



# Wenn rwx mit ugo zu ungenau ist - SELinux und AppArmor

Admin-Runde Berlin, Juli 2017

**Jörg Brüche**

Senior Support Engineer, FromDual GmbH

[joerg.bruehe@fromdual.com](mailto:joerg.bruehe@fromdual.com)

# Über FromDual GmbH

- FromDual bietet neutral und unabhängig:
  - Support für MySQL, Galera Cluster und MariaDB
  - remote-DBA Dienstleistungen
  - Beratung für MySQL, Galera Cluster und MariaDB
  - MySQL und MariaDB Schulungen
- Oracle Silber Partner (OPN)
- Mitglied bei DOAG, SOUG, /ch/open und OSBA



www.fromdual.com

# Zur Person

- **Entwicklung verteiltes SQL-DBMS:**  
Unix-Portierung,  
Anschluss Archivierungs-Tools (ADSM, NetWorker)
- **MySQL Build Team:**  
Release-Builds inkl. Tests, Paketierung, Skripte, ...
- **DBA:**  
MySQL für eine Web-Plattform  
(Master-Master-Replikation)
- **Support-Ingenieur (FromDual):**  
Support + Remote-DBA für MySQL / MariaDB / Percona  
mit oder ohne Galera Cluster; Beratung, Schulung

# Inhalt

- **Zugriffsschutz in Unix**
- **Warum weitere Mechanismen?**
- **AppArmor**
- **SELinux**
- **Abschluss**

# • Zugriffsschutz in Unix

- Warum weitere Mechanismen?
- AppArmor
- SELinux
- Abschluss

# Warum Zugriffsschutz?

- **Vertraulichkeit:**  
**Schutz der einzelnen Benutzer voreinander**
- **Zuverlässigkeit:**  
**Schutz der System-Komponenten gegen unberechtigte Änderung**

**”Security“ == ”Informationssicherheit“**

# Original-Unix in den 70ern (1)

Inode enthält (u.a.)

- **Eigentümer und Gruppe**
- **Neun Rechte-Bits:**
  - jeweils Lesen ("read" = r),
  - Schreiben ("write" = w),
  - Ausführen ("execute" = x)
- für Eigentümer ("user" = u),
- Gruppe ("group" = g),
- Andere ("other" = o)
- ...

# Original-Unix in den 70ern (2)

- ...
- Ein Bit "set-user-ID":  
"If the tenth bit is on, the system will temporarily change the user identification of the current user to that of the creator of the file whenever the file is executed as a program"

Beispiele: Abrechnungs-Datei (Spiele?),  
Programm für "mkdir()" (damals privilegiert!)

**Bell System Technical Journal, 1978, S. 1910 f.**



# Original-Unix in den 70ern (3)

- Inode ursprünglich ohne Gruppe (Artikel in cacm, 1974)
- "Unix Programmer's Manual (Sixth Edition)" (1973 – 1975) mit "setuid()" und "setgid()"
- "set-group-ID" beschrieben in "On the Security of Unix", Dennis Ritchie 1975  
Dort auch Unterscheidung zwischen "real" und "effective" UID und GID

# Supplementary Group ID (1)

- **Eingeführt mit 4.2BSD (ca. 1983),**
- **übernommen in System V Release 4 (1990)**  
**”Advanced Programming in the Unix Environment“, W. Richard Stevens 1993**
- **Definiert in ”X/Open Portability Guide“ (1989)**  
**sowie IEEE 1003.1-2001 (”POSIX“)**
- **Vorhanden z.B. in Digital Unix V 4.0 (ca. 1996)**

# Supplementary Group ID (2)

- Weitere Gruppe = Rechte auf deren Files:  
cdrom, lp, lpadmin, ...
- Weitere Gruppe = Markierung für Rechte:

```
# Members of the admin group  
# may gain root privileges  
%admin ALL=(ALL) ALL
```

```
# Allow members of group sudo  
# to execute any command  
%sudo ALL=(ALL:ALL) ALL
```

# Tendenz

- **User, Other: Persönlich oder öffentlich**
- **User, Group, Other:  
Persönlich, Arbeitsgruppe oder öffentlich**
- **Supplementary Group:  
Benutzer in mehreren Arbeitsgruppen /  
mit mehreren Rollen**

**Group, Set-group-ID, Supplementary Group:  
Zugriffe durch verschiedene Benutzer,  
auch wenn Dateien nicht "öffentlich"**

- Zugriffsschutz in Unix

- **Warum weitere Mechanismen?**

- AppArmor
- SELinux
- Abschluss

# Grenzen von Permission Bits

- Unterscheidung nur nach Benutzer, nicht nach Anwendung / Programm: Fehlfunktion / Missbrauch?
- Begrenzung nur durch die Rechte-Vergabe des Eigentümers:  
keine Einschränkung bei Leichtsinns  
"DAC" = "Discretionary Access Control",  
"discretion" (hier) = "Ermessen"

# Programm ist wichtig!

- **Adressbuch:**  
**Mail-Client ok, Browser nicht**
- **Öffentliche Files (”/etc/passwd“):**  
**Keine Herausgabe durch Webserver,**  
**kein Einlesen durch DBMS**

**=> Programm-spezifische Beschränkungen!**

# Strengere Mechanismen

- Rechte programm-spezifisch  
=> Rechte-Profile für Anwendungen
  
  - Auch wenn Benutzer nicht einschränkt  
=> Vorgaben durch Admin
- ”MAC“ = ”Mandatory Access Control“**



# Portable Operating System Interface

**”POSIX“ = IEEE 1003.1-2001 definiert**

- **”File Access Permissions“ (rwx für ugo)**
- **Set User ID, Set Group ID**
- **”Supplementary Group ID“**
- **”Additional File Access Control Mechanism“:**  
**darf gegenüber den Permission-Bits nur einschränken, nicht erweitern**
- **”Alternate File Access Control Mechanism“:**  
**nicht näher beschrieben**

# AppArmor und SELinux (1)

- **Basis: "Linux Security Modules"**
- **Selektiv: Nur ausgewählte Anwendungen werden überwacht**  
**"unconfined" = unbeschränkt**
- **Distribution liefert Profile/Policies, Admin kann ändern oder weitere erstellen**
- **Lern-Modus für Profil-Pflege: Alle Verstöße werden protokolliert und zugelassen**

# AppArmor und SELinux (2)

- **Zuerst: Permission-Bits prüfen, unzulässige Operationen bleiben verboten**
- **Positiv-Listen:  
Was eingetragen ist, ist erlaubt,  
alles Andere ist verboten**
- **Verstöße kommen ins System-Log,  
Programm erhält Fehler, z.B. EACCESS**

- Zugriffsschutz in Unix
- Warum weitere Mechanismen?
- **AppArmor**
- SELinux
- Abschluss

# Apparmor: Geschichte

- **1998: Immunix**
- **2005: Novell (Kauf) bis 2007**
- **2009: Canonical (Wiederaufnahme)**
- **2010: im Linux-Kernel 2.6.36 (Oktober)**
  
- **Distributionen: openSUSE, Ubuntu**
  
- **Basis: Pfadnamen in Textfiles (je Programm)  
/etc/apparmor.d/usr.sbin.mysql**

# Allgemeines

- **Läuft als Service,  
Kontrolle über "service" bzw. "systemctl"**  
**Aus: service apparmor teardown**  
**(mit systemctl: ???)**  
**Start: service apparmor start**  
**oder: systemctl start apparmor**
- **Profil-Modus "complain", "enforce", "audit"**  
**aa-complain /etc/apparmor.d/PROFIL**  
**aa-enforce /etc/apparmor.d/PROFIL**  
**aa-audit /etc/apparmor.d/PROFIL**



# sudo aa-status

**apparmor module is loaded.**

**5 profiles are loaded.**

**5 profiles are in enforce mode.**

**/sbin/dhclient**

**/usr/lib/NetworkManager/nm-dhcp-client.action**

**/usr/lib/NetworkManager/nm-dhcp-helper**

**/usr/lib/connman/scripts/dhclient-script**

**/usr/sbin/mysqld**

**0 profiles are in complain mode.**

**2 processes have profiles defined.**

**2 processes are in enforce mode.**

**/sbin/dhclient (791)**

**/usr/sbin/mysqld (784)**

**0 processes are in complain mode.**

**0 processes are unconfined but have a profile defined.**

# Reihenfolge

- **Profil muss bei Prozess-Start geladen sein, kann sonst nicht benutzt werden**
- => 1) Teardown, 2) Start AppArmor macht laufende Prozesse "unconfined"**
- => Prozess-Start aktiviert geladenes Profil**
- **Wird der Prozess überwacht?**  
**ps -Z**  
**cat /proc/PID/attr/current**





# Testumgebung

```
joerg@kub164:~$ uname -a
Linux kub164 4.4.0-64-generic #85-Ubuntu SMP Mon Feb 20 11:50:30 ...
```

```
joerg@kub164:~$ dpkg -l 'apparmor*' 'mysql*' | grep -v '^un'
Desired=Unknown/Install/Remove/Purge/Hold
| Status=Not/Inst/Conf-files/Unpacked/half-f-inst/Trig-await/...
|/ Err?=(none)/Reinst-required (Status,Err: uppercase=bad)
||/ Name                               Version                               Description
+++-----
```

	Name	Version	Description
ii	apparmor	2.10.95-0ubuntu2.5	user-space parser utility for AppArmor
ii	mysql-client	5.7.17-0ubuntu0.16.04.1	client metapackage ...
ii	mysql-client-5.7	5.7.17-0ubuntu0.16.04.1	client binaries
ii	mysql-client-core-5.7	5.7.17-0ubuntu0.16.04.1	core client binaries
ii	mysql-common	5.7.17-0ubuntu0.16.04.1	common files, ...
ii	mysql-server	5.7.17-0ubuntu0.16.04.1	server metapackage ...
ii	mysql-server-5.7	5.7.17-0ubuntu0.16.04.1	server binaries and system database setup
ii	mysql-server-core-5.7	5.7.17-0ubuntu0.16.04.1	server binaries

# Ausgangs-Zustand

- **Datadir = /var/lib/mysql**
- **Port = 3306**
- **Bind-Address = 0.0.0.0 # geändert, für Netz**

**=> Server startet, läuft,  
Zugriff lokal und remote möglich**

# Fremdzugriff (1)

## Benutzer-Tabelle:

```
joerg@kub164:~$ mysql -u root -proot
-e 'select user, host,
    authentication_string from mysql.user'
```

user	host	authent...
root	localhost	*81F5E2...
mysql.sys	localhost	*THISIS...
debian-sys-maint	localhost	*91FF27...

# Fremdzugriff (2)

```
root:~# ls -li /var/lib/mysql/mysql/user.MYD
141908 -rw-r----- 1 mysql mysql 400 Mär  6 21:55
      /var/lib/mysql/mysql/user.MYD
```

```
root:~# ccencrypt /var/lib/mysql/mysql/user.MYD
Enter encryption key:
Enter encryption key: (repeat)
```

```
root:~# ls -li /var/lib/mysql/mysql/user.MYD*
141908 -rw-r----- 1 mysql mysql 432 Mär  6 21:55
      /var/lib/mysql/mysql/user.MYD.cpt
```

```
root:~# mv /var/lib/mysql/mysql/user.MYD.cpt
      /var/lib/mysql/mysql/user.MYD
```

# Fremdzugriff (3)

```
root:~# systemctl start mysql
```

```
Job for mysql.service failed because  
the control process exited with error  
code. ...
```

**Apparmor überwacht definierte Programme**

**=> Andere Programme können gemäß  
den Permission-Bits zugreifen**

**=> Crypto-Trojaner sind weiter möglich**

# Änderung Datadir: Effekt

```
Datadir = /other_disk/mysql
```

```
/usr/share/mysql/mysql-systemd-start  
angepasst
```

```
joerg@kub164:~$ sudo systemctl start mysql
```

```
Job for mysql.service failed because the  
control process exited with error code. See  
"systemctl status mysql.service" and  
"journalctl -xe" for details.
```

- Beide Befehle zeigen Scheitern,  
aber wenig hilfreiche Info zur Ursache

# Änderung Datadir: Analyse

Der Kernel loggt Ablehnungen durch AppArmor, u.a. in `"/var/log/syslog"`:

```
[ZEIT] audit: type=1400 audit(ZÄHLER):  
  apparmor="DENIED" operation="mknod"  
  profile="/usr/sbin/mysqld"  
  name="/other_disk/mysql/ibtmp1"  
  pid=2049 comm="mysqld" requested_mask="d"  
  denied_mask="d" fsuid=108 ouid=108  
... name="/other_disk/mysql/ibdata1"  
  pid=2049 comm="mysqld" requested_mask="wr"  
  denied_mask="wr" fsuid=108 ouid=108
```

Zugriff auch über `"dmesg | tail"`

# Änderung Datadir: Korrektur (1)

```
joerg@kub164:~$ sudo diff -u ALT NEU
--- /home/joerg/ORI-usr.sbin.mysqlld ...
+++ /etc/apparmor.d/usr.sbin.mysqlld ...
```

```
@@ -46,8 +46,8 @@
   /usr/share/mysql/** r,
```

```
# Allow data dir access
- /var/lib/mysql/ r,
- /var/lib/mysql/** rwk,
+ /other_disk/mysql/ r,
+ /other_disk/mysql/** rwk,
```

```
# Allow data files dir access
/var/lib/mysql-files/ r,
```



# Änderung Datadir: Korrektur (2)



www.fromdual.com

- /etc/apparmor.d/usr.sbin.mysqlld gehört zu "mysql-server-5.7" => nicht ändern!
- Apparmor sieht lokale Anpassung vor:

```
joerg@kub164:~$ ls -l /etc/apparmor.d/local/usr.sbin.mysqlld  
-rw-r--r-- 1 root root 175 Mär  8 17:34  
/etc/apparmor.d/local/usr.sbin.mysqlld
```

```
joerg@kub164:~$ dpkg -S /etc/apparmor.d/local/usr.sbin.mysqlld  
dpkg-query: no path found matching pattern  
/etc/apparmor.d/local/usr.sbin.mysqlld
```

```
joerg@kub164:~$ cat /etc/apparmor.d/local/usr.sbin.mysqlld  
# Site-specific additions and overrides for usr.sbin.mysqlld.  
# For more details, please see /etc/apparmor.d/local/README.
```

```
/other_disk/mysql/ r,  
/other_disk/mysql/** rwk,
```

# Änderung Port: Keine Aktion

- **Port = 3307**
  - **In Standard-Profilen nicht eingeschränkt**
- => keine Anpassung in AppArmor nötig**

# Tipps zu AppArmor

- Einzelne Dienste temporär (ab/um)schalten durch Kommando (s.o.)
- Einzelne Dienste permanent abschalten durch Symlink in `/etc/apparmor.d/disable`

<https://wiki.ubuntuusers.de/AppArmor/>

<https://de.opensuse.org/AppArmor>

<http://wiki.apparmor.net/index.php/>

- Zugriffsschutz in Unix
- Warum weitere Mechanismen?
- AppArmor
- **SELinux**
- Abschluss

# SELinux: Geschichte

- **1973: Sicherheitsmodell Bell-LaPadula: Informationsfluss nur "aufwärts"**
- **1992 - ?: NSA und Partner für (u.a.) Linux: "FLASK" Sicherheitsarchitektur**
- **2004: Enthalten in Fedora Core 3**
- **2005: Übernommen in RHEL 4 (Kernel 2.6.9)**
  
- **Distributionen: Fedora, RHEL, ...  
Optional / alternativ: openSuSE, Debian, ...**
- **Basis: Erweiterte File-Attribute**

# Allgemeines

- Läuft im Kernel, kein sichtbarer Prozess

Einstellung: `/etc/selinux/config`  
(Änderung: Reboot)

- Modi "disabled", "permissive", "enforcing"

```
setenforce 0 # -> permissive
```

```
setenforce 1 # -> enforcing
```

```
getenforce
```

- Für einzelne Prozesse:

```
semanage -a service_t # -> permissive
```

```
semanage -d service_t # -> enforcing
```

# Status anzeigen

- **Globalen Status:** `getenforce`
- **Für einzelne Prozesse:** `semodule -l`
- **Prozess-Kontext:** `ps -Z`
- **Benutzer-Kontext:** `id -Z`
- **Datei-Kontext:** `ls -Z`
- **In Minimal-Installation fehlen etliche Management- und Analyse-Tools:  
optionale Pakete installieren!**



# Testumgebung

```
[joerg@oel-72 ~]$ uname -a
```

```
Linux oel-72 3.8.13-98.7.1.el7uek.x86_64 #2 SMP ...
```

```
[joerg@oel-72 ~]$ rpm -qa | egrep 'mysql|selinux|policy'
```

```
checkpolicy-2.5-4.el7.x86_64
```

```
libselinux-2.5-6.el7.x86_64
```

```
libselinux-python-2.5-6.el7.x86_64
```

```
libselinux-utils-2.5-6.el7.x86_64
```

```
mysql-commercial-client-5.7.16-1.1.el7.x86_64
```

```
mysql-commercial-common-5.7.16-1.1.el7.x86_64
```

```
mysql-commercial-libs-5.7.16-1.1.el7.x86_64
```

```
mysql-commercial-libs-compat-5.7.16-1.1.el7.x86_64
```

```
mysql-commercial-server-5.7.16-1.1.el7.x86_64
```

```
policycoreutils-2.5-9.0.1.el7.x86_64
```

```
policycoreutils-python-2.5-9.0.1.el7.x86_64
```

```
selinux-policy-3.13.1-102.0.2.el7_3.4.noarch
```

```
selinux-policy-targeted-3.13.1-102.0.2.el7_3.4.noarch
```



# Ausgangs-Zustand

- **Datadir = /var/lib/mysql**
- **Port = 3306**
- **Bind-Address = 0.0.0.0 # geändert, für Netz**

**=> Server startet, läuft,  
Zugriff lokal und remote möglich**

# Fremdzugriff (1)

## Benutzer-Tabelle:

```
joerg@oel-72:~$ mysql -u root -proot
-e 'select user, host,
    authentication_string from mysql.user'
```

user	host	authentication_string
root	localhost	*9F8FB41B4...
mysql.sys	localhost	*THISISNOT...
mysqlbackup	localhost	*86887C71E...



# Fremdzugriff (2)

```
root:~# ls -li /var/lib/mysql/mysql/user.MYD
443588 -rw-r--r--. 1 mysql mysql 592 Jan 25 15:55
      /var/lib/mysql/mysql/user.MYD
```

```
root:~# ccencrypt /var/lib/mysql/mysql/user.MYD
Enter encryption key:
Enter encryption key: (repeat)
```

```
root:~# ls -li /var/lib/mysql/mysql/user.MYD*
443588 -rw-r--r--. 1 mysql mysql 624 Jan 25 15:55
      /var/lib/mysql/mysql/user.MYD.cpt
```

```
root:~# mv /var/lib/mysql/mysql/user.MYD.cpt
      /var/lib/mysql/mysql/user.MYD
```

# Fremdzugriff (3)

```
root:~# systemctl start mysqld
```

```
Job for mysql.service failed because  
the control process exited with error  
code. ...
```

**SELinux überwacht Typ-Kombinationen,  
Default-Typ ist "unconfined\_t"**

**=> Die meisten Programme können gemäß  
den Permission-Bits zugreifen**

**=> Crypto-Trojaner sind weiter möglich**

# Änderung Datadir: Effekt

```
Datadir = /other_disk/subdir
```

```
[joerg@oe1-72 ~] sudo systemctl start  
mysql
```

```
Job for mysqld.service failed because the  
control process exited with error code.  
See "systemctl status mysqld.service" and  
"journalctl -xe" for details.
```

- Beide Befehle zeigen Scheitern,  
aber wenig hilfreiche Info zur Ursache

# Änderung Datadir: Analyse

Der Kernel loggt Ablehnungen durch SELinux, u.a. in `"/var/log/audit/audit.log"`:

```
type=AVC msg=audit(ZEIT): avc:  
denied { append } for pid=2684  
comm="mysqld" name="oe172_error.log"  
dev="dm-0" ino=67322722  
scontext=system_u:system_r:mysqld_t:s0  
tcontext=system_u:object_r:default_t:s0  
tclass=file
```

**"AVC" = "Access Vector Cache":  
speichert Entscheidungen für bessere Performance**

# Konzept (1): Begriffe

- **Subjekt = Prozess**
- **Objekt = File, Directory, Socket, Port, ...**
- **Kontext = User : Rolle : Typ**
- **SELinux-User (Kontext) ergibt sich aus Linux-User (/etc/passwd): `semanage login -l`**
- **User sind für bestimmte Rollen zugelassen, und Rollen für bestimmte Typen**

# Konzept (2): Mechanismus

- **Subjekte dürfen nur auf Objekte zugreifen, wenn ihr Prozess-Typ ("domain") für den Objekt-Typ zugelassen ist**
- **"Type Enforcement is the main permission control used in SELinux targeted policy. For the most part, SELinux users and roles can be ignored."**  
**(RedHat SELinux Admin Guide)**
- **scontext=system\_u:system\_r:mysql\_t:s0**  
**tcontext=system\_u:object\_r:default\_t:s0**



# Konzept (3): Weiterer Kontext www.fromdual.com

- **Kontext hat weitere Komponenten "level" und "category" für "Multi-Level-" bzw. "-Category-Security" ("MLS" bzw. "MCS"), in der Praxis irrelevant**  
**"MLS on a desktop workstation is unusable."  
(RedHat SELinux Admin Guide)**

# Konzept (4): Vererbung

- **File- und Directory-Kontext wird vererbt, kann mit "semanage" geändert werden**
- **Prozess-Kontext wird vererbt, überwachte Binaries lösen beim "exec()" einen Typwechsel aus ("domain")**
- **Beispiele:**

<code>/usr/sbin/mysqld</code>	<code>mysql_db_t</code>
<code>/usr/bin/passwd</code>	<code>passwd_t</code>
- **Bestimmte Files und Directories haben den zum Bearbeitungs-Programm passenden Typ**

# Änderung Datadir: Korrektur (1)

- Für das Datadir den Kontext (intern!) so ändern, dass er richtigen Typ enthält:

```
[joerg@oe1-72 ~]$ sudo
  semanage fcontext
    -a -t mysqld_db_t
      "/other_disk/subdir(/.* )?"
```

- Diesen Kontext für das Datadir und rekursiv absteigend ins Filesystem schreiben:

```
[joerg@oe1-72 ~]$ sudo
  restorecon -R -v /other_disk/subdir
```

# Änderung Datadir: Korrektur (2)

- **Alternative:**

**Den Kontext des Default-Datadir übernehmen und (intern!) auf das neue kopieren:**

```
[joerg@oe1-72 ~]$ sudo  
    semanage fcontext  
        -a -e /var/lib/mysql  
            /other_disk/subdir
```

- **Diesen Kontext für das Datadir und rekursiv absteigend ins Filesystem schreiben:**

```
[joerg@oe1-72 ~]$ sudo  
    restorecon -R -v /other_disk/subdir
```

# Änderung Port

- **Port = 3307**
- **semanage port**
  - a -t service\_port\_t**
  - p tcp 3307**
- **semanage port -l # Anzeige**

# Erweiterte Attribute

- **Achtung bei Backup und Restore!**
- **Datei-Operationen wirken verschieden:  
mv, cp, tar, star, ...**
- **Neue Optionen z.B. bei "cp":**
  - - **preserve=context**      - - **context=...**

# Defaults bei RedHat

- Mitgelieferte Policy heißt "targeted"
- ... hat Regeln für fast alle Netzwerk-Dienste (sshd, httpd, ...) und die meisten suid-root-Programme (passwd, ...)
- Umfang: 262.798 "allow"-Regeln, 156.712 "dontaudit"(!)-Regeln
- Log-Datei `/var/log/audit/audit.log`  
oder `/var/log/messages`  
je nach `auditd`, `rsyslogd` und `setroubleshootd`

# Tipps zu SELinux

- **Admin Guide ist sehr hilfreich:**  
[https://access.redhat.com/site/documentation/en-US/Red\\_Hat\\_Enterprise\\_Linux/7/html/SELinux\\_Users\\_and\\_Administrators\\_Guide/index.html](https://access.redhat.com/site/documentation/en-US/Red_Hat_Enterprise_Linux/7/html/SELinux_Users_and_Administrators_Guide/index.html)
- **Weitere Pakete installieren! Besonders**  
`policycoreutils-python # semanage`
- **Ca. 300 "Booleans" für schaltbares Verhalten,**  
z.B. "deny\_ptrace"

<http://fedoraproject.org/wiki/SELinux>



- Zugriffsschutz in Unix
- Warum weitere Mechanismen?
- AppArmor
- SELinux
- **Abschluss**

# Persönliche Empfehlungen (1) www.fromdual.com

- Beide Tools überwachen diejenigen Programme, für die Regeln definiert sind
- Programme mit Regeln werden auf ihre Dateien beschränkt
- Für Programme ohne Regeln (= die meisten) gibt es keine Einschränkungen  
`cp cat od strings ...`
- ...

# Persönliche Empfehlungen (2)

- ...
- **Beide unterstützen lokale Anpassungen und die eigene Regel-Entwicklung**
- **AppArmor scheint weniger weit verbreitet**
- **SELinux hat deutlich mehr Default-Regeln**
- **SELinux wirkt komplexer und verlangt mehr Einarbeitung**
- **Abschalten ist keine Lösung!**

# Weitere Literatur

**Zu beiden:**

**<https://www.heise.de/ct/ausgabe/2015-4-SELinux-und-AppArmor-schuetzen-nach-dem-Einbruch-2521204.html> (kostenpflichtig)**

**Zu AppArmor:**

**[https://blogs.oracle.com/jsmyth/entry/apparmor\\_and\\_mysql](https://blogs.oracle.com/jsmyth/entry/apparmor_and_mysql)**

**Zu SELinux:**

**[https://blogs.oracle.com/jsmyth/entry/selinux\\_and\\_mysql](https://blogs.oracle.com/jsmyth/entry/selinux_and_mysql)**

**<https://www.heise.de/security/artikel/Rollenspiele-270784.html>**

**<http://www.admin-magazin.de/Online-Artikel/Mandatory-Access-Control-MAC-mit-SE-Linux>**

**[# Kommandos ... !](http://www.admin-magazin.de/Das-Heft/2010/02/Probleme-mit-SELinux-finden-und-loesen)**

**<https://www.heinlein-support.de/sites/default/files/SELinux-Vortrag.pdf>**

**[http://people.redhat.com/tcameron/Summit2014/cameron\\_w\\_340\\_selinux\\_for\\_mere\\_mortals/cameron\\_w\\_340\\_selinux\\_for\\_mere\\_mortals.pdf](http://people.redhat.com/tcameron/Summit2014/cameron_w_340_selinux_for_mere_mortals/cameron_w_340_selinux_for_mere_mortals.pdf)**

# Q & A

- Fragen ?
- Kommentare ?
- Folien zum Download:  
[www.fromdual.com/presentations](http://www.fromdual.com/presentations)