



BRANDENBURGER LINUX INFOTAG  
23.04.2005



# Absicherung von Linux- Rechnern mit grsecurity

Brandenburger Linux Infotag, 23. April 2005

Wilhelm Dolle, Director Information Technology  
interActive Systems GmbH



# Agenda

- **Grundlagen und Historie von grsecurity**
- **Installation**
- **Buffer-Overflows**
- **Role-Based Access Control**
- **Randomisierung im TCP/IP-Stack**
- **Fazit**



# Die Herausforderung

- **Software enthält (immer) Fehler**
  - Design, Implementierung, Konfiguration
  - Fehlersuche und -behebung ist sehr aufwändig
  - Fehler können nicht vollständig ausgeschlossen werden
- **Rechner die Dienste anbieten sind (immer) angreifbar**
  - Mehr Dienste erzeugen höhere Gefährdung
- **Angriffs-Tools werden immer leichter zugänglich und einfacher zu bedienen**
  - Viren, Würmer, Rootkits, trojanische Pferde, ...
- **Lösungsansatz A: Software fehlerfrei machen**
- **Lösungsansatz B: Ausnutzen der Fehler verhindern**



# Historie von grsecurity

- **Start des Projektes in 2001**
- **Autor: Brad Spengler**
- **Lizenz: GNU GPL**
- **Ursprünglich nur ein Port von OpenWall auf Linux**
- **Erste Veröffentlichung für Kernel 2.4.1**
- **Aktuelle Version: 2.1.5 (für Kernel 2.4.30 / 2.6.11.7)**



# Philosophie von grsecurity

- **Sicherheit kann nicht auf einer einzigen Ebene erreicht werden**
- **Zusätzliche Sicherheit muss benutzerfreundlich sein um wirken zu können**
- **Jede Software auf dem System muss zu schützen sein (nicht nur die aus der Distribution selber)**
- **Der Mensch ist das schwächste Glied in der Sicherheitskette**
- **Strategie: “Detection, Prevention and Containment”**



# Haupt-Features von grsecurity

- **Verhindern des Ausnutzens von Buffer-Overflows (Buffer Overflow exploitation prevention – PaX)**
- **Role-Based Access Control (RBAC)**
- **Zusätzliche Randomisierung im TCP/IP-Stack und bei den Prozess-IDs**
- **Eingeschränkte Sichtbarkeit von Prozessen**
- **Change root (chroot) hardening**
- **Schutz vor Race-Conditions (hauptsächlich /tmp)**
- **Umfangreiches Auditing**



# Installation von grsecurity I

- Was wird benötigt?
  - (aktueller) Linux-Kernel von kernel.org
  - grsecurity-Kernel-Patch
  - gradm
  - Prüfsummen
  - Compiler :-)

```
root@fc3-server:~/BLIT2005
File Edit View Terminal Tabs Help
[root@fc3-server BLIT2005]# ls -l
total 36504
-rw-r--r-- 1 root root 57631 Apr 21 10:15 gradm-2.1.5-200504081812.tar.gz
-rw-r--r-- 1 root root 189 Apr 21 10:15 gradm-2.1.5-200504081812.tar.gz.sign
-rw-r--r-- 1 root root 2480 Apr 21 10:15 grsecurity-1.2.11-iptables.patch
-rw-r--r-- 1 root root 189 Apr 21 10:15 grsecurity-1.2.11-iptables.patch.sign
-rw-r--r-- 1 root root 151163 Apr 21 10:15 grsecurity-2.1.5-2.6.11.7-200504111924.patch.gz
-rw-r--r-- 1 root root 238 Apr 21 10:15 grsecurity-2.1.5-2.6.11.7-200504111924.patch.gz.sign
-rw-r--r-- 1 root root 37099602 Apr 21 10:12 linux-2.6.11.7.tar.bz2
[root@fc3-server BLIT2005]#
```



# Installation von grsecurity II

- Kernel entpacken
- Patch einspielen

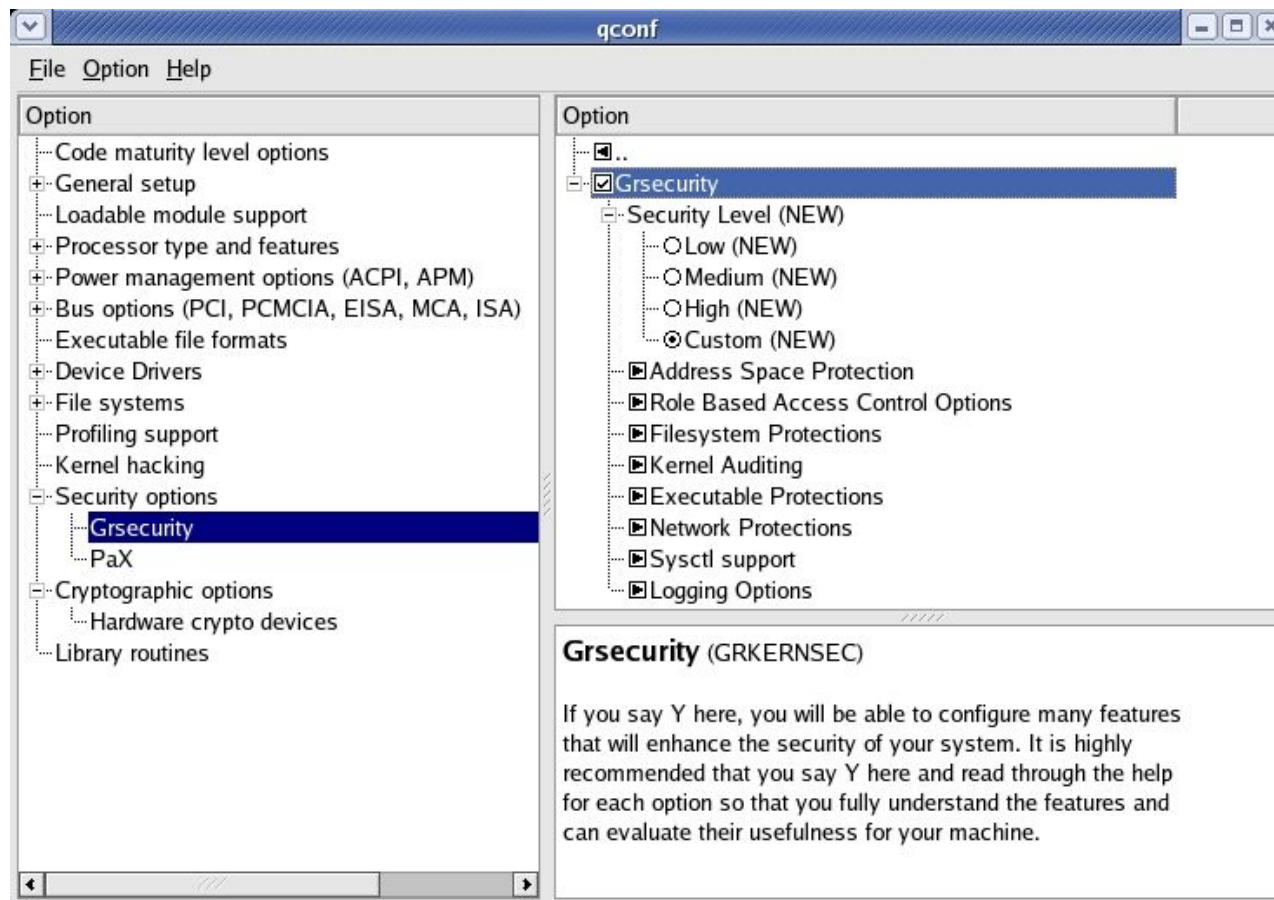
```
root@fc3-server:/usr/src
File Edit View Terminal Tabs Help
[root@fc3-server src]# ls -l
total 36432
-rw-r--r-- 1 root root 151163 Apr 21 10:18 grsecurity-2.1.5-2.6.11.7-200504111924.patch.gz
-rw-r--r-- 1 root root 37099602 Apr 21 10:18 linux-2.6.11.7.tar.bz2
drwxr-xr-x 7 root root 4096 Jan 9 23:28 redhat
[root@fc3-server src]# tar jxf linux-2.6.11.7.tar.bz2
[root@fc3-server src]# gunzip grsecurity-2.1.5-2.6.11.7-200504111924.patch.gz
[root@fc3-server src]# patch -p0 < grsecurity-2.1.5-2.6.11.7-200504111924.patch
patching file linux-2.6.11.7/Makefile
patching file linux-2.6.11.7/arch/alpha/kernel/osf_sys.c
patching file linux-2.6.11.7/arch/alpha/kernel/ptrace.c
patching file linux-2.6.11.7/arch/alpha/mm/fault.c
patching file linux-2.6.11.7/arch/arm/mm/fault.c
patching file linux-2.6.11.7/arch/arm/mm/mmap.c
patching file linux-2.6.11.7/arch/arm26/mm/fault.c
patching file linux-2.6.11.7/arch/cris/mm/fault.c
patching file linux-2.6.11.7/arch/i386/Kconfig
patching file linux-2.6.11.7/arch/i386/kernel/apm.c
```





# Installation von grsecurity III

- **Kernel compilieren und aktivieren**
  - Hilfe auch unter [grsecurity.net/confighelp.php](http://grsecurity.net/confighelp.php)
  - Generische Konfiguration [grsecurity.net/generic-config](http://grsecurity.net/generic-config)
  - Hier: `make xconfig / Fedora Core 3 / Kernel 2.6.11.7`





# Konfiguration I

- Mittels Kernel-Konfiguration, gradm oder über /etc/sysctl.conf

The screenshot shows the `qconf` window with the `Security options` menu expanded to `Grsecurity`. The `Security Level` is set to `High`. The right pane displays the `High (GRKERNSEC_HIGH)` configuration details.

**High (GRKERNSEC\_HIGH)**

If you say Y here, many of the features of grsecurity will be enabled, which will protect you against many kinds of attacks against your system. The heightened security comes at a cost of an increased chance of incompatibilities with rare software on your machine. Since this security level enables PaX, you should view <http://pax.grsecurity.net> and read about the PaX project. While you are there, download `chpax` and run it on binaries that cause problems with PaX. Also remember that since the `/proc` restrictions are enabled, you must run your `identd` as `gid 1001`. This security level enables the following features in addition to those listed in the low and medium security levels:

- Additional `/proc` restrictions
- `Chmod` restrictions in `chroot`
- No signals, `ptrace`, or viewing of processes outside of `chroot`
- Capability restrictions in `chroot`
- Deny `fchdir` out of `chroot`
- Priority restrictions in `chroot`
- Segmentation-based implementation of PaX
- `Mprotect` restrictions
- Removal of addresses from `/proc/<pid>/[maps|stat]`
- Kernel stack randomization
- Mount/unmount/remount logging
- Kernel symbol hiding
- Destroy unused shared memory



# Konfiguration II

qconf

File Option Help

Option

- Code maturity level options
- + General setup
- Loadable module support
- + Processor type and features
- + Power management options (ACPI, APM)
- + Bus options (PCI, PCMCIA, EISA, MCA, ISA)
- Executable file formats
- + Device Drivers
- + File systems
- Profiling support
- Kernel hacking
- Security options
  - Grsecurity**
  - PaX
- Cryptographic options
  - Hardware crypto devices
- Library routines

Option

- ..
- Proc restrictions
  - Restrict /proc to user only
    - Allow special group
      - (1001) GID for special group
- Additional restrictions
- Linking restrictions
- FIFO restrictions
- Chroot jail restrictions
  - Deny mounts
  - Deny double-chroots
  - Deny pivot\_root in chroot**
  - Enforce chdir("/") on all chroots
  - Deny (f)chmod +s
  - Deny fchdir out of chroot
  - Deny mknod
  - Deny shmat() out of chroot
  - Deny access to abstract AF\_UNIX sockets out of chroot
  - Protect outside processes
  - Restrict priority changes
  - Deny sysctl writes
  - Capability restrictions

**Deny pivot\_root in chroot (GRKERNSEC\_CHROOT\_PIVOT)**

If you say Y here, processes inside a chroot will not be able to use a function called `pivot_root()` that was introduced in Linux 2.3.41. It works similar to chroot in that it changes the root filesystem. This function could be misused in a chrooted process to attempt to break out of the chroot, and therefore should not be allowed. If the `sysctl` option is enabled, a `sysctl` option with name "chroot\_deny\_pivot" is created.



# Buffer-Overflows I

- **SANS Top 20 Internet Security Vulnerabilities**  
<http://www.sans.org/top20>

## **Top Vulnerabilities to Windows Systems**

- ◆ W1 Web Servers & Services
- ◆ W2 Workstation Service
- ◆ W3 Windows Remote Access Services
- ◆ W4 Microsoft SQL Server (MSSQL)
- ◆ W5 Windows Authentication
- ◆ W6 Web Browsers
- ◆ W7 File-Sharing Applications
- ◆ W8 LSAS Exposures
- ◆ W9 Mail Client
- ◆ W10 Instant Messaging

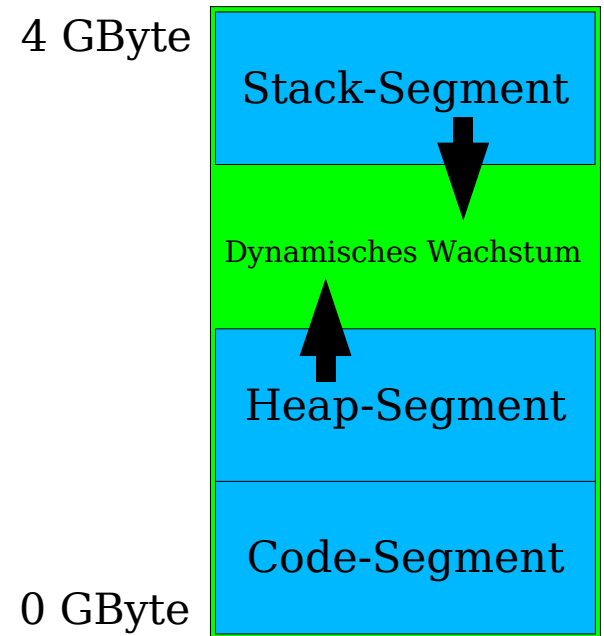
## **Top Vulnerabilities to UNIX Systems**

- ◆ U1 BIND Domain Name System
- ◆ U2 Web Server
- ◆ U3 Authentication
- ◆ U4 Version Control Systems
- ◆ U5 Mail Transport Service
- ◆ U6 Simple Network Management Protocol (SNMP)
- ◆ U7 Open Secure Sockets Layer (SSL)
- ◆ U8 Misconfiguration of Enterprise Services NIS/NFS
- ◆ U9 Databases
- ◆ U10 Kernel



# Buffer-Overflows II

- **Prozessspeicher Layout**
  - **Code-Segment (Text Segment)** – hier liegt der Programmcode selber
  - **Heap-Segment (Daten Segment)** – Variablen (extern, static), Felder und Tabellen des Prozesses
  - **Stack-Segment** – dynamische Variablen, übergebene Parameter und Rücksprungadressen von Funktionen

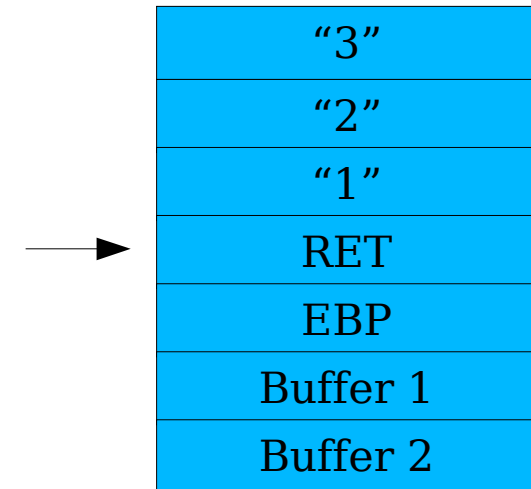




# Buffer-Overflows III

- **Stack-Aufbau**

- Last-in-first-out
- ESP (extended stack pointer) - oberstes Element des Stacks
- EBP (frame pointer / extended base pointer) - unterstes Element des aktuellen Stacks
- EIP (extended instruction pointer) - Speicheradresse der nächsten Instruktion







# Buffer-Overflows IV

- **Verhindern des Ausnutzens von Buffer-Overflows**
  - Nicht ausführbarer Stack
  - Canaries auf dem Stack
  - Kritische Funktionen durch spezielle Bibliotheken ersetzen
- **PaX – SEGMEXEC**
  - Nicht ausführbare User-Pages durch die segmentation logic der IA-32 (Intel x86) Architektur und virtual memory area mirroring
- **PaX – PAGEEXEC**
  - Auf Plattformen die ein “executable bit” hardwaremäßig unterstützen, wie Alpha, PPC, Sparc, Sparc64, amd64 und ia64
- **PaX – ASLR (address space layout randomization)**



# Role-Based Access Control I

- **Einführen von Rollen die eine Aufgabe des Benutzers in einer Organisation beschreiben (z.B. Revisor, Backup-Operator, Email-Administrator, System-Administrator)**
- **Aufteilen der mächtigen “root”-Berechtigungen in einzelne Teile**
- **RBAC-Systeme übernehmen Teile von MAC-Ansätzen (Mandatory Access Control) und weisen Rechte auf der Ebene von Subjekten und Objekten zu**





# Role-Based Access Control II

- **“User”-Rollen (gebunden an User-ID)**
- **“Group”-Rollen (gebunden an Group-ID)**
- **“Special”-Rollen (frei zuzuweisen)**
  
- **Grsecurity vergibt niemals mehr Rechte als das Linux-System es tun würde (z.B. Einschränken von User-ID 0)**
  
- **IP-basierte Rollen**
  
- **Rollenhierarchie: special, user, group, default**
  
- **Rollenübergangstabellen (authentifiziert / nicht authentifiziert) -> zusätzlicher Schutz**
  
- **Intelligentes Lernsystem (über gradm)**



# Randomisierung I

- Randomisierung bei TCP-Quell-Ports

```
wd@T42p:~  
[wd@T42p ~]$ uname -a  
Linux T42p.wdolle.de 2.6.9-1.681_FC3 #1 Thu Nov 18 15:10:10 EST 2004 i686 i686 i386 GNU/Linux  
[wd@T42p ~]$ netstat -nt  
Active Internet connections (w/o servers)  
Proto Recv-Q Send-Q Local Address           Foreign Address         State  
tcp        0      0 192.168.53.1:32771     192.168.53.150:22      ESTABLISHED  
tcp        0      0 192.168.53.1:32773     192.168.53.150:22      ESTABLISHED  
tcp        0      0 192.168.53.1:32772     192.168.53.150:22      ESTABLISHED  
tcp        0      0 192.168.53.1:32775     192.168.53.150:22      ESTABLISHED  
tcp        0      0 192.168.53.1:32774     192.168.53.150:22      ESTABLISHED  
tcp        0      0 192.168.53.1:32777     192.168.53.150:22      ESTABLISHED  
tcp        0      0 192.168.53.1:32776     192.168.53.150:22      ESTABLISHED  
[wd@T42p ~]$
```

```
wd@bgpd:~  
[wd@bgpd wd]$ netstat -atn | grep 127.0.0.1  
tcp        0      0 127.0.0.1:6868         0.0.0.0:*                LISTEN  
tcp        0      0 127.0.0.1:6969         0.0.0.0:*                LISTEN  
tcp        0      0 127.0.0.1:25          0.0.0.0:*                LISTEN  
tcp        0      0 127.0.0.1:22          127.0.0.1:59008         ESTABLISHED  
tcp        0      0 127.0.0.1:46953       127.0.0.1:22           TIME_WAIT  
tcp        0      0 127.0.0.1:38280       127.0.0.1:22           ESTABLISHED  
tcp        0      0 127.0.0.1:22          127.0.0.1:43525         ESTABLISHED  
tcp        0      0 127.0.0.1:53356       127.0.0.1:22           ESTABLISHED  
tcp        0      0 127.0.0.1:22          127.0.0.1:45158         ESTABLISHED  
tcp        0      0 127.0.0.1:45158       127.0.0.1:22           ESTABLISHED  
tcp        0      0 127.0.0.1:45150       127.0.0.1:22           ESTABLISHED  
tcp        0      0 127.0.0.1:22          127.0.0.1:38280         ESTABLISHED  
tcp        0      0 127.0.0.1:22          127.0.0.1:42504         ESTABLISHED  
tcp        0      0 127.0.0.1:22          127.0.0.1:53356         ESTABLISHED  
tcp        0      0 127.0.0.1:59008       127.0.0.1:22           ESTABLISHED  
tcp        0      0 127.0.0.1:42504       127.0.0.1:22           ESTABLISHED  
tcp        0      0 127.0.0.1:43525       127.0.0.1:22           ESTABLISHED  
tcp        0      0 127.0.0.1:51999       127.0.0.1:22           ESTABLISHED  
tcp        0      0 127.0.0.1:22          127.0.0.1:45150         ESTABLISHED  
tcp        0      0 127.0.0.1:22          127.0.0.1:51999         ESTABLISHED  
[wd@bgpd wd]$
```

**Linux:  
von 32.768  
bis 61.000  
(jeweils um  
1 erhöhen)**



# Randomisierung II

- **TCP-Reset-Angriff auf eine TCP-Verbindung über typische T-DSL-Verbindung (128 Kbit/s Upstream)**
  - “Erraten” werden muss die Sequenznummer (32 Bit)
  - Größe des Reset-Paketes (IP- und TCP-Header) 40 Byte
  - Typische Window-Größe bei Linux 2.4 / 2.6 ist 5840 Bit
  - Quellport bekannt (kann bestimmt werden):  
$$4.294.967 / 5.840 * 320 / 128.000 / 2 = 15:19 \text{ Minuten}$$
  - Quellport unbekannt:  
$$919s * 65.535 = 697 \text{ Tage}$$
- **Siehe auch letzte Microsoft Window-Size-Patches Mitte April 2005 (65.535 auf 17.520)**



# Randomisierung III

- Zufällige Prozess-IDs verhindern unter anderem das “Erraten” der Namen von temporären Dateien (Gefahr von Race Conditions)

```
wd@T42p:~  
[6] 6731  
[wd@T42p ~]$ sleep 10000&  
[7] 6732  
[wd@T42p ~]$ sleep 10000&  
[8] 6733  
[wd@T42p ~]$ sleep 10000&  
[9] 6734  
[wd@T42p ~]$ sleep 10000&  
[10] 6735  
[wd@T42p ~]$ ps  
  PID TTY          TIME CMD  
 6702 pts/5        00:00:00 bash  
 6726 pts/5        00:00:00 sleep  
 6727 pts/5        00:00:00 sleep  
 6728 pts/5        00:00:00 sleep  
 6729 pts/5        00:00:00 sleep  
 6730 pts/5        00:00:00 sleep  
 6731 pts/5        00:00:00 sleep  
 6732 pts/5        00:00:00 sleep  
 6733 pts/5        00:00:00 sleep  
 6734 pts/5        00:00:00 sleep  
 6735 pts/5        00:00:00 sleep  
 6736 pts/5        00:00:00 ps  
[wd@T42p ~]$
```

```
wd@bgpd:~  
[6] 20361  
[wd@bgpd wd]$ sleep 10000&  
[7] 1419  
[wd@bgpd wd]$ sleep 10000&  
[8] 32553  
[wd@bgpd wd]$ sleep 10000&  
[9] 20770  
[wd@bgpd wd]$ sleep 10000&  
[10] 9134  
[wd@bgpd wd]$ ps  
  PID TTY          TIME CMD  
  6723 pts/2        00:00:00 bash  
10329 pts/2        00:00:00 sleep  
26119 pts/2        00:00:00 sleep  
18939 pts/2        00:00:00 sleep  
17600 pts/2        00:00:00 sleep  
21424 pts/2        00:00:00 sleep  
20361 pts/2        00:00:00 sleep  
  1419 pts/2        00:00:00 sleep  
32553 pts/2        00:00:00 sleep  
20770 pts/2        00:00:00 sleep  
  9134 pts/2        00:00:00 sleep  
28305 pts/2        00:00:00 ps  
[wd@bgpd wd]$
```



# Fazit

- **Im Vergleich zur Entwicklung fehlerfreier Software ist das Verhindern des Ausnutzens der Schwachstellen einfacher und kostengünstiger (trotzdem ist fehlerarme Software anzustreben)**
- **Wirkt auch gegen unbekannte Bugs**
- **Kann “Patchorgien” verhindern**



# Fragen?

**Vielen Dank für die Aufmerksamkeit**

**Folien in ein paar Tagen unter: <http://www.dolle.net>**

**Wilhelm Dolle, CISA, CISSP, BSI IT-Grundschutz-Auditor  
Director Information Technology**

**iAS interActive Systems  
Dieffenbachstrasse 33c  
D-10967 Berlin**

**phone +49-(0)30-69004-100  
fax +49-(0)30-69004-101  
mail [wilhelm.dolle@interActive-Systems.de](mailto:wilhelm.dolle@interActive-Systems.de)  
web <http://www.interActive-Systems.de>**