IPsec- und SSL-VPNs

FrOSCon 2008

Johannes Hubertz

hubertz-it-consulting GmbH

St. Augustin, 23. Aug. 2008

Gliederung

Vorstellung
VPN – kein reales öffentliches Vergnügen
OpenVPN – ssleay, libssl, X.509
Skalierung – Userland, RAM, MHz, Bits/sec
IPsec – RFC sei Dank
FreeSwan – Cisco, Nortel, et.al.
StrongSwan – Andreas Steffen, Hochschule für Technik, Rapperswil
Volle Vermaschung (mit Ausnahmen)
Kompatibiltät zahlt sich aus, Checkpoint, Cisco, Nortel, ...
Konfigurationsschnipsel
Hochverfügbarkeit fürs VPN
Randnotizen – Zusammenfassung – Diskussion

Vorstellung: Johannes Hubertz

1973 Studium der Elektrotechnik in Aachen
1980 Honeywell Bull, Ersatzteilreparatur
1984 Entwicklung Sonderprodukte, Assembler, PLM
1994 Erstkontakt mit IP
1996 Xlink, Erstkontakt mit dem Netz, root@www.bundestag.de, ...
1998 „Ins Allerheiligste“, iX 1/1998, Heise Verlag
1999 IT-Security Mgr. D-A-CH der Bull AG
2002 Entwicklung und Betrieb sspe für Steria GmbH und deren Kunden
2005 Gründung der hubertz-it-consulting GmbH
... Weiterentwicklung und Betrieb von sspe
seit 1973 Bundesanstalt Technisches Hilfswerk in Köln-Porz
seit 2001 Segeln, am liebsten auf Salzwasser

Vorstellung: hubertz-it-consulting GmbH

Erkenntnisse aus dem Berufsleben

Bellovin and Cheswick: Firewalls and Internet Security, 1994
Fazit: Keep it simple!
Oder mit Einstein: So einfach wie möglich, aber nicht einfacher!

Etwas Erfahrung war Voraussetzung

Gründung am 8. August 2005, Sitz in Köln
Geschäftsinhalt: Dienstleistungen im Umfeld der IT-Sicherheit
Schwerpunkte: Netzwerk, Switches, Router, VPNs, Firewalls, Hochverfügbarkeit, X.509, Betrieb, Schulung, freie Software ...
Logo: Johannes Hubertz Certificate Authority als ASCII-7Bitmuster
Diese paar Bits befinden sich in einigen 10^4 X.509 Zertifikaten in der Seriennummer
Mitgliedschaft bei ECO e.V., GUUG e.V. und Kooperation mit der Bull GmbH
Wir sind käuflich ;-)

Virtual Private Network

Virtual – virtuelles Netz, also kein reales, physikalisches Netzwerk

Private – privates, verschlüsseltes Netz, im Gegensatz zum Öffentlichen

VPN – zusätzliches Netzwerk auf bestehendem, zumeist dem Internet

VPN – Hersteller-Konsortium schuf FreeSwan – Referenz für IPsec auf IPv4

FreeSwan – kompatibel zu (fast) allen kommerziellen VPN-Lösungen

FreeSwan – beendet, StrongSwan ist Nachfolge-Projekt aus der Schweiz

StrongSwan – starke Authentisierung mit z.B. 2048 bit RSA-Keys (X.509)

OpenVPN – kleine Entwickergruppe, basiert auf OpenSSL, X.509, tcp / udp

VPN – derzeit verfügbare Technologien: IPsec-, SSL-, Obscure-VPNs

VPN – obscure version

A.Kerkhoff (1883)

Die Geheimhaltung der Algorithmen soll **nichts,** die Geheimhaltung der Schlüssel jedoch alles zur Sicherheit beitragen

Ingenieurskunst?

Kommerzielle Geräte (closed source) enthalten Hintertüren, (un)absichtlich eingebaut durch Hersteller und/oder andere –

Dem Inschinör ist nix zu schwör

Reverse Engineering rekonstruiert einen Quelltext, um zielgerichtet Hintertüren zu finden. Werkzeuge (Softwaredebugger, Logikanalysatoren etc.) sind am Markt, die Nutzung manchmal nicht legal . . . (Ortsabhängige Legalität beachten!)

Quelloffenheit $\Longleftrightarrow$ überprüfbare Sicherheit $\Longleftrightarrow$ Vertrauen

VPN – Anwendungen

Roadwarrior – Homeoffice mit Internetanschluss zur Zentrale

Standortvernetzung – Netze mehrerer Firmenstandorte verbinden

b2b – Netze von Geschäftspartnern miteinander verbinden

b2b oder privat – vertraulich telefonieren?

VPN – Mechanismen

normale IP-Pakete werden verschlüsselt
vorangestellter zusätzlicher Header erlaubt normalen Versand
Empfang: zusätzlicher Header nach Plausibilitätsprüfung entfernt
Das IP-Paket wird entschlüsselt und an seine Ziel-IP zugestellt
Transparent für den Endanwender, Sicherheit hängt an vielen Faktoren
RFC4303 IP Encapsulation Payload (ESP)
RFC4305 Cryptographic Algorithm Implementation Requirements for ESP
Schlüssel müssen auf vertraulichem Wege ausgetauscht werden
Schlüssel müssen regelmässig gewechselt werden
RFC4306 Internet Key Exchange (IKEv2) Protocol
RFC4307 Cryptographic Algorithms for Use in the IKEv2

VPN – aktuelle Software

http://www.strongswan.org	http://www.openvpn.net
	
IPsec	SSL-VPN
RFC-konform	RFC-konform
Hersteller-kompatibel	nicht Hersteller-kompatibel
UDP, ESP, NAT	UDP, TCP, NAT
Passworte, X.509	X.509
Verschlüsselung im Kernel	Verschlüsselung im Userland

neue Produkte, neue Kryptographie, mehr Sicherheit?

Bruce Schneier, amerikanischer Krypto-Experte, in „Secrets and Lies“:

Jeder, der eine eigene kryptographische Grundfunktion erstellt, ist entweder ein Genie oder ein Narr. Angesichts des Genie/Narr-Verhältnisses stehen die Chancen nicht gut.

ISBN 3-89864-302-6, S.110

Kein Bedarf für Neues

- OpenVPN und StrongSwan skalieren ausgezeichnet.
- Vertraulichkeit skaliert deutlich schlechter. ;-)
- Moderne Hardware, freie Software und KnowHow schaffen vertrauliche Umgebungen

OpenVPN – Eric Young, ssleay, libssl, OpenSSL, ...

Mit ssleay zu OpenSSL und OpenVPN

1995: Netscape stellt ssl und https vor

Eric A. Young und Tim Hudson bauen ssleay, eine freie Implementierung

Steven Henson, Ralf Engelschall et.al. machen daraus OpenSSL mit libssl

freie Software zum Umgang mit X.509, TLS, und Verschlüsselung

Beständige Pflege begründet einiges Vertrauen

OpenSSL mit Shellscripts kann X.509-Zertifikate erzeugen

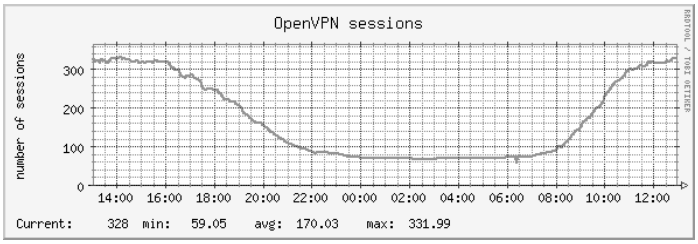
OpenVPN nutzt X.509 mit libssl, nutzt wahlweise TCP oder UDP

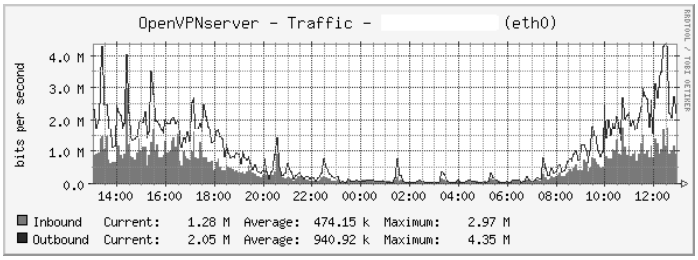
OpenVPN – Server Konfiguration

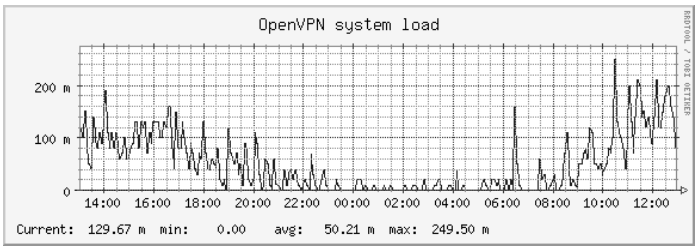
```
local u.x.y.z
proto tcp
ca /etc/openvpn/cacert.pem
key /etc/openvpn/vpn-srv-key.pem
dh /etc/openvpn/dh2048.pem
ifconfig-pool-persist /etc/openvpn/ipp1.txt
push “redirect-gateway“
push “dhcp-option DNS 172.16.0.132“
comp-lzo
user nobody
persist-key
status /var/log/ovpn1-status.log
verb 4
reneg-sec 18000
```

```
port 10000
dev tun
cert /etc/openvpn/vpn-srv.pem
crl-verify /etc/openvpn/crl.pem
server 172.24.0.0 255.255.0.0
push “route-delay 6 20“
push “dhcp-option DNS 172.16.0.131“
keepalive 10 120
max-clients 10000
group nogroup
persist-tun
log-append /var/log/openvpn1.log
mute 10
tls-exit
```

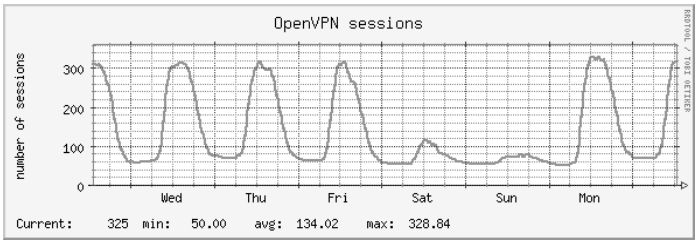
OpenVPN Korrelation Traffic – Sessions

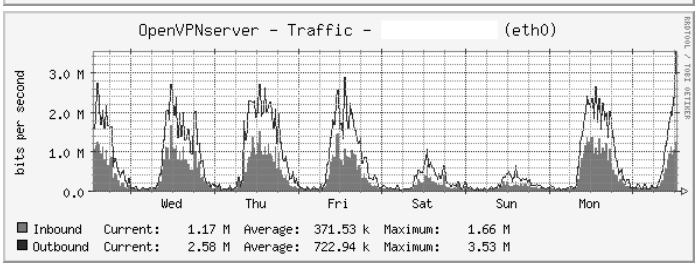


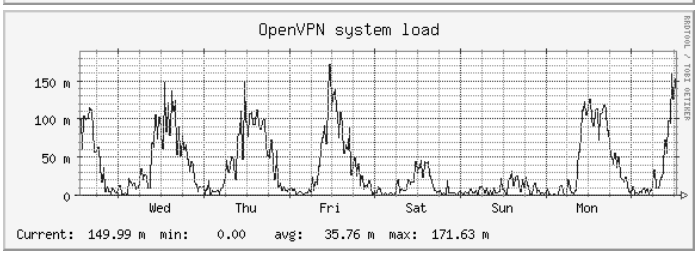




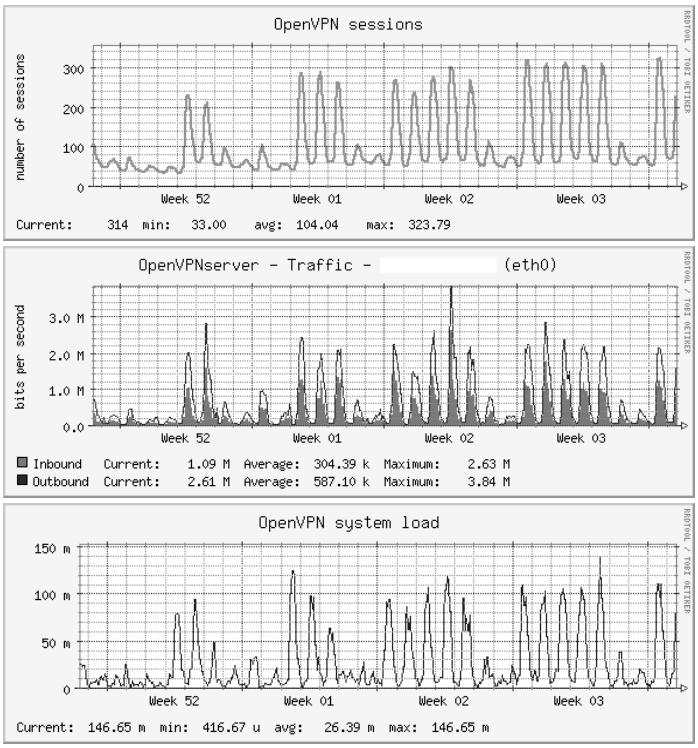
OpenVPN Korrelation Traffic – Sessions







OpenVPN Korrelation Traffic – Sessions



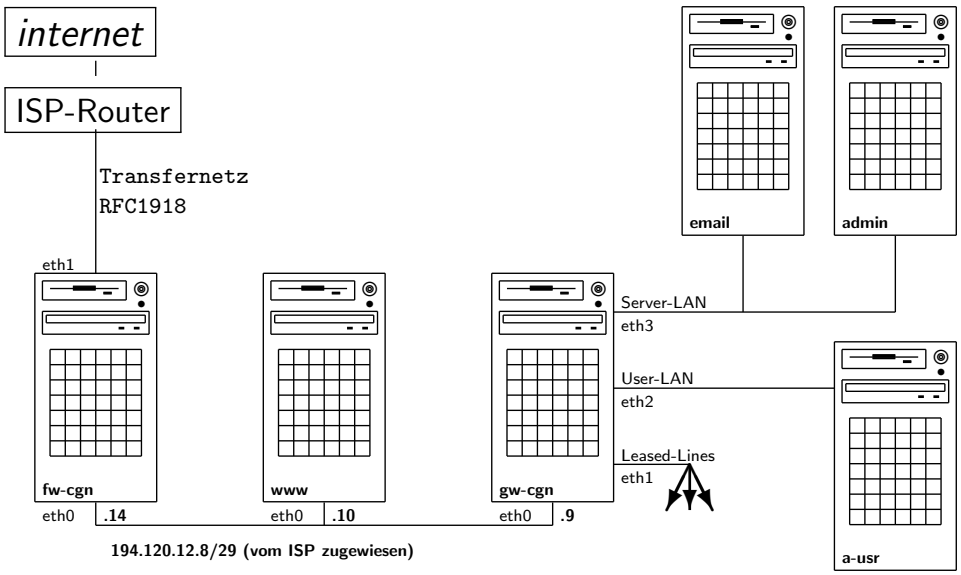
IPsec – Herstellerunabhängig und kompatibel

- Ursprünge im IPv6-Umfeld für die Zukunft des Netzes
- konkreter Bedarf schon im Jetzt
- Herstellerkonsortium (Nortel, Cisco, u.v.a.m.)
- FreeSwan entsteht auf Linux und BSD, ab ca. 1996 nutzbar
- FreeSwan ist IPsec-Referenz auf IPv4
- FreeSwan ist 2003 fertiggestellt, Projekt eingestellt
- OpenSwan und StrongSwan treten das Erbe an

IPsec – Herstellerunabhängig und kompatibel

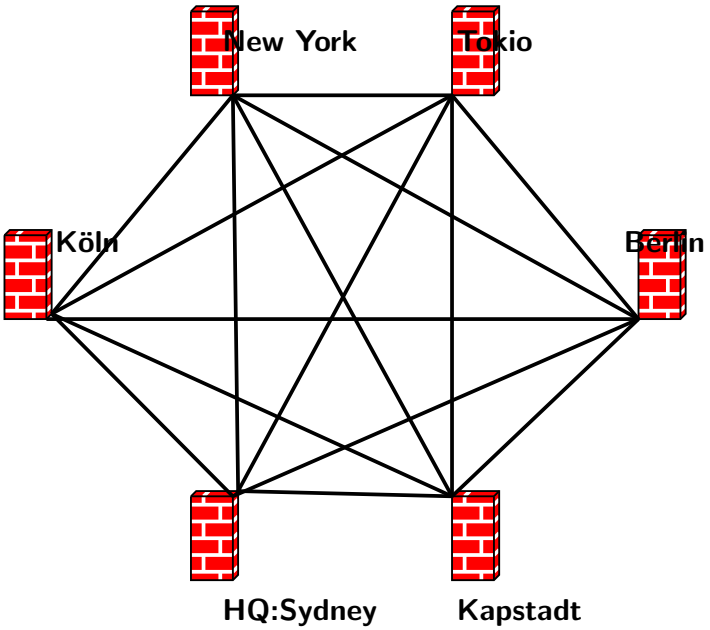
- Prof. Andreas Steffen und sein Team betreuen StrongSwan (Eidgenössische Technischen Hochschule Rapperswil, Schweiz)
- X.509-Patch schon für FreeSwan hergestellt
- StrongSwan Version 2 beherrscht NAT-Traversal
- StrongSwan Version 4 benutzt IKEv2

etwas Hardware am typischen Firmenstandort



Der Standort des Admin-PC spielt keine Rolle.

das Firmennetzwerk



6 Standorte an beliebigen Internet-Providern
per IPsec voll vermascht mit $S * (S - 1) = 30$ *Tunneln*

ipsecs Konfigurationsdatei

```
# loc.  gateway          next-Hop         subnet
bln     172.22.0.41      172.22.0.46      10.11.48.0/21
cgn     172.22.0.25      172.22.0.30      10.11.40.0/21
nyc     172.22.0.65      172.22.0.70      10.11.4.0/22
sdy     172.22.0.17      172.22.0.22      10.0.0.0/8
kap     172.22.0.9       172.22.0.14      10.11.56.0/21
tok     172.22.0.1       172.22.0.6       10.11.16.0/21
to2     172.22.0.1       172.22.0.6       10.11.80.0/21
```

Hieraus werden alle *ipsec.conf* und *ipsec.secrets* generiert

erster Denkansatz: gleiche *ipsec.conf*

- 1. Voraussetzung für Verteilung: alle sind erreichbar per ssh/scp
- 2. Voraussetzung für Verteilung: Zeitsynchronisation per ntp funktioniert
- Script generiert Konfiguration und PreSharedKeys aus *ipsecs*
- per scp auf jedes Gateway: */etc/ipsec.conf* und */etc/ipsec.secrets.new* und
- cron: supervisor-script prüft und aktiviert Konfiguration jede Minute
- Resultat: voll vermaschtes Netz
- Overhead für Änderungen ist erträglich, 30 Sekunden downtime durch */etc/init.d/ipsec restart*
- singuläre Standort-Anbindung zusätzlich möglich

ipsec-supervisor

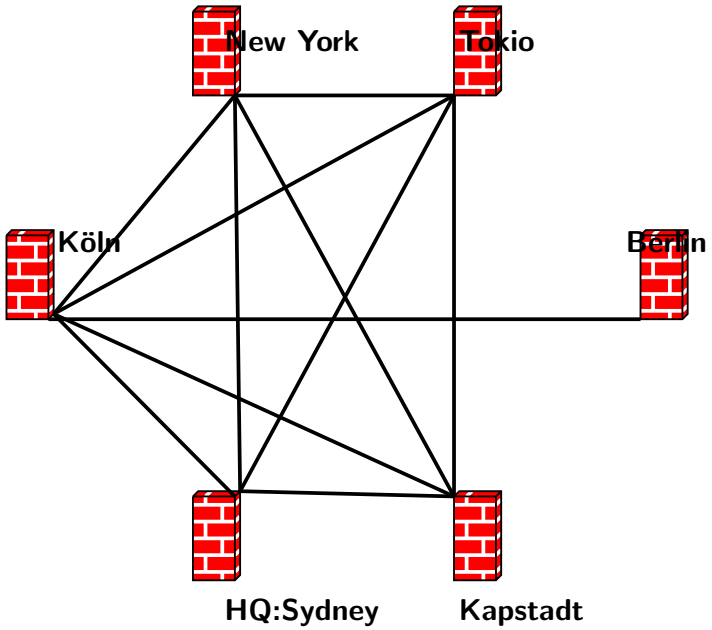
voll vermaschter Standort:

```
#!/bin/bash
if [ -f /etc/ipsec.secrets.new ] ; then
        if [ -f /etc/ipsec.conf.const ] ; then
                /bin/cat /etc/ipsec.conf.const >> /etc/ipsec.conf
        fi
        /bin/mv /etc/ipsec.secrets.new /etc/ipsec.secrets
        /etc/init.d/ipsec restart
fi
```

ipsec.conf und *ipsec.secrets.new* werden gemeinsam übertragen
ipsec.conf.const enthält die Konfiguration für singuläre Anbindungen
und wird manuell einmal erstellt und auf die beiden Endpunkte verteilt

```
crontab:
* * * * * /root/bin/ipsec-supervisor >/dev/null 2>/dev/null
```

das Firmennetzwerk vor der Vollendung



5 Standorte an beliebigen Internet-Providern, einer an ISDN

ipsec-supervisor ohne Vermaschung

Standort mit singulärer Anbindung (z.B. ISDN):

```
#!/bin/bash
if [ -f /etc/ipsec.secrets.new ] ; then
        if [ -f /etc/ipsec.conf.const ] ; then
                /bin/cat /etc/ipsec.conf.const  > /etc/ipsec.conf
        fi
        /bin/mv /etc/ipsec.secrets.new /etc/ipsec.secrets
        /etc/init.d/ipsec restart
fi
```

ipsec.conf und *ipsec.secrets.new* werden gemeinsam übertragen
ipsec.conf.const enthält die Konfiguration für singuläre Anbindungen
und wird manuell einmal erstellt und auf die beiden Endpunkte verteilt

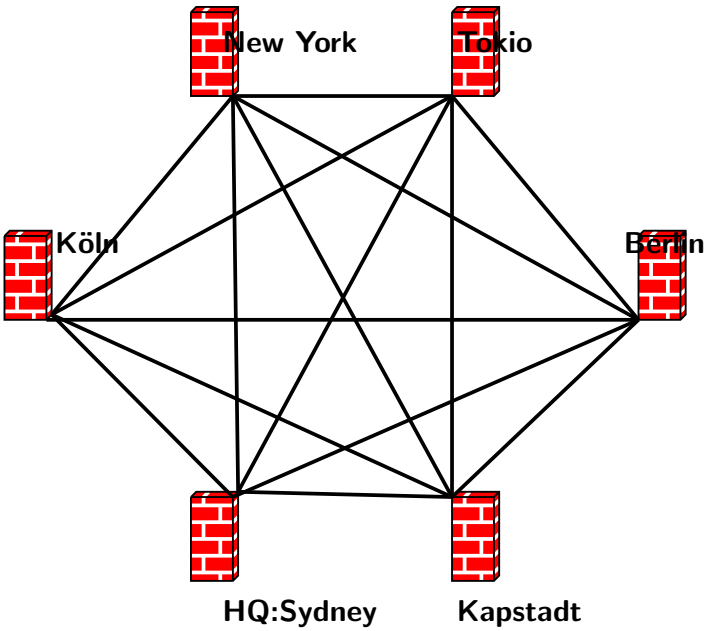
```
crontab:
* * * * * /root/bin/ipsec-supervisor >/dev/null 2>/dev/null
```

ipsecs Konfigurationsdatei

```
# loc.  gateway          next-Hop         subnet
bln     172.22.0.25      172.22.0.30      10.11.48.0/21
cgn     172.22.0.25      172.22.0.30      10.11.40.0/21
nyc     172.22.0.65      172.22.0.70      10.11.4.0/22
sdy     172.22.0.17      172.22.0.22      10.0.0.0/8
kap     172.22.0.9       172.22.0.14      10.11.56.0/21
tok     172.22.0.1       172.22.0.6       10.11.16.0/21
to2     172.22.0.1       172.22.0.6       10.11.80.0/21
```

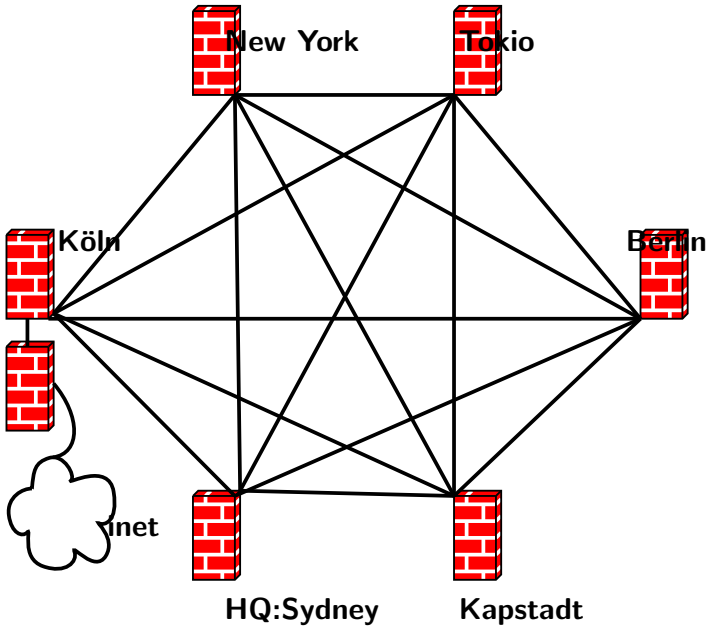
Hieraus werden alle *ipsec.conf* und *ipsec.secrets* generiert

das Firmennetzwerk vor dem Umbau



6 Standorte an beliebigen Internet-Providern
per IPsec voll vermascht mit $S * (S - 1) = 30$ *Tunneln*

das Firmennetzwerk nach dem Umbau



1 ISP + 6 Standorte an einem ISP-MPLS-VPN,
per IPsec voll vermascht mit $S * (S - 1) + 60 = 90$ *Tunneln*

VPN: ipsecs Konfigurationsdatei

```
# loc.  gateway          next-Hop         subnet
bln     172.22.0.41      172.22.0.46      10.11.48.0/21
cgn     172.22.0.25      172.22.0.30      10.11.40.0/21
nyc     172.22.0.65      172.22.0.70      10.11.4.0/22
sdy     172.22.0.17      172.22.0.22      10.0.0.0/8
kap     172.22.0.9       172.22.0.14      10.11.56.0/21
tok     172.22.0.1       172.22.0.6       10.11.16.0/21
to2     172.22.0.1       172.22.0.6       10.11.80.0/21
# inet4all via cgn
I01     172.22.0.25      172.22.0.30      0.0.0.0/1
I02     172.22.0.25      172.22.0.30      128.0.0.0/3
I03     172.22.0.25      172.22.0.30      160.0.0.0/5
I04     172.22.0.25      172.22.0.30      168.0.0.0/6
I05     172.22.0.25      172.22.0.30      172.0.0.0/12
### !!! never open next line or gateways will be lost !!!!
### !!!Ixx 172.22.0.25  172.22.0.30      172.16.0.0/12 !!!
I06     172.22.0.25      172.22.0.30      172.32.0.0/11
I07     172.22.0.25      172.22.0.30      172.64.0.0/10
I08     172.22.0.25      172.22.0.30      172.128.0.0/9
I09     172.22.0.25      172.22.0.30      173.0.0.0/8
I10     172.22.0.25      172.22.0.30      174.0.0.0/7
I11     172.22.0.25      172.22.0.30      176.0.0.0/4
I12     172.22.0.25      172.22.0.30      192.0.0.0/3
```

Hieraus werden alle *ipsec.conf* und *ipsec.secrets* generiert

zweiter Denkansatz

- jedes VPN-GW ist anders
- exakte Konfiguration erzeugen, nun mit perl
- Overhead für Änderungen bleibt erträglich, 36 Sekunden downtime
- Erkenntnis 1: Routen des Internet ist auch per IPsec möglich
- Erkenntnis 2: Routinglücke für ssh zur Administration sinnvoll

weitere Möglichkeiten

- Handlungsreisende (roadwarrior) mit X.509-Authentisierung
- Sperrliste für einzelne Clients: CRL der PKI
- vpndialer.sf.net für IPsec und L2TP vom beliebigen M$-PC
  (freie Software von Thomas Kriener, läuft auf w2k und xp)
- L2TP durch IPsec zur Änderung des Routings im PC
  (durch vpndialer initiiert) ermöglicht zentrale Adressvergabe

Geschäft ist vielfältig

- Für drei Meinungen braucht man maximal zwei Rechtsanwälte
- Mehrere Geschäftspartner nutzen VPN-Geräte verschiedener Hersteller
- IPsec ist nicht gleich IPsec
- Wollen Sie für jeden Geschäftspartner ein anderes Device aufstellen?
- StrongSwan (FreeSwan) ist kompatibel zu (fast) allen IPsec-Devices

ipsec.conf Konfigurationsdateischnipsel FreeSwan

```
#
config setup
        interfaces="ipsec0=eth0 "
        klipsdebug=none
        plutodebug=none
        plutoload=%search
        plutostart=%search
        uniqueids=yes
#
```

ipsec.conf Konfigurationsdateischnipsel StrongSwan

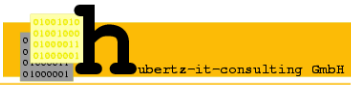
```
#
version 2
config setup
        interfaces="%defaultroute"
        klipsdebug=none
        plutodebug=none
        uniqueids=yes
        nat_traversal=yes
#
```


ipsec.conf Konfigurationsdateischnipsel I

```
.
.
#
conn to-nortel
        auto=start
        type=tunnel
        authby=secret
        compress=no
        esp=3des-md5
        ike=3des-md5-modp1024
        auth=esp
        pfs=no
        left=ip-of-his-gateway
        leftsubnet=10.137.61.0/27
        right=ip-of-my-gateway
        rightnexthop=ip-of-my-router
        rightsubnet=172.18.210.114/32
#
```

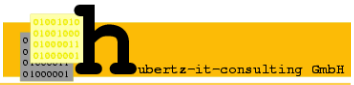
ipsec.conf Konfigurationsdateischnipsel II

```
.
.
#
conn firewall-one-old-release
        auto=start
        type=tunnel
        authby=secret
        auth=esp
        pfs=no
        keyexchange=ike
        keyingtries=0
        keylife=45m
        ikelifetime=1h
        disablearrivalcheck=no
        left=ip-of-his-gateway
        leftsubnet=172.24.253.0/24
        right=ip-of-my-gateway
        rightnexthop=ip-of-my-router
        rightsubnet=172.18.210.114/32
#
```



ipsec.conf Konfigurationsdateischnipsel III

```
.
.
#
conn to-firewall-one
        auto=start
        type=tunnel
        authby=secret
        auth=esp
        esp=aes256-sha1
        pfs=yes
        keyexchange=ike
        keyingtries=0
        keylife=60m
        ikelifetime=24h
        disablearrivalcheck=no
        left=ip-of-his-gateway
        leftsubnet=192.168.20.0/24
        right=ip-of-my-gateway
        rightnexthop=ip-of-my-router
        rightsubnet=172.18.210.114/32
#
```



ipsec.conf Konfigurationsdateischnipsel IV

```
.
.
#
conn to-checkpoint
        auto=start
        type=tunnel
        authby=secret
        auth=esp
        pfs=no
        keyexchange=ike
        keyingtries=0
        keylife=120m
        ikelifetime=1h
        disablearrivalcheck=no
        left=ip-of-his-gateway
        leftsubnet=10.100.111.205/32
        right=ip-of-my-gateway
        rightnexthop=ip-of-my-router
        rightsubnet=172.18.210.114/32
#
```


ipsec.conf Konfigurationsdateischnipsel V

```
.
.
#
conn to-sonicwall
        auto=start
        type=tunnel
        authby=secret
        auth=esp
        pfs=yes
        keyexchange=ike
        keyingtries=0
        keylife=8h
        ikelifetime=1h
        disablearrivalcheck=no
        left=ip-of-his-gateway
        leftsubnet=192.168.33.32/32
        right=ip-of-my-gateway
        rightnexthop=ip-of-my-router
        rightsubnet=172.18.210.114/32
#
```

ipsec.conf Konfigurationsdateischnipsel VI

```
.
.
#
conn to-cisco-vpn
        auto=start
        type=tunnel
        authby=secret
        auth=esp
        pfs=yes
        keyexchange=ike
        keyingtries=0
        keylife=8h
        ikelifetime=8h
        lifetime=8h
        disablearrivalcheck=yes
        left=ip-of-his-gateway
        leftsubnet=192.168.30.32/32
        right=ip-of-my-gateway
        rightnexthop=ip-of-my-router
        rightsubnet=172.18.210.114/32
#
```


ipsec.conf Konfigurationsdateischnipsel VII

```
.
.
#
conn to-x509-gw-xyz02
        auto=add
        authby=rsasig
        esp=3des-md5-96
        keyingtries=3
        disablearrivalcheck=no
        left=%any
        leftid="C=DE, ST=Germany, O=hubertz-it-consulting GmbH, \
                OU=IPSec-gateways, CN=gw-xyz02"
        leftrsasigkey=%cert
        leftsubnet=172.25.2.0/24
        rightrsasigkey=%cert
        rightid="C=DE, ST=Germany, O=hubertz-it-consulting GmbH, \
                 OU=IPSec-gateways, CN=gw-zentrale"
        rightcert=/etc/ipsec.d/gw-zentrale.der
        right=ip-of-my-gateway
        rightnexthop=ip-of-my-router
        rightsubnet=172.18.210.114/32
#
```

BCM – business continuity management

MTBF, MTTR, 100%

MTBF – mean time between failure
MTTR – mean time to repair
100% – nie erreichbar
98,5% – üblich bei ISP-Verträgen
5,4785 Tage Downtime pro Jahr – Ist das genug, um Ihr Geschäft zu ruinieren?

Mehr Verfügbarkeit ⇔ mehr Aufwand

Einfache Lösung: alle Geräte doppelt vorhalten → halbe Ausfallzeit?
Nicht alle Geräte gehören Ihnen, Ihr ISP hat keine Lust, kein Personal ...
Sie nehmen einen zweiten, unabhängigen ISP hinzu

Alles wird gut ...

noch mehr Aufwand nötig

noch ein paar neue Geräte – Router
noch etwas KnowHow (nicht aus dem Supermarkt!) und etwas Zeit

Strikte Trennung: Vertraulichkeit vs. Verfügbarkeit

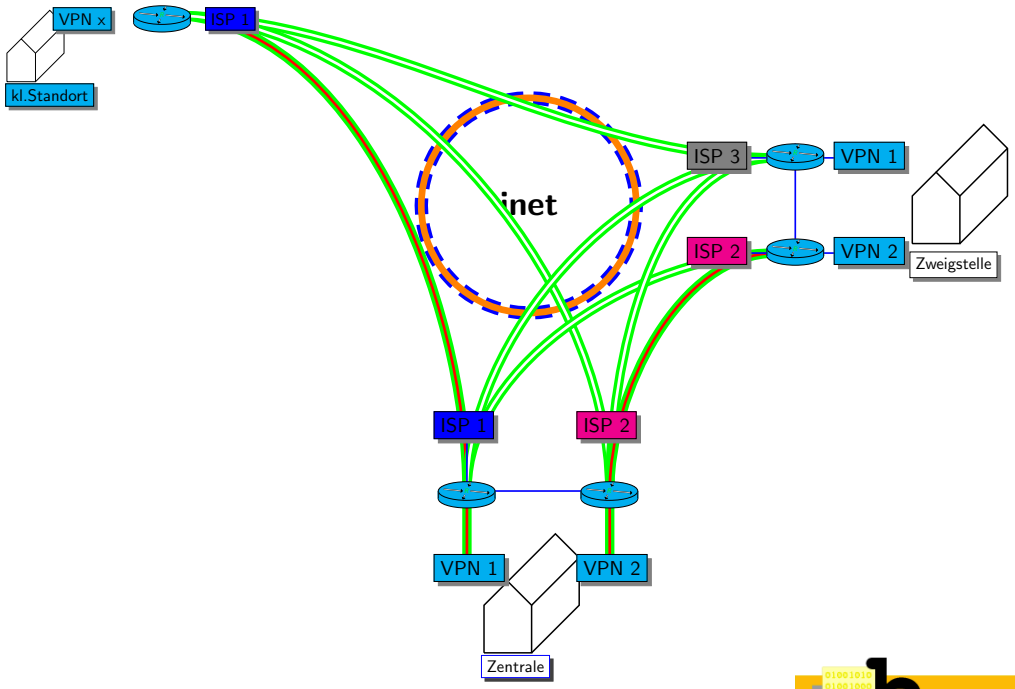
Schwerpunkt Verfügbarkeit

Wir verschlüsseln, damit beliebig oft gesniffert werden kann!
→ keine Anforderungen bzgl. Herkunft der Geräte

Schwerpunkt Vertraulichkeit

Wir verschlüsseln, damit beliebig oft gesniffert werden kann!
Vertrauenswürdige Verschlüsselung funktioniert mit offenen Quelltexten und vielen Augen ...

HA-VPN — mehrere Standorte



Keine Bedenken?

- vor einigen Wochen: Zufallszahlen bei W2k im Heise-Newsticker
- B.Schneier: Auch in Linux gab es Probleme, 1996 in SSL
- CRYPTO 2007 conference, Dan Shumow, Niels Ferguson:
  Dual_EC_DRBG[1] contains a backdoor
- B.Schneier:
  We don't like to use algorithms that have even a whiff of a problem
- B.Schneier:
  Do not use Dual_EC_DRBG under any circumstances
- vorhersagbare Zufallszahlen machen Verschlüsselung reichlich überflüssig
- betroffen sind alle Methoden, die Zufall aus M$-Systemen holen (NIST-Standard)

[1] Dual Elliptic Curve Deterministic Random Bit Generator

Zusammenfassung

Verfügbarkeit

Geräte mit definierten und bekannten Kommunikationen dürfen dazu beitragen
Online-Registrierung ist kontraproduktiv, Linux-HA kostenlos

Vertraulichkeit – ein hoher Preis

Geräte mit offenen Quelltexten können dazu beitragen
Alle Komponenten tragen gleichermaßen dazu bei

Sicherheiten

Mark Twain: man muß die Tatsachen kennen, bevor man sie verdrehen kann.

Was tun?

Seid wachsam!
Vertrauen ist gut, Kontrolle ist besser!

Have a close look at **your** bits.

Quellen

Andreas Steffen, Sichere Internet-Telefonie? Interview in: digma, Zeitschrift für Datenrecht und Informationssicherheit, 6.Jahrgang, Heft 3, September 2006, Seite 138ff.

Bruce Schneier, Secrets and Lies, Heidelberg: dPunkt.verlag GmbH, ©2004

GUUG Frühjahrsfachgespräch 2008, Proceedings, ISBN 978-3-86541-276-8

`http://ietf.org/rfc/rfc.4303.txt` – IP Encapsulation Payload (ESP)

`http://ietf.org/rfc/rfc.4305.txt` – Cryptographic Algorithm Implementation Requirements for ESP

`http://ietf.org/rfc/rfc.4306.txt` – Internet Key Exchange (IKEv2) Protocol

`http://ietf.org/rfc/rfc.4307.txt` – Cryptographic algorithms for Use in the IKEv2

`http://www.openssl.org/` – OpenSSL Homepage

`http://www.openvpn.net/` – OpenVPN, James Yonan

`http://strongswan.org/` – StrongSwan, Andreas Steffen

`http://vpndialer.sourceforge.net/` – Thomas Kriener

`http://sspe.sourceforge.net/` – Johannes Hubertz

`http://www.searchnetworking.de/themenbereiche/vpn/architektur/articles/118093/`

`http://www.searchnetworking.de/themenbereiche/vpn/architektur/articles/118130/`

`http://www.searchnetworking.de/themenbereiche/vpn/architektur/articles/118148/`

hubertz-it-consulting GmbH jederzeit zu Ihren Diensten

Ich bedanke mich für Ihre Aufmerksamkeit
Ihre Sicherheit ist uns wichtig!

Frohes Schaffen

Johannes Hubertz

it-consulting_at_hubertzdotde

Paper: Proceedings des GUUG Frühjahrsfachgespräch 2008, ISBN 978-3-86541-276-8

German Unix User Group

yes, we're open

powered by

LaTeX 2ε, Beamer and PSTricks

hubertz-it-consulting GmbH