

Dynamisches DNSsec mit Bind 9.7

→ **Heinlein Support**

- IT-Consulting und 24/7 Linux-Support mit ~25 Mitarbeitern
- Eigener Betrieb eines ISPs seit 1992
- Täglich tiefe Einblicke in die Herzen der IT aller Unternehmensgrößen

→ 24/7-Notfall-Hotline: 030 / 40 50 5 - 110

- 25 Spezialisten mit LPIC-2 und LPIC-3
- Für alles rund um Linux & Server & DMZ
- Akutes: Downtimes, Performanceprobleme, Hackereinbrüche, Datenverlust
- Strategisches: Revision, Planung, Beratung, Konfigurationshilfe

DNS - latent unsicher

- Wie bei jedem Protokoll sind Man-in-the-middle-Angriffe denkbar
- Das UDP-Protokoll bietet zahlreiche Angriffsmöglichkeiten
 - Records könnten injiziert werden
 - Records könnten unterdrückt werden
 - Records könnten verändert werden
- DNS ist von A bis Z nicht vertrauenswürdig
- Auf DNS-Daten basiert aber fast das gesamte Internet
 - Irgendwie erstaunlich, daß es dann doch so gut funktioniert

So funktioniert DNSsec (von unten nach oben gesehen)

Das ist ein A-Record :-)

```
mailbox.org. IN A 213.203.238.17
```

Damit den keiner fälschen kann, brauchen wir eine digitale Unterschrift:

```
mailbox.org. IN A 213.203.238.17
```

```
mailbox.org. IN RRSIG A 7 3 900  
20141209161951 20141109160341 5719
```

```
mailbox.org. JqMJ9tzkwU6Yn2unUz1sbr0  
kvApVNvHVKzyAUOaRVoZCISWKZRPkeuz7swu
```

Damit wir die digitale Unterschrift prüfen können, brauchen wir einen Public Key.

```
mailbox.org. IN A 213.203.238.17
```

```
mailbox.org. IN RRSIG [...]
```

```
mailbox.org. IN DNSKEY 256 3 7  
BQEAAAABwcvTaaZokGcz2HFSgv+ixKiuyypnY  
zA3z/pu9M1Z1XFD2qeN7KgVB/mm1vFKDUgKd  
raUV2m2Kg1ZLzc4d8GoXTnpLDhcWVJx9et9t
```

**Damit der Public Key sicher ist („Trust hat“),
publizieren wir ihn in der nächsthöheren Ebene.**

```
mailbox.org. IN DS 38499 7 2  
574F226E410BFBD86BDE1FD276EC9E88D778  
449A65BBDCF1F218E4D1 9F851312
```


Auch die TLD signiert unseren Key per RRSIG:

```
mailbox.org. IN DS 38499 7 2  
574F226E410BFBD86BDE1FD276EC9E88D778  
449A65BBDCF1F218E4D1 9F851312
```

```
mailbox.org. IN RRSIG DS 7 2 86400  
20141208155603 20141117145603 60764  
org. b9oWU3saTlNaii7Bp9+odhiwx
```

Damit wir die digitale Unterschrift der TLD prüfen können, hat auch sie einen Public Key:

```
mailbox.org. IN DS 38499 7 2 [...]
```

```
mailbox.org. IN RRSIG DS [...]
```

```
org. IN DNSKEY 256 3 7  
AwEAAAYpYfj3aaRzzkxWQqMd17YExY81NdYSv  
+qayuZDodnZ9IMh0bwMcisdua7ssaiuziuz
```

**Die TLD muß ihren Key als DS-Record
in „.“ veröffentlichen...**

**Den Key von „.“ müssen wir kennen / hart
importieren.**

=> Trust Chain steht.

- Resolver müssen die allerobersten DNSKEY-Records der Root-Nameserver kennen
 - Muß halt ähnlich wie root.hint verteilt werden
 - Hilfsweise:

```
dig +nocomments +nostats +nocmd +noquestion -t DNSKEY . > trusted-key.key
```

- Clients verifizieren nicht, sondern vertrauen ihrem DNS-Resolver, dass dieser „authenticated data“ liefert
 - dig kann jedoch auch selbst validieren WENN entsprechend kompiliert

```
dig +topdown +sigchase +multiline +trusted-key=./trusted-key.key -t A helein-support.eu
```

Soweit so gut.

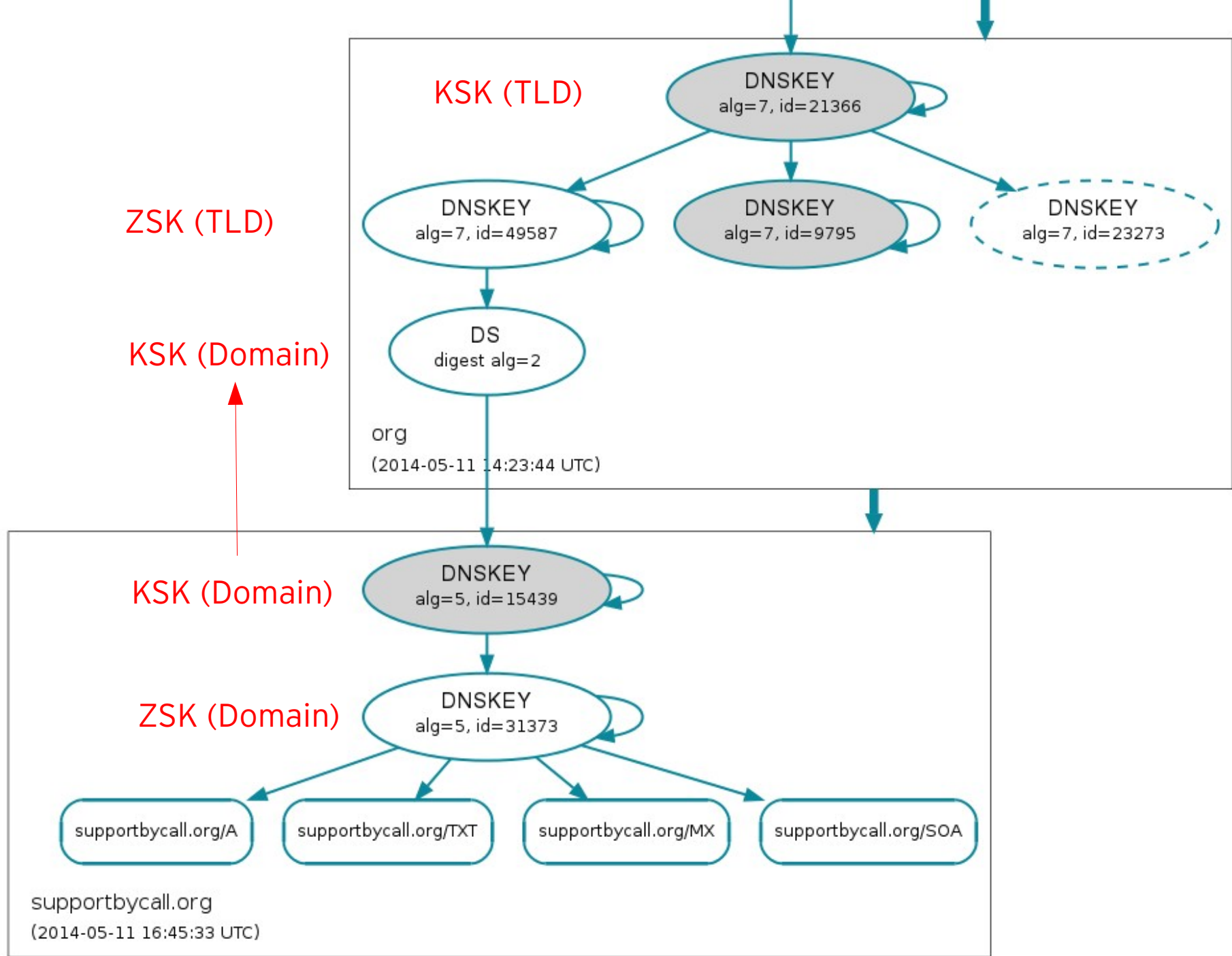
Aber nun fangen die Probleme erst an.

Das Problem: Das Publizieren der Keys

- Automatische Verfahren zum Publizieren des Keys in der nächst höheren Ebene gibt es nicht.
- Wir wollen unseren Key aber von Zeit zu Zeit ohne Aufwand tauschen.
- Abhilfe: Wir ziehen eine weitere Ebene ein:
 - 1) Wir signieren unsere Records mit einem Zone Signing Key (ZSK), den wir häufig (monatlich?) tauschen können
 - 2) Der kurzlebige ZSK wird vom langlebigen Key Signing Key (KSK) signiert
 - 3) Erst der KSK wird in der nächst höheren Ebene publiziert
- => Wir haben also jeweils ZWEI Keys (ZSK + KSK).

Es gibt zwei Keys: KSK und ZSK

- Darum: DNSsec kennt zwei verschiedene Key-Typen!
- ZSK (256): Zone-Signing Keys, unterschreibt Records in Zonen
 - Häufiger Tausch sinnvoll
 - Wird lokal vom KSK unterschrieben, vergleichsweise einfach automatisierbar
 - Empfehlung: Monatlich tauschen
- KSK (257): Key-Signing Keys, unterschreibt andere (ZSK-) Keys
 - Tausch aufwändig weil Upstream zu veröffentlichen
 - Wird nur genutzt um Unterschlüssel zu unterschreiben
 - Empfehlung: 1 x pro Jahr tauschen



Howto: Einrichtung von DNSsec mit Bind 9.x

Schlüsselerzeugung

→ Erzeuge die zwei Schlüssel (KSK und ZSK)

```
/var/lib/bind/master.dnssec/RSASHA1 # dnssec-keygen -f KSK -n ZONE -a RSASHA1 -b 1024
supportbycall.org
Generating key pair.....+++++ .....+++++
Kheinlein-support.eu.+005+46864

/var/lib/bind/master.dnssec/RSASHA1 # dnssec-keygen -e -n ZONE -a RSASHA1 -b 1024
supportbycall.org
Generating key pair.....+++++ .....+++++
Kheinlein-support.eu.+005+00158

/var/lib/bind/master.dnssec/RSASHA1 # ls -la
-rw-r--r--  1 root  root   449 Mar 15 20:42 Kheinlein-support.eu.+005+00158.key
-rw-----  1 root  root  1014 Mar 15 20:42 Kheinlein-support.eu.+005+00158.private
-rw-r--r--  1 root  root   446 Mar 15 20:42 Kheinlein-support.eu.+005+46864.key
-rw-----  1 root  root  1010 Mar 15 20:42 Kheinlein-support.eu.+005+46864.private
```

Anpassung in Bind

- KSK und ZSK-Key im Key-Dir erzeugen
- BIND-Schreibrechte auf Directory/Files (Dynamische Updates)
- Config anpassen:

```
options {
    dnssec-enable yes;
    dnssec-validation yes;
    dnssec-lookaside auto;
};
zone "supportbycall.org." {
    type master;
    auto-dnssec maintain;
    update-policy local;
    file "/var/cache/bind/master.dnssec/supportbycall.org";
    key-directory "/var/cache/bind/master.dnssec/RSASHA1";
};
```

Die unsignierte Zone im Überblick

```
supportbycall.org  IN SOA  ns.jpberlin.de. root.jpberlin.de. (  
                2014021331 ; serial  
                [...]  
                NS   ns.jpberlin.de.  
                NS   ns2.jpberlin.de.  
bla               A    192.168.5.5
```

Die signierte Zone im Überblick

```
supportbycall.org  IN SOA  ns.jpberlin.de. root.jpberlin.de. (
                    2014021331 ; serial
                    [...]
                    NS      ns.jpberlin.de.
                    NS      ns2.jpberlin.de.
                    RRSIG   NS 5 2 3600 20140611224239 (
                    20140512224001 31373 supportbycall.org. RCvHznuQVC2KWtk+RZ
                    DNSKEY  256 3 5 (
                    F6am+W4bk87E=                               ) ; key id = 31373
                    DNSKEY  257 3 5 (
                    N/DrX56+gla4sx4ekH                         ) ; key id = 15439
                    RRSIG   DNSKEY 5 2 3600 20140611234001 ( 20140512224001 15439 supportbycall.org.
                    OUHmzQtlZuaYqvg4yQbVJClxD
                    NSEC    bla.supportbycall.org. A NS SOA DS RRSIG NSEC DNSKEY
bla                 A      192.168.5.5
                    RRSIG   A 5 3 4600 20140611224239 (
                    20140512224001 31373 supportbycall.org. 4I1S4b5GRgU3xH704
```

- Damit Bind alle Zonen automatisch signieren kann, sollten diese dynamisch per nsupdate gepflegt werden

```
root@ns:~# dig supportbycall.org SOA
;; flags: qr aa rd ra; QUERY: 1, ANSWER: 2, AUTHORITY: 3, ADDITIONAL: 5
supportbycall.org.      3600      IN        SOA       ns.jpberlin.de. root.jpberlin.de.
2014021323 40000 7200 604800 86401
```

```
root@ns:~# nsupdate -l
> update add slac.supportbycall.org 3600 A 192.168.10.10
> send
> quit
```

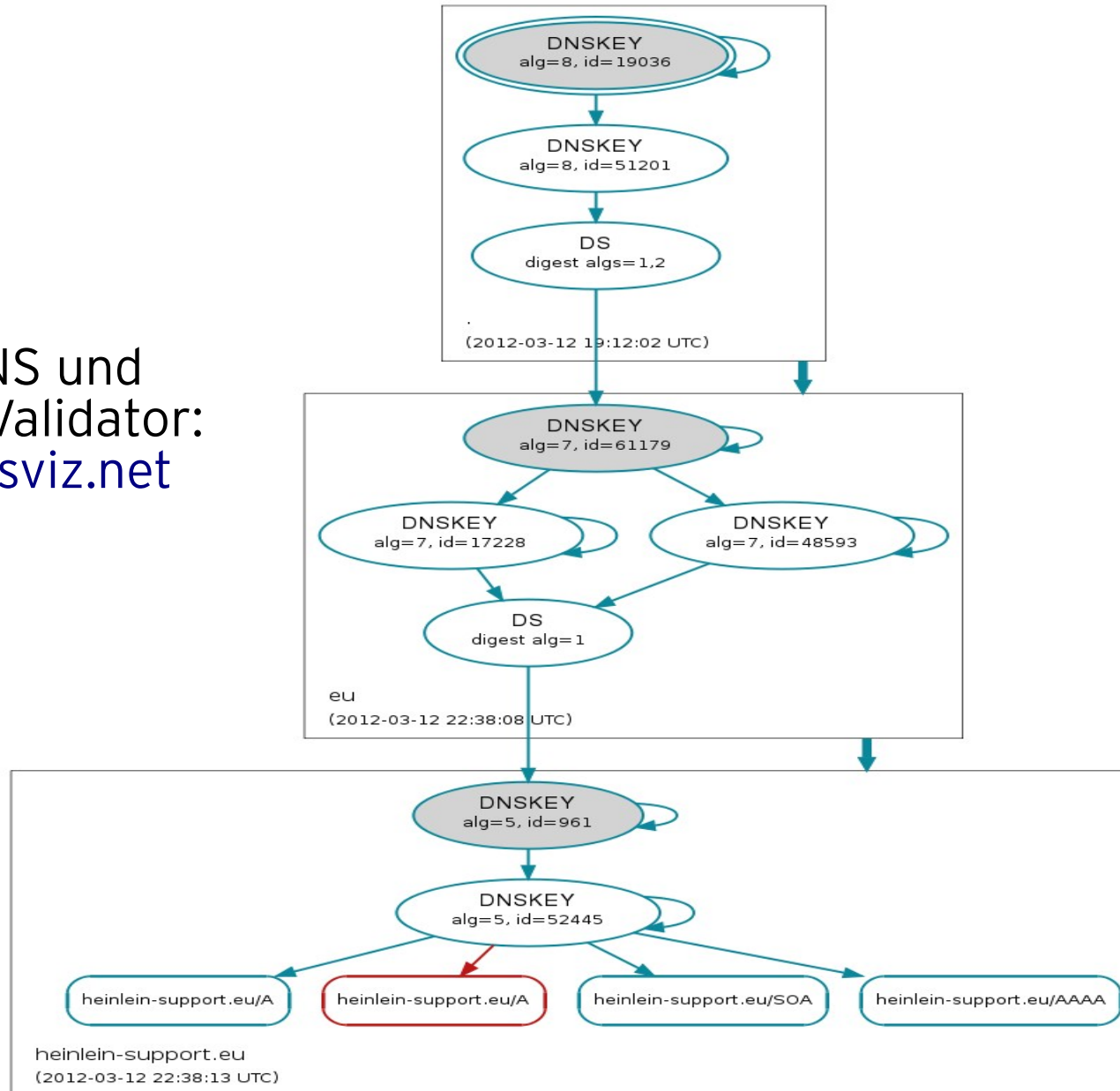
```
root@ns:~# dig supportbycall.org SOA
;; flags: qr aa rd ra; QUERY: 1, ANSWER: 2, AUTHORITY: 3, ADDITIONAL: 5
supportbycall.org.      3600      IN        SOA       ns.jpberlin.de. root.jpberlin.de.
2014021324 40000 7200 604800 86401
```

- Alternative:
 - „rndc freeze <zone>“
 - Manuelles Editieren
 - „rndc thaw <zone>“
 - „rndc sign <zone>“

- Prinzipiell möglich, but „not recommended“

DNSsec testen und debuggen

→ Prima DNS und
DNSsec-Validator:
<http://dnsviz.net>





Domain Name:

Analyzing DNSSEC problems for supportbycall.org

.	<ul style="list-style-type: none"> ✔ Found 2 DNSKEY records for . ✔ DS-19036SHA1 verifies DNSKEY-19036SEP ✔ Found 1 RRSIGs over DNSKEY RRset ✔ RRSIG-19036 and DNSKEY-19036SEP verifies the DNSKEY RRset
org	<ul style="list-style-type: none"> ✔ Found 2 DS records for org in the . zone ✔ Found 1 RRSIGs over DS RRset ✔ RRSIG-40926 and DNSKEY-40926 verifies the DS RRset ✔ Found 4 DNSKEY records for org ✔ DS-21366SHA1 verifies DNSKEY-21366SEP ✔ Found 3 RRSIGs over DNSKEY RRset ✔ RRSIG-9795 and DNSKEY-9795SEP verifies the DNSKEY RRset
supportbycall.org	<ul style="list-style-type: none"> ✔ Found 1 DS records for supportbycall.org in the org zone ✔ Found 1 RRSIGs over DS RRset ✔ RRSIG-49687 and DNSKEY-49687 verifies the DS RRset ✔ Found 2 DNSKEY records for supportbycall.org ✔ DS-15439SHA256 verifies DNSKEY-15439SEP ✔ Found 2 RRSIGs over DNSKEY RRset ✔ RRSIG-15439 and DNSKEY-15439SEP verifies the DNSKEY RRset ✔ supportbycall.org A RR has value 91.198.250.84 ✔ Found 1 RRSIGs over A RRset ✔ RRSIG-31373 and DNSKEY-31373 verifies the A RRset

Move your mouse over any  or  symbols for remediation hints.

Want a second opinion? Test supportbycall.org at dnsviz.net.

→ Ebenso: <http://dnssec-debugger.verisignlabs.com/>

DNSsec mit dig abfragen

```
; <<>> DiG 9.7.3 <<>> bla.supportbycall.org +dnssec
;; global options: +cmd
;; Got answer:
;; ->>HEADER<<- opcode: QUERY, status: NOERROR, id: 48617
;; flags: qr aa rd ra; QUERY: 1, ANSWER: 2, AUTHORITY: 3, ADDITIONAL: 5

;; OPT PSEUDOSECTION:
; EDNS: version: 0, flags: do; udp: 4096
;; QUESTION SECTION:
;bla.supportbycall.org.          IN      A

;; ANSWER SECTION:
bla.supportbycall.org.  4600    IN      A          192.168.5.5
bla.supportbycall.org.  4600    IN      RRSIG     A 5 3 4600 20140611224239 20140512224001 31373
supportbycall.org.     K5JgILUrc2XctYjkjH4I1S4b5GRgU3xH7O4PY4k9yfx9qjdSz8rnhg+s glrc3U/=
```

- DNSsec-Antworten haben DO-Flag gesetzt
- Kaputtes DNSsec führt zu NXDOMAIN

Die DNS-Flags im Überblick

- aa - authoritative answer
 - Daten kommen direkt vom autoritativen NS => Daten vertrauenswürdig
- ad - authenticated data
 - Recursive Nameserver hatte Trust Anchor => Daten vertrauenswürdig
- do - dnssec ok
 - Antwort ist valide lt. DNSsec.

- rd - recursion desired
 - Client bittet den Server um rekursive Auflösung
- ra - recursion available
 - Server würde Client rekursive Auflösung ermöglichen

Das Problem von Keys und TTL

Der Key-Rollover

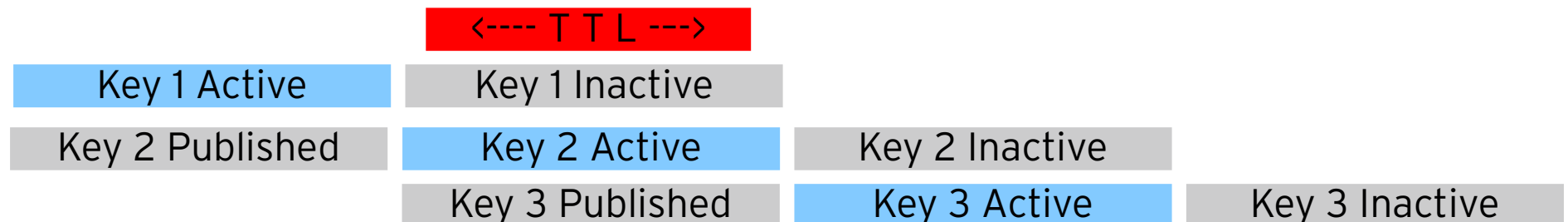
- Werden Keys kompromittiert, müssen Sie ausgetauscht werden
 - Webserver: Zertifikatstausch, Server-Restart, Fertig!
 - Nameserver: Records mit alten Keys/Signaturen werden bis zu einer Woche lang gecacht
- Ein falscher Key-Austausch sorgt für ungültige Signaturen
 - Ungültige Signaturen = Ungültige DNS-Records
 - Ungültige DNS-Records = keine DNS-Records = Downtime
- Und eine Woche Downtime kann sehr lang sein!
 - Auch 1 Tag oder auch nur 5 Minuten Downtime sind inakzeptabel

So werden Keys getauscht

- Rechtzeitig vor Ablauf alten Keys werden parallel bereits neue Keys veröffentlicht
 - Rechtzeitig = TTL-Zeit vor Ablauf!
- Nach dem Key-Wechsel müssen die alten Keys noch aktiv bleiben
 - Gecachte Records müssen mit alten Keys noch validiert werden können
 - Alte Keys also über die TTL-Zeit behalten
- Der Administrator muß permanent an den Key-Rollover denken!
 - Empfohlener Zyklus: 1 x im Monat!
 - TTL davor und danach Keys tauschen = fortlaufend zu tun haben

Wir brauchen eine fortlaufende Rotation

- Neue Keys müssen mindestens <TTL> vorher in die Zone aufgenommen werden, damit sie sicher bekannt sind.
- Erst dann darf mit ihnen signiert werden.
- Anschließend müssen Sie mindestens <TTL> in der Zone verbleiben, falls noch gecachte signierte Records kursieren.



Automatisches Key-Rollover mit Bind

- Werden die Zonen in Bind dynamisch verwaltet, kann Bind neue Schlüssel automatisch reinnehmen, aktivieren, deaktivieren, rausnehmen.
- Die Schlüssel-Dateien haben dazu Meta-Daten mit Timestamps zu den jeweiligen Events
- „dnssec-settime“ setzt diese Metadaten in den Schlüssel-Dateien
- Bind liest diese Timestamps ein und agiert entsprechend.

Zeit-Verwaltung mit dnssec-settime

```
flash:~/DNSSEC # cat Ktest.+007+28022.key
; This is a zone-signing key, keyid 28022, for test.
; Created: 20140508170312 (Thu May  8 19:03:12 2014)
; Publish: 20140515170515 (Thu May 15 19:05:15 2014)
; Activate: 20140508170312 (Thu May  8 19:03:12 2014)
; Inactive: 20140518170559 (Sun May 18 19:05:59 2014)
test. IN DNSKEY 256 3 7 AwEAAbcyWv2cweB2DVMc45gYF2suDCqJTU/kPwvxzyh7hd8DFLdrsBbU
ADMJwa31FExo01U3JCLOa38kUMOF40DQ01UiSID60t6sua9Mk2ECRuLG
IqQ4YpXT3hQ69Tp5IBU3hMByox1QVOVBVTCE60ZqvYyO48zn1tylZ0V qh3Ym4KF
```

```
flash:~/DNSSEC # dnssec-settime -I+10d Ktest.+007+28022.private
./Ktest.+007+28022.key
./Ktest.+007+28022.private
```

```
flash:~/DNSSEC # cat Ktest.+007+28022.key
; This is a zone-signing key, keyid 28022, for test.
; Created: 20140508170312 (Thu May  8 19:03:12 2014)
; Publish: 20140515170515 (Thu May 15 19:05:15 2014)
; Activate: 20140508170312 (Thu May  8 19:03:12 2014)
; Inactive: 20140522230736 (Fri May 23 01:07:36 2014)
test. IN DNSKEY 256 3 7 AwEAAbcyWv2cweB2DVMc45gYF2suDCqJTU/kPwvxzyh7hd8DFLdrsBbU
ADMJwa31FExo01U3JCLOa38kUMOF40DQ01UiSID60t6sua9Mk2ECRuLG
IqQ4YpXT3hQ69Tp5IBU3hMByox1QVOVBVTCE60ZqvYyO48zn1tylZ0V qh3Ym4KF
```

NSSEC und NSEC3

- Vorhandene Records können nicht ausgetauscht werden - gut.
- Aber was ist, wenn Abfragen und damit Records unterdrückt werden?
- Wie beweist man, daß es etwas NICHT gibt?

- NSEC-Records enthalten eine Liste vorhandener Records und den alphabetisch darauffolgenden Hostnamen
 - Der letzte Record verweist wieder auf den alphabetisch Ersten

```
supportbycall.org.      NSEC      bla.supportbycall.org. A NS SOA DS RRSIG NSEC DNSKEY
                        RRSIG     NSEC 5 2 86401 20140611224239 (
bla.supportbycall.org. NSEC      huhu.supportbycall.org. A RRSIG NSEC
                        RRSIG     NSEC 5 3 86401 20140612084024 (
huhu.supportbycall.org. NSEC      supportbycall.org. MX RRSIG NSEC
                        RRSIG     NSEC 5 3 86401 20140612084024 (
```

- Gegenproblem: Jeder kann sehen, was es gibt :-(
 - „Zonewalking“

NSEC3PARAM

- NSEC3 hasht die Hostnamen
- Der Ressource Record NSEC3PARAM definiert die benutzten Hash-Verfahren und den verwendeten SALT.

```
;                                     <--- SALT --->  
supportbycall.org.      NSEC3PARAM 1  0 100 0123456789ABCDEF
```

- Hash Algorithm: The cryptographic hash algorithm used.
 - 0 is Reserved.
 - 1 is SHA-1.
 - 2-255 Available for assignment.
- Flags: "Opt-out" (indicates if delegations are signed or not).
- Iterations: How many times the hash algorithm is applied.
- Salt: Salt value for the hash calculation.

Domain Lookaside Validation (VLD)

Du sollst einen Keyserver neben mir haben

- Keys müssten immer Upstream veröffentlicht sein
 - Was ist, wenn meine TLD noch kein DNSsec hat?
 - Ist die Upstream TLD vertrauenswürdig?
 - Ist „.“ (=Root-Zone) vertrauenswürdig? Wer betreibt die?

- Lösung: Separater Einstiegspunkt
 - Auf <https://dlv.isc.org/> registrieren
 - DNS-Keys dort veröffentlichen
 - Alternativen oder eben auch zweiten validen Einstiegspunkt haben (=Sicherheit!)
 - DNS-Resolver können dort Keys holen („dnssec-lookaside: auto“)

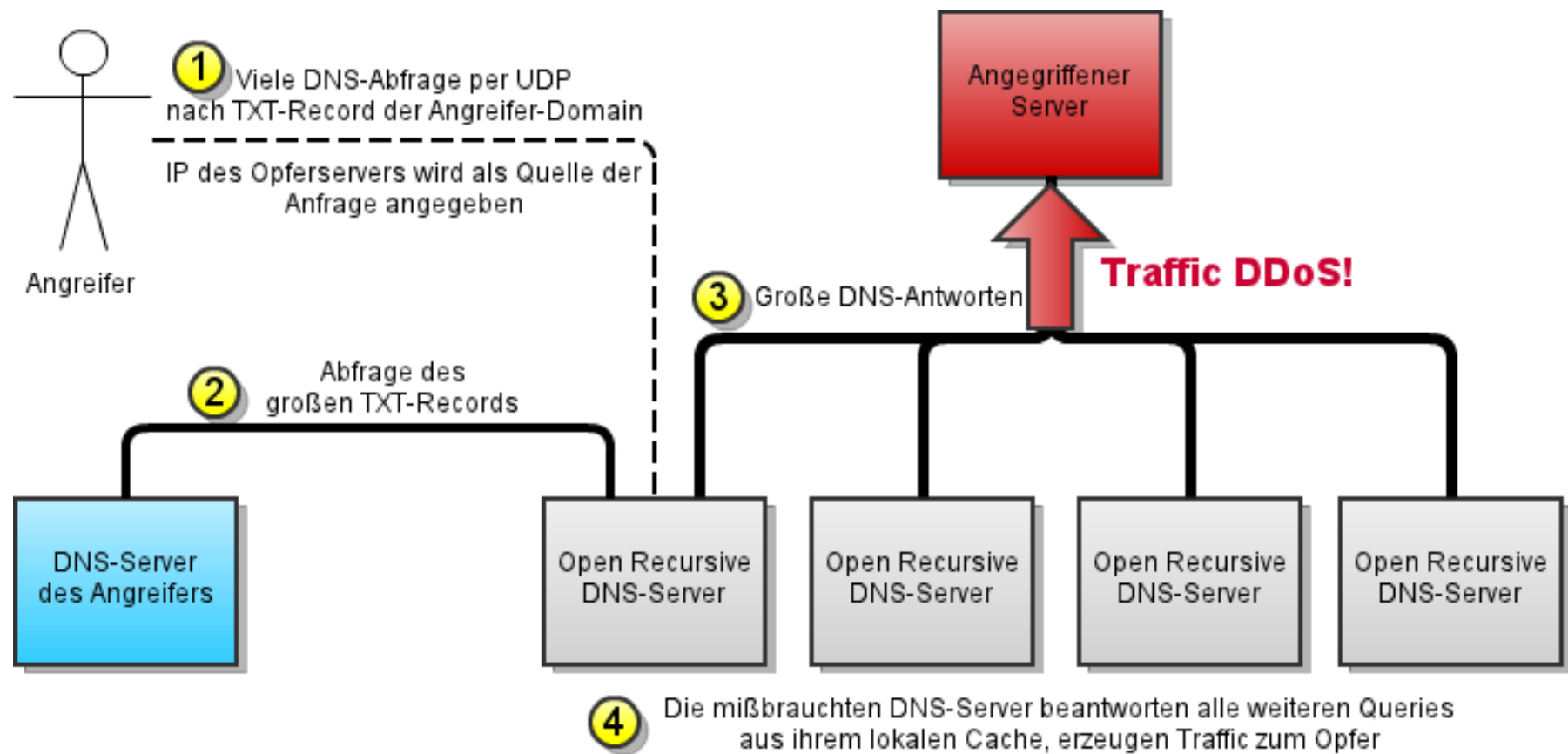
Zusammenfassung

Zusammenfassung: Die DNSsec-Records im Überblick

- DNSsec führt einige neue Record-Typen ein:
 - DNSKEY:
 - Public-Key + Gültigkeiten
 - RRSIG: Resource Record Signature
 - Signatur für einen oder mehrere Records
 - DS: Delegation Signer
 - Delegation von DNSSec für Subzonen
 - NSEC: Next Secure
 - Liste aller Records einer Zone (beweist, daß es etwas nicht gibt!)
 - NSEC3: Next Secure V3
 - Wie NSEC, aber gehashte Hostnamen
 - NSEC3PARAM:
 - Technische Parameter zu den Hashverfahren

Bonustrack: DNSsec und Security

- Im Sommer 2013 veranlasste ein Jugendlicher einen 300/400 Gbit/sec DDOS auf Spamhaus
- Genutzt wurde eine DNS-Amplitudenattacke
 - Kleines UDP-Paket mit gespooftem Absender
 - Erzeugt große Datenmenge als Antwort



- DNS-Amplituden-Attacken erzeugen besonders große Datenmengen als Antwort. Laut Cloudflare:
- DNS-Amplituden-Attacke: Faktor 50
- NTP-Amplituden-Attacke: Faktor 200
- SNMP-Amplituden-Attacke: Faktor 500
- ???

- DNSsec: Minimale Anfrage, große Datenmenge, über UDP

- Darum: Open Recursive Nameserver vermeiden
 - => Analog zum Open Relay eines Mailservers: Client-IPs von extern dürfen nur die eigenen authoritativen Zonen abfragen

```
options {  
    [...]  
    allow-recursion { x.x.x.x/x, 10.0.0.0/8; 192.168.0.0/16;  
127.0.0.0/8; ::1; };  
    [...]  
}
```

- Natürlich und gerne stehe ich Ihnen jederzeit mit Rat und Tat zur Verfügung und freue mich auf neue Kontakte.



Peer Heinlein

Mail: p.heinlein@helein-support.de

Telefon: 030/40 50 51 - 42

- Wenn's brennt:
 - Heinlein Support 24/7 Notfall-Hotline: 030/40 505 - 110



Unsere Vorträge zum nach- und zuhören... | Helein - Mozilla Firefox

File Edit View History Bookmarks Tools Help

Unsere Vorträge zum nach- und zuhören...

www.helein-support.de/vortrag

Quicklinks | Kontakt | RSS | Blog | Impressum | Suchen

Helein Akademie Consulting Hosting Elements

Das Unternehmen

Jobs bei uns

Publikationen

Howtos

Vorträge

- / 11 Gebote zum IT-Management
- / Amavisd-new
- / Best Practice für stressfreie Mailserver
- / Cloud Computing
- / Disaster Recovery/P2V mit ReaR
- / Dovecot IMAP-Server

UNSERE VORTRÄGE ZUM NACH- UND ZUHÖREN...

Wir halten viele Vorträge: LinuxTage, CeBIT, Unternehmensveranstaltungen oder Branchen-Messen. Hier finden Sie eine Auswahl der populärsten Vorträge. Oft nicht nur mit Folien-PDFs, sondern auch mit Video- oder Tonaufzeichnungen.

[Vortrag von uns] Best Practice für stressfreie Mailserver

Ein Mailserver ist ein sensibles Geschöpf. Auch wenn oberflächlich alles läuft, d.h. Mails akzeptiert und versandt werden, lauern im Detail viele kleine Fallstricke und Hakeleien. Hier entscheidet sich, ob der Mailverkehr sauber und reibungslos läuft, in der Annahme die Spreu vom Weizen getrennt wird und ob im Versand die Kommunikation mit anderen Mailservern problemlos klappt. [Mehr →](#)

 [Mailserver-Best-Practice.pdf](#)

[Vortrag von uns] amavisd-new: Schöne Geheimnisse und komische Ideen.

Amavisd-new ist ein beliebtes Mittel, um Mails nach Spam und Viren zu filtern: Schnell, robust.

Blog: Helein Support

- DDoS-Attacke durch recursive DNS-Queries
- Wenn unser Support an seine Grenzen stößt
- Mailman-Listen mit gleichem Localpart / unter mehreren Domains

News

Wir suchen: Sekretärin, Linux-Consultant & PHP-Anwendungsentwickler

Neue Schulung: "Bacula Administration" ab 22.10.12

Ja, diese Folien stehen auch als PDF im Netz...
<http://www.helein-support.de/vortrag>

Wir suchen neue Kollegen für:

Helpdesk, Administration, Consultanting!

Wir bieten:

Spannende Projekte, Kundenlob, eigenständige Arbeit, keine Überstunden, Teamarbeit

...und natürlich: Linux, Linux, Linux...

<http://www.helein-support.de/jobs>

Und nun...



- Vielen Dank für's Zuhören...
- Schönen Tag noch...
- Und viel Erfolg an der Tastatur...

Bis bald.

Heinlein Support hilft bei allen Fragen rund um Linux-Server

HEINLEIN AKADEMIE

Von Profis für Profis: Wir vermitteln in Training und [Schulung](#) die oberen 10% Wissen: geballtes Wissen und umfangreiche Praxiserfahrung.

HEINLEIN HOSTING

Individuelles Business-Hosting mit perfekter Maintenance durch unsere Profis. Sicherheit und Verfügbarkeit stehen an erster Stelle.

HEINLEIN CONSULTING

Das Backup für Ihre [Linux-Administration](#): LPIC-2-Profis lösen im CompetenceCall Notfälle, auch in SLAs mit 24/7-Verfügbarkeit.

HEINLEIN ELEMENTS

Hard- und Software-Appliances für [Archivierung](#), [IMAP](#) und [Anti-Spam](#) und speziell für den Serverbetrieb konzipierte Software rund ums Thema E-Mail.