspeicherung</b>					
PCMCIA-Slot	●				
CF Karten-Slot (Compact Flash)	●(1)	●	●		
CFast Karten-Slot					●
Express Karten-Slot				●	
USB 2.0 Host-Adapter (externe USB-Festplatte, Speicher-Stick)				●	●
Speicherung auf Netzlaufwerk		●	●	●	●

(1) mittels mechanischem PCMCIA Adapter

Wenn Sie die Karten direkt im üblichen Fach- und Versandhandel kaufen, können wir nicht für die Qualität garantieren, insbesondere ob bei der erworbenen Karte dieselben Komponenten verbaut wurden, unter denen wir die Karte getestet haben. Gerade zum Controller findet man von Herstellerseite wenige Informationen, da es sich hierbei um das „Know-How“ der Hersteller handelt, was diese verständlicherweise nicht bereitwillig zu Verfügung stellen wollen. Die Hersteller geben zwar in der Regel bekannt, wenn sich etwas am Controller geändert hat, aber was oder in welcher Form, bleibt dabei unklar. Sobald Änderungen am Controller vorliegen, werden die entsprechenden Speichertypen wiederum, so schnell wie möglich, von imc geprüft.

## Hardware:

Grundsätzlich sind Speicherkarten aus einem Controller und Flash Bausteinen aufgebaut. Eines der wesentlichen Unterscheidungsmerkmale für das Flash ist, ob es sich um Single Level Cells oder Multi Level Cells handelt. Die Multi Level Cells sind in der Regel für den erweiterten Temperaturbereich nicht geeignet und haben eine deutlich geringere Lebensdauer.

## Software:

Es gibt unterschiedliche Dateisysteme, von denen imc für Wechseldatenträger ausschließlich das recht verbreitete FAT (File Allocation Table) verwendet. Die Clustergröße ist der entscheidende Parameter mit Einfluss auf die Schreibgeschwindigkeit, und für die Ausnutzung des vorhandenen Speichers.

## Cluster:

Durch Formatierung festgelegte Blockgröße, die die kleinstmögliche Verarbeitungsgröße für Blöcke darstellt.

## Datenblockgröße (Chunk):

tatsächlich von der Gerätefirmware beim Schreiben verwendete Verarbeitungsblöcke, d.h. Datenpakete, die jeweils „am Stück“ und ohne Unterbrechung bearbeitet werden.

## Datenrate, Kanalzahl, Formatierung:

Jedes Speichermedium hat eine maximale Datenrate, mit der kontinuierlich Daten auf das Medium geschrieben werden können. Die Hersteller geben gerne Maximalwerte an, die aber nur unter bestimmten Betriebsbedingungen zu erreichen sind. In der Regel sind diese Angaben auf typische Consumer Anwendungen wie Kameras bezogen, bei denen eine einzelne große Datei erzeugt wird. Der typische Einsatzfall des imc Messgeräts weicht davon allerdings stark ab.

Werden wenige Kanäle mit hoher Datenrate geschrieben, sind große Zuordnungseinheiten (Cluster) auf dem Datenträger von Vorteil. Bei der Formatierung wird die Clustergröße eingestellt. Die Formatierung hängt vom Dateisystem, der Plattengröße und dem Betriebssystem ab. Z.B. wird bei FAT32 und Plattengrößen < 8 GByte bei der Formatierung durch Windows eine Clustergröße von 4 KB gewählt. Das stellt eine ungünstig kleine Größe dar, führt zu entsprechend viele Clustern und einer Reduzierung der Performance. Das bedeutet insbesondere eine deutlich reduzierte Schreibgeschwindigkeit die im Extremfall, bei voller Summenabtastrate, zum Datenüberlauf führen kann. Die Formatierung sollte deshalb auf dem imc-Gerät (Linux Betriebssystem) stattfinden, da dann anders als im PC unter Windows, die Clustergröße für eine maximale Schreibrate optimiert wird. Im Zuge der Datenaufnahme werden innerhalb des imc

Messgeräts die Daten zuerst ins globale FIFO Puffer-RAM geschrieben. Dieser dient als Puffer zwischen den unterschiedlichen Echtzeitprozessen:

- Der schreibende Datenaufnahmeprozess
- Das Schreiben auf den geräteinternen nichtflüchtigen Massenspeicher (vom FIFO lesend)
- Transfer der Daten über Netzwerk zum PC zur Visualisierung, Speicherung und Monitoring (lesend)
- Berechnung von virtuellen Kanälen in imc Online FAMOS (lesend und schreibend)

Der Geräteprozessor muss, je nach Anwendung, alle diese Prozesse bedienen. Das FIFO RAM muss zyklisch kanalweise ausgelesen werden, und entsprechend Daten an die oben erwähnten Instanzen verschieben. Je nach Anzahl und konkretem Umfang der abzuarbeitenden Tasks hat der Prozessor relativ wenig Zeit sich mit einem Kanal aufzuhalten. Es können dann nur kleine Datenblöcke (Chunks) „am Stück“ bearbeitet werden, bevor der Prozessor mit dem nächsten Kanal fortfährt, weil er im Mittel alle Kanäle bedienen muss.

Grundsätzlich versucht die Gerätesoftware also stets, möglichst große Datenpakete pro Kanal zu verarbeiten, um den Verwaltungsaufwand zu minimieren. Dies kann allerdings nicht immer gewährleistet werden, da die oben beschriebenen parallel konkurrierenden Prozesse die Größe der tatsächlich abarbeitbaren Datenpakete (Chunks) beeinflussen. Außerdem gibt es mögliche zusätzliche Faktoren und Erschwernisse, wie etwa eine zeitweilige schlechte Netzwerkverbindung. Damit lässt sich nicht leicht vorhersagen, wie stark das System letztlich „gestresst“ wird.

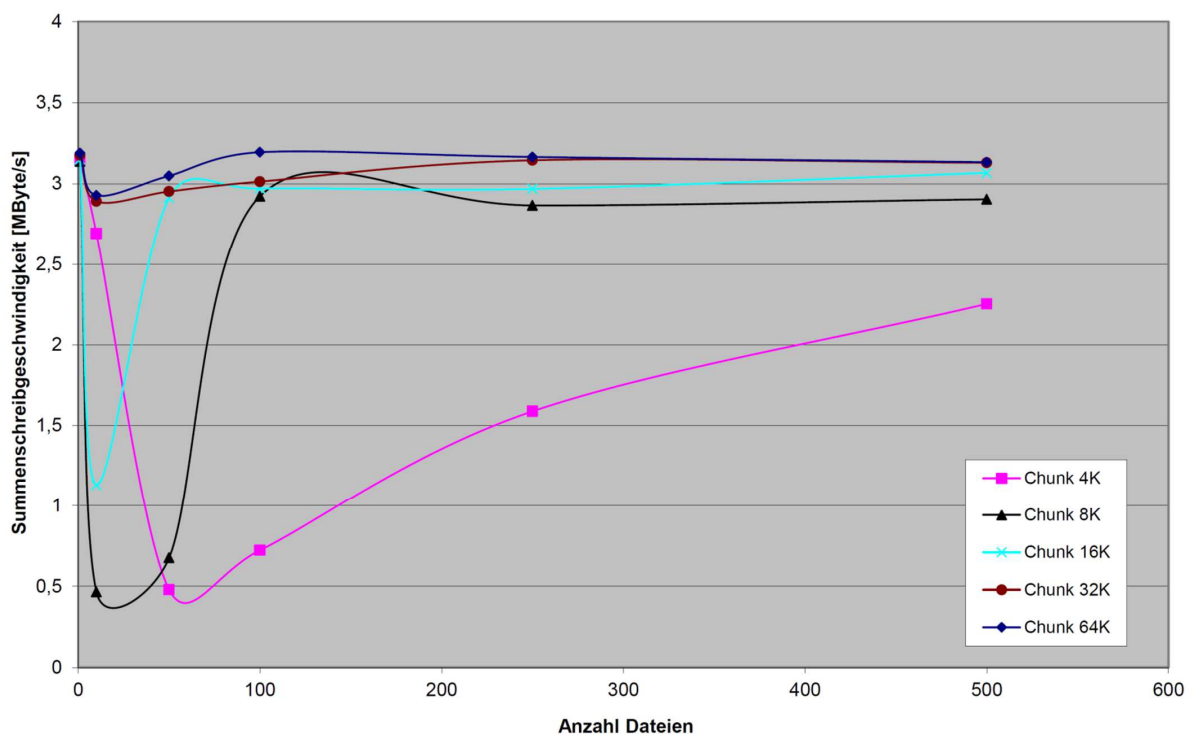
Im Rahmen von Tests geht es nun darum herauszufinden, wie die Summenschreibgeschwindigkeit von der Kanalanzahl und der im

konkreten Betrieb tatsächlich jeweils „am Stück“ abgearbeiteten Datenblockgrößen (Chunks) beeinflusst wird. In den folgenden drei Diagrammen werden drei verschiedene Speicherkarten dargestellt. Es ist immer die Summen-Schreibgeschwindigkeit über der Anzahl der gespeicherten Kanäle bzw. Dateien aufgetragen, wobei für jeden Kanal stets jeweils eine eigene Datei angelegt wird. Bei den Kurvenscharen in einem einzelnen Diagramm handelt es sich jeweils um eine ausgewählte Speicherkarte, bei der die Datenblockgröße (Chunk)

variiert wurde. Jede Kurve einer Schar repräsentiert einen anderen „simulierten“ Anwendungsfall, bei dem das System unterschiedlich stark „gestresst“ wurde.

Hierzu wurde eine modifizierte Test-Firmware eingesetzt, die jeweils unterschiedliche, feste Chunk-Größen verwendet. Damit lassen sich systematisch unterschiedlich „anspruchsvolle“ Anwendungsfälle simulieren, bei denen in der Realität die Standard-Firmware gezwungen wäre, jeweils dynamisch die Chunk-Größe zu variieren.

**erstes Diagramm: Speicherkarte 1, verschiedene Datenblöcke (Chunk)**



Im ersten Diagramm lässt sich zunächst erkennen, dass die Schreibperformance in unerwartet drastischer und keineswegs proportionaler Weise von der Kanal-Anzahl (Dateien) abhängt. Tatsächlich gibt es relativ „schmale“ Bereiche bzw. Kanal-Anzahlen, für die die Performance stark einbricht, für höhere Kanalzahlen sich dann aber wieder deutlich verbessert. Daran erkennt man, dass sehr ausgedehnte Tests mit einer Vielzahl von Konfigurationen

(Zahl der aktiven Kanäle) nötig sind, um überhaupt mögliche Schwächen zu erkennen: Hätte man im obigen Fall nur mit wenigen Testfällen mit jeweils Vielfachen von 100 Kanälen (Dateien) getestet, wäre dieses Verhalten gar nicht auffallen!

Hier also sieht man, dass für die mit den Kurven 4K, 8K und 16K Chunk repräsentierten Betriebsfälle die Summen-Schreibgeschwindigkeit im Bereich zwischen 0

und 100 Kanälen teilweise um mehr als 80% Prozent einbricht.

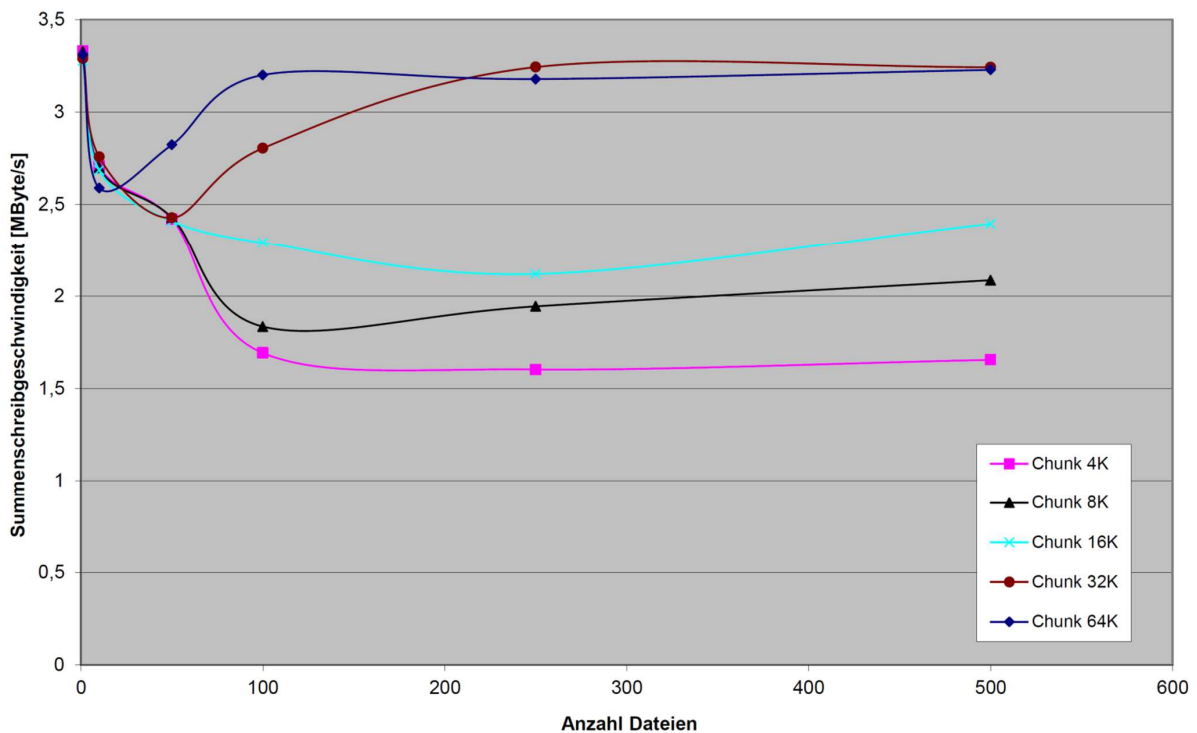
Alle drei Diagramme bestätigen mit ihren dargestellten Kennlinien dass die Schreibperformance mit kleiner werdenden Chunk-Größen nachlässt. Dies entspricht im realen Betrieb dem Fall, dass das System neben der Aufgabe zur Datenspeicherung weiterem „Stress“ durch zusätzliche parallel abzuarbeitende Aufgaben der Systemkonfiguration ausgesetzt ist (imc Online FAMOS; Datentransfer zum PC etc.). Diese führen ja tendenziell zu häufigeren Unterbrechungen der Datenspeicher-Task und damit zu kleineren Verarbeitungseinheiten.

Die ausgedehnten Tests dienen damit vor allem dazu, zu klären, wie empfindlich konkrete Speicher-Modelle auf diesen Umstand reagieren und aufzudecken, bei welchen Kanalzahlen charakteristische Einbrüche auftreten und wie stark diese sind.

Ermittelt wird damit die Worst-Case Performance unter den durch feste Chunk-Größen repräsentativ und reproduzierbar simulierten „Stress-Konfigurationen“.

Damit zeigt sich, dass die im ersten Diagramm gezeigte Speicherkarte für eine Messanwendung eines imc Gerätes ungeeignet ist.

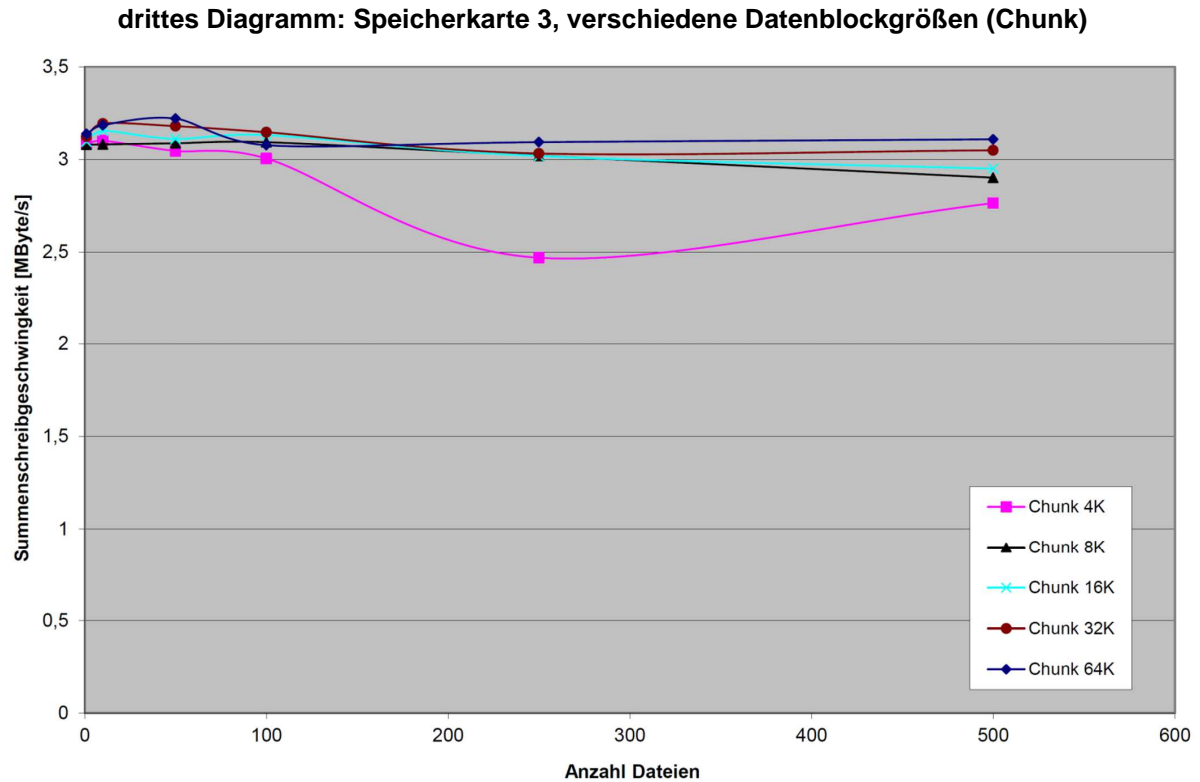
**zweites Diagramm: Speicherkarte 2, verschiedene Datenblockgrößen**



Auch im zweiten Diagramm ist erkennbar, dass die Summen-Schreibgeschwindigkeit recht stark mit der Anzahl der Kanäle (Dateien) variiert. Während man für die Kurven 4K, 8K und 16K sieht, dass die Summen-Schreibgeschwindigkeit mit der Anzahl der aufgenommenen Dateien stetig abnimmt, zeigt sich für die Kurven 32K und 64K, dass die Summen-Schreibgeschwindigkeit zuerst ab

nimmt, sich aber für sehr große Kanalzahlen wieder „erholt“ und dann in einen Sättigungsbereich übergeht. Die charakteristischen Performance-Einbrüche sind für diese Karte bei weitem nicht so dramatisch, wie bei der im ersten Diagramm gezeigten: Die Summen-Schreibgeschwindigkeit liegt nie unter 1,6 MByte/s. Für ein imc Gerät mit einer Sum-

menabtastrate von 400 kHz ist diese Speicher-  
karte also durchaus zu empfehlen.



Für die im dritten Diagramm dargestellten Karte sind die Schwankungen der Schreibgeschwindigkeiten vergleichsweise gering d.h. die Summen-Schreibgeschwindigkeit ist nicht so stark davon abhängig, wie groß die von der Firmware tatsächlich verwendete Datenblockgröße letztlich ist. Auch gibt es kaum eine nennenswerte Abhängigkeit von der Kanal-Anzahl. Eine Summen-Schreibgeschwindigkeit von 2,4 MByte/s wird nicht unterschritten, mithin ein Beispiel für eine ausgesprochen gut geeignete und „robuste“ Karte, was die Abhängigkeit von Betriebskonfigurationen angeht.

Hinweis: imc hat keinen Einfluss auf die Qualität der Wechseldatenträger unterschiedlicher

Hersteller. Datenträger die mit Neugeräten ausgeliefert werden, sind im Rahmen der Qualitätssicherung überprüft und haben entsprechende Tests erfolgreich durchlaufen. Wir weisen ausdrücklich darauf hin, dass die Verwendung von Wechselspeichermedien auf eigene Gefahr erfolgt. imc und seine Wiederverkäufer haften im Rahmen der Gewährleistung und nur im Umfang einer Ersatzbeschaffung. imc übernimmt ausdrücklich keine Haftung für Schäden die durch einen eventuellen Datenverlust entstehen könnten.

Autor:  
Stephan Schäfer, imc.

## Weitere Informationen erhalten Sie unter:

### imc Test & Measurement GmbH

Voltastr. 5  
D-13355 Berlin

Telefon: +49 (0)30-46 7090-0  
Fax: +49 (0)30-46 31 576  
E-Mail: [hotline@imc-tm.de](mailto:hotline@imc-tm.de)  
Internet: <http://www.imc-tm.de>

Die imc Test & Measurement GmbH ist Hersteller und Lösungsanbieter von produktiven Mess- und Prüfsystemen für Forschung, Entwicklung, Service und Fertigung. Darüber hinaus konzipiert und produziert imc schlüsselfertige Elektromotorenprüfstände. Passgenaue Sensor- und Telemetriesysteme ergänzen unser Produktportfolio.

Unsere Anwender kommen aus den Bereichen Fahrzeugtechnik, Maschinenbau, Bahn, Luftfahrt und Energie. Sie nutzen die imc-Messgeräte, Softwarelösungen und Prüfstände, um Prototypen zu validieren, Produkte zu optimieren, Prozesse zu überwachen und Erkenntnisse aus Messdaten zu gewinnen. Rund um die imc Geräte steht dafür ein umfassendes Dienstleistungsspektrum zur Verfü-

gung, das von der Beratung bis zur kompletten Prüfstandsautomatisierung reicht. Auf diese Weise verfolgen wir konsequent das imc Leistungsversprechen „produktiv messen“.

National wie international unterstützen wir unsere Kunden und Anwender mit einem starken Kompetenz- und Vertriebsnetzwerk.

Wenn Sie mehr über die imc Produkte und Dienstleistungen in Ihrem Land erfahren wollen oder selbst Distributor werden möchten, finden Sie auf unserer Webseite alle Informationen zum imc Partnernetzwerk:

<http://www.imc-tm.de/partner/>



#### Nutzungshinweis:

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Dieser Bericht darf ohne Genehmigung weder bearbeitet, abgewandelt noch in anderer Weise verändert werden. Ausdrücklich gestattet ist das Veröffentlichung und Vervielfältigen des Dokuments. Bei Veröffentlichung bitten wir darum, dass der Name des Autors, des Unternehmens und eine Verlinkung zur Homepage [www.imc-tm.de](http://www.imc-tm.de) genannt werden. Trotz inhaltlicher sorgfältiger Ausarbeitung, kann dieser Bericht Fehler enthalten. Sollten Ihnen unzutreffende Informationen auffallen, bitten wir um einen entsprechenden Hinweis an: [marketing@imc-tm.de](mailto:marketing@imc-tm.de). Eine Haftung für die Richtigkeit der Informationen wird grundsätzlich ausgeschlossen.