Design and Implementation of an IPv6 Plugin for the Snort Intrusion Detection System

Martin Schütte

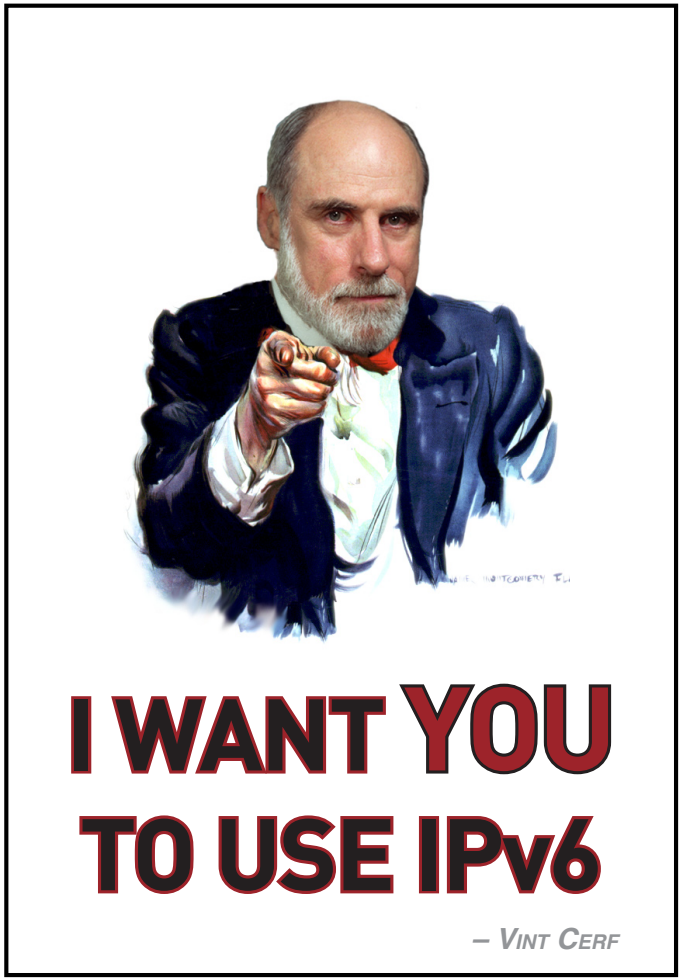
22. September 2011

Stand ∼ 1994

- IPv4-Internet: Forschungs- und Uni-Netze
- bekannte Design- & Implementierungs-Fehler
- wenig Erfahrung mit Protokoll-Sicherheit
- wenig Druck zur Verbesserung

Stand ∼ 2011

- IPv6-Internet: Forschungs- und Uni-Netze
- bekannte Design- & Implementierungs-Fehler
- wenig Erfahrung mit Protokoll-Sicherheit
- wenig Druck zur Verbesserung



www.cs.brown.edu/~adf/cerf/

IPv6 Probleme

- RFCs von 1995/1998

$\Rightarrow$ 15 Jahre IPv4-Sicherheits-Erfahrung nachzuholen

- viele Internet-Drafts (IPsec, SEND, . . .)
- wenig Implementierungen
- fast nichts in Endgeräten

Angriffe auf IPv6

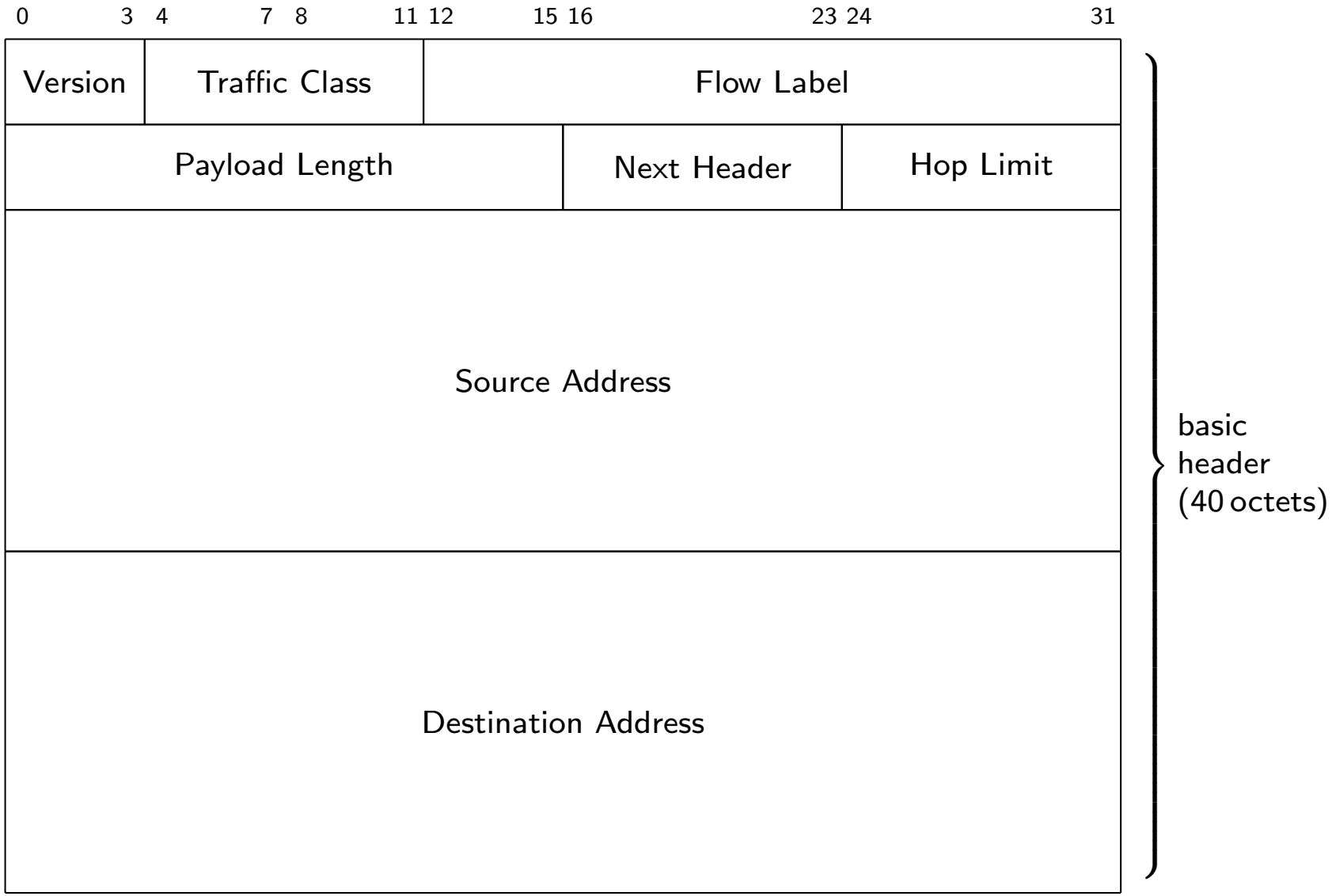
Das übliche:

- Wertebereiche für Felder
- Fragmentierung
- Denial of Service
- Portscans
- Fehler in Anwendungsschicht

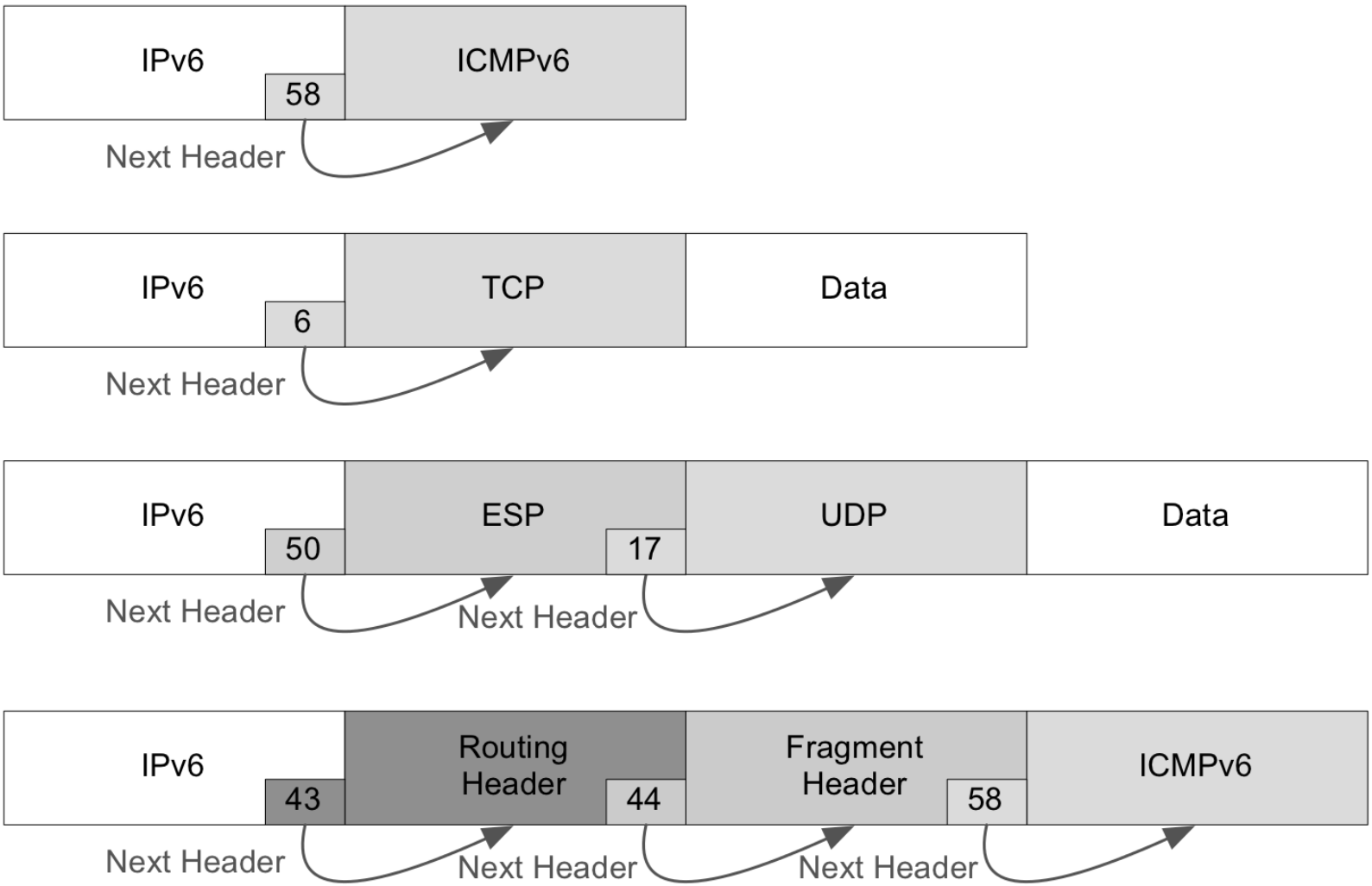
IPv6-spezifisch:

- variable Header
- Autokonfiguration
- Multicast
- Routing
- v4/v6-Transition

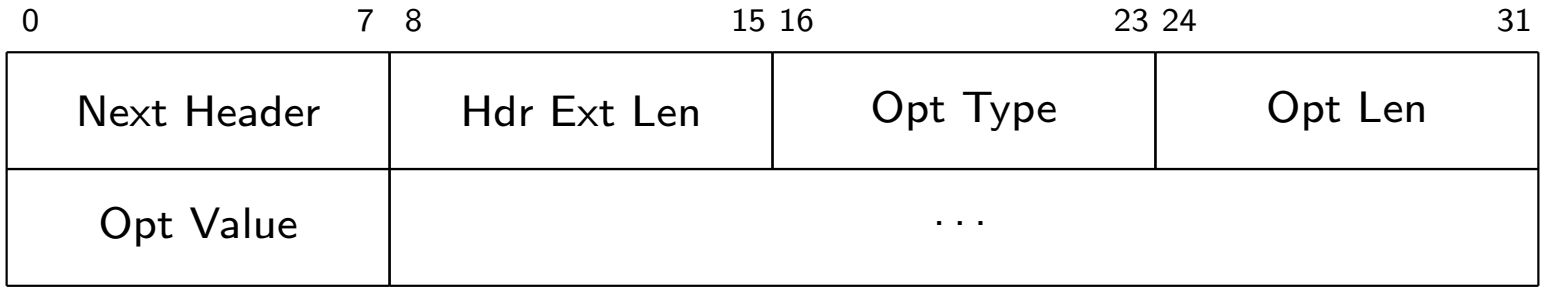
IPv6 Header Format

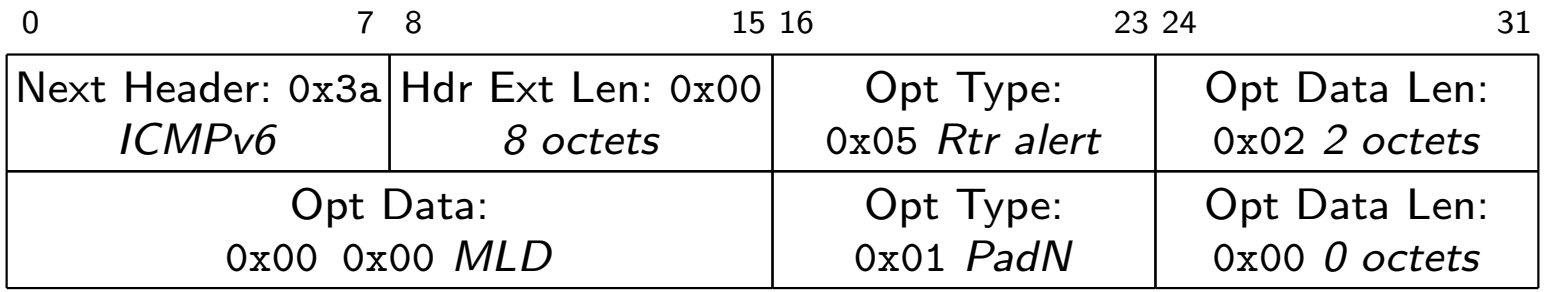


IPv6 Extension Header



Destination/Hop-by-Hop Option Header





Autokonfiguration und Neighbor Discovery

Design-Prämisse: sicheres und vertrauenswürdiges LAN

einfacher Denial of Service:

1. Host Alice startet *Duplicate Address Detection*
   „Benutzt jemand die IP *X*?“
2. Host Eve antwortet „Ich benutze IP *X*.“
3. `goto 1`

Routing/Man in the Middle:

1. Host Eve sendet ICMPv6 Redirect
   „Hier Router Bob, für *google.com* bitte Router Eve benutzen.“

Routing und Transition

Routing:

- Umfangreiche Spezifikation
- RH0 (source routing) deprecated
- RH2 für MobileIPv6 nötig

Transition:

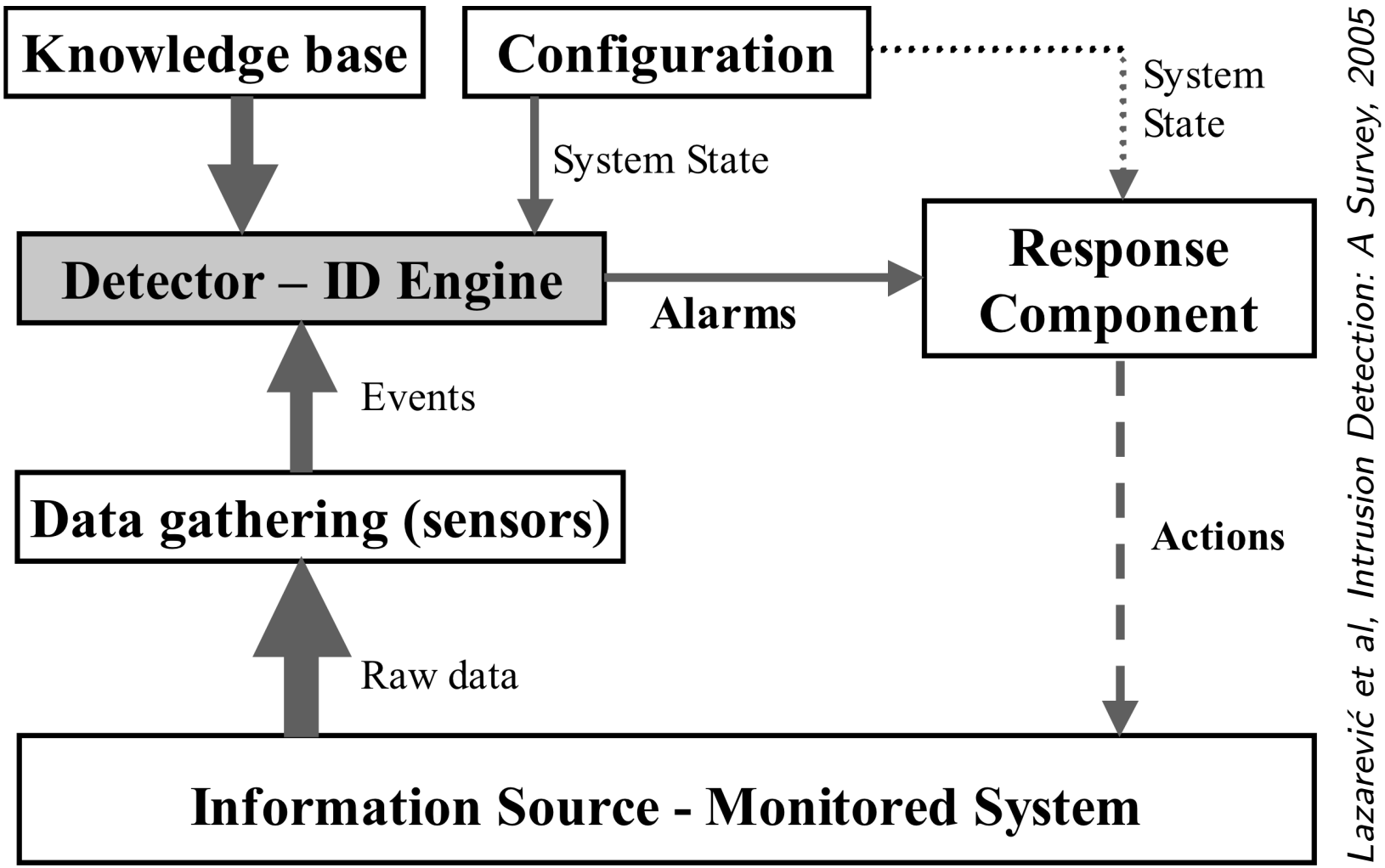
- Dual-Stack: zwei Paketfilter
- Tunnelling: leichte Filter-Umgehung
- Automatic Tunnel Routing Loops

Angriffs-Sammlung: THC Toolkit

Tools/Angriffe/Tests für:

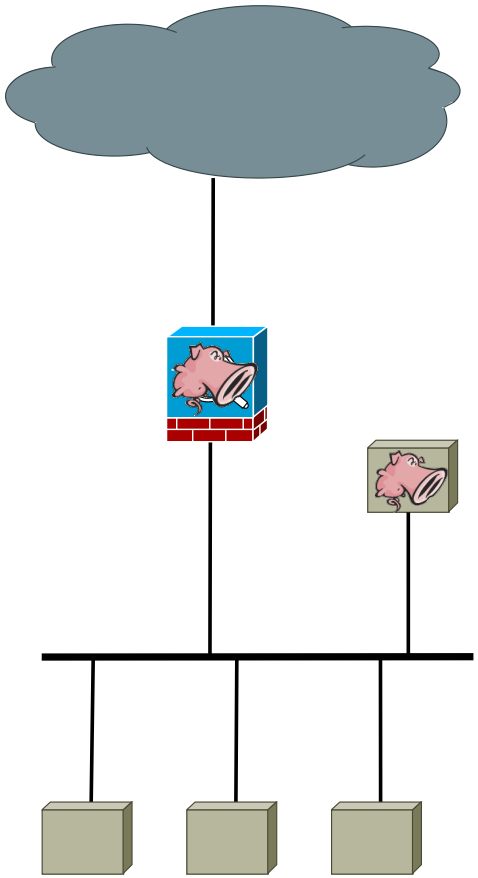
- Autoconfiguration DoS
- Neighbour Cache
- Routing/Redirect
- Flood-Attacks
- Multicast Listener Discovery
- DHCPv6
- `implementation6`

(Network) Intrusion Detection System



Zielsystem: Snort 2.9.1

- verbreitetes Open Source NIDS
- Packet-Sniffer (IDS)
- Filter-/inline-Modus (*Intrusion Prevention System*)
- Plugin APIs
- Dekoder für gängige Tunnelprotokolle



IPv6 Support

im Prinzip Ja, aber ...

Alle relevanten IDS haben IPv6-Support.

Aber was heißt das?

- Fragment-Reassemblierung
- TCP & UDP Dekodierung
- Decoder-Warnung bei groben Protokollfehlern

(Noch?) nicht:

- neue Erweiterungen (Routing Header, Jumbograms)
- alle Regeloptionen (`fragbits`)
- IPv6-spezifischer Angriffe (ICMPv6/neighbor discovery)

IPv6 Signaturen

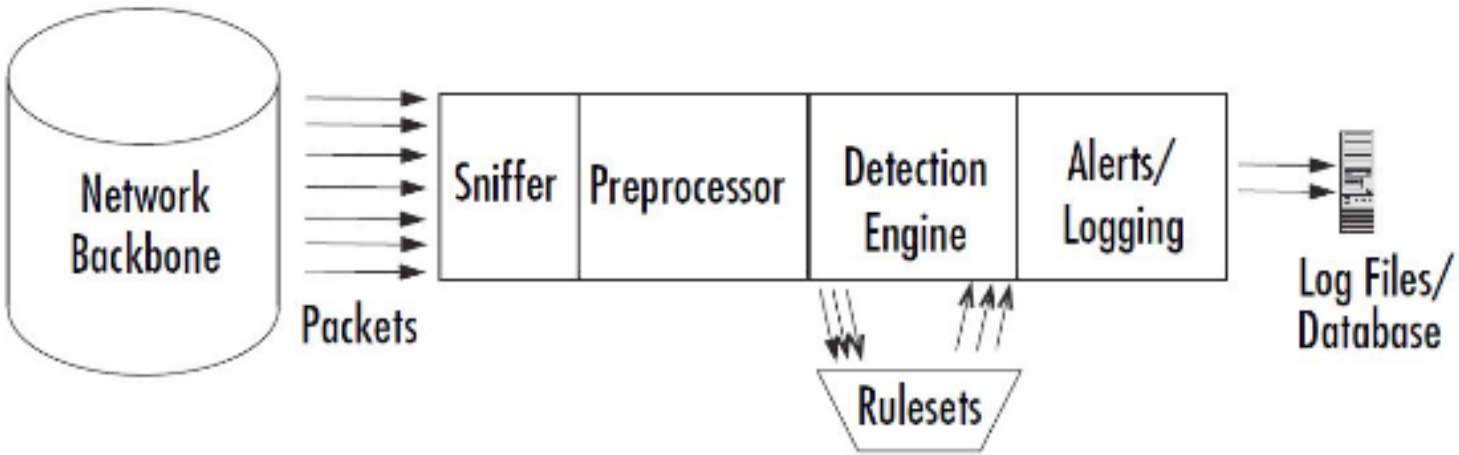
Viele Protokollfelder und Regeln abwärtskompatibel.

```
alert ip icmp any -> any any                                    \
    (msg:"IPv6 ICMP Echo-Request?"; itype:128;                  \
    classtype:icmp-event; sid:2000001; rev:1;)

alert icmp any any -> any any                                   \
    (msg:"ICMP ID 0xdead (THC?)"; icmp_id: 57005;               \
    sid:124860; rev:1;)
```

Keine Schlüsselwörter für neue IPv6-Felder.
Kein Weg nur-IPv6 Regeln zu schreiben.

⇒ eigenes IPv6-Plugin

Snort-Architektur



- Dynamic Rule API
- Dynamic Preprocessor API

Snort Dynamic Rule API

- genau eine Regel als dynamische Bibliothek (`.so`)
- Funktionsaufruf mit Rückgabe `match`/`no_match`

$\Rightarrow$ nicht weiter betrachtet

Snort Dynamic Preprocessor API

- dynamische Bibliothek (`.so`)
- aus `snort.conf` geladen, aktiviert, konfiguriert
- Präprozessor und/oder Regeloptionen

Snort Dynamic Preprocessor Plugin

Funktionsweise:

- Registriert Callback für Pakete von Typ IP/ICMP/UDP/TCP/...
- Zugriff auf Snort-Teilsysteme
- Kann Zustand halten
- Kann Logs/Alarme erzeugen
- Kann Regeloptionen implementieren

IPv6 Präprozessor

Funktionsweise:

- Liest ICMPv6-Nachrichten
- Verfolgt Netz-Zustand, d. h. (MAC, IP) von
  - Routern
  - Hosts
  - laufenden DADs
- Alert bei neuen Hosts, Router-Änderungen u. ä.

Konfiguration

in `snort.conf`

```
preprocessor ipv6:                                  \
    net_prefix 2001:0db8:1::/64                     \
    router_mac 00:16:76:07:bc:92                    \
    host_mac   ...                                  \
    max_unconfirmed 32768                           \
    max_routers 8                                   \
    expire_run 20                                   \
    keep_state 180
```

IPv6 Checks

SID	Message
1	RA from new router
2	RA from non-router MAC address
3	RA prefix changed
4	RA flags changed
5	RA for non-local net prefix
6	RA with lifetime 0
7	new DAD started
8	new host in network
9	new host with non-allowed MAC address
10	DAD with collision
11	DAD with spoofed collision
12	mismatch in MAC and NDP source linkaddress option
13	ipv6: extension header has only padding options (evasion?)
14	ipv6: option lengths != ext length

IPv6 Regeloptionen

Ziel:

- IPv6-Felder für Signaturen zugänglich machen
- Basis-Header, Erweiterungs-Header, Neighbor Discovery-Optionen

Funktionsweise:

- Callbacks für Options-Schlüsselwörter
- Aufruf mit Parametern und Paket
- Rückgabe `match`/`no_match`

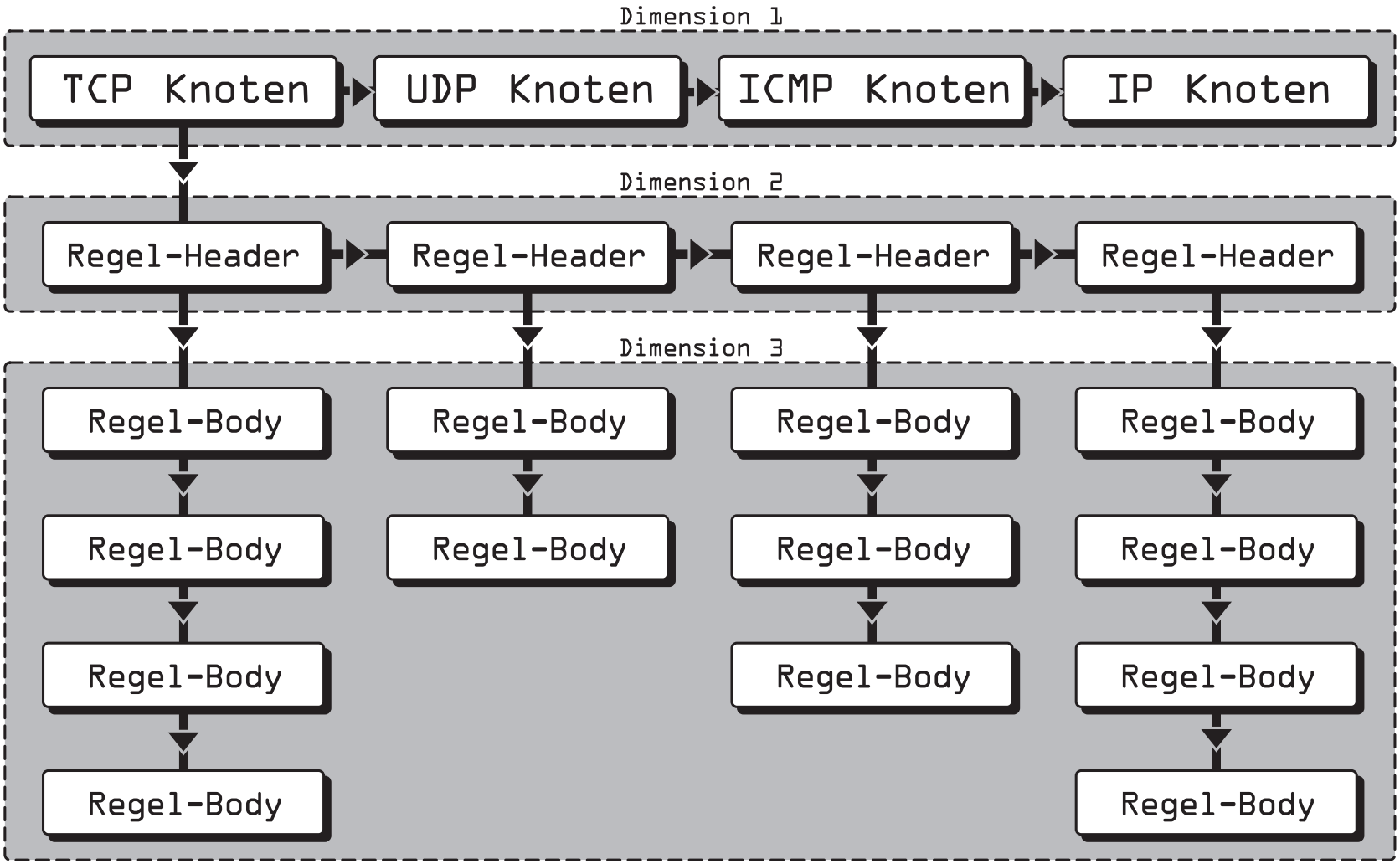
IPv6 Regeloptionen

```
alert icmp any any -> any any (itype:8;   ipv: 4; \
  msg:"ICMPv4 PING in v4 pkt"; sid:100000; rev:1;)
alert icmp any any -> any any (itype:8;   ipv: 6; \
  msg:"ICMPv4 PING in v6 pkt"; sid:100001; rev:1;)

alert icmp any any -> any any (itype:128; ipv: 4; \
  msg:"ICMPv6 PING in v4 pkt"; sid:100002; rev:1;)
alert icmp any any -> any any (itype:128; ipv: 6; \
  msg:"ICMPv6 PING in v6 pkt"; sid:100003; rev:1;)
```

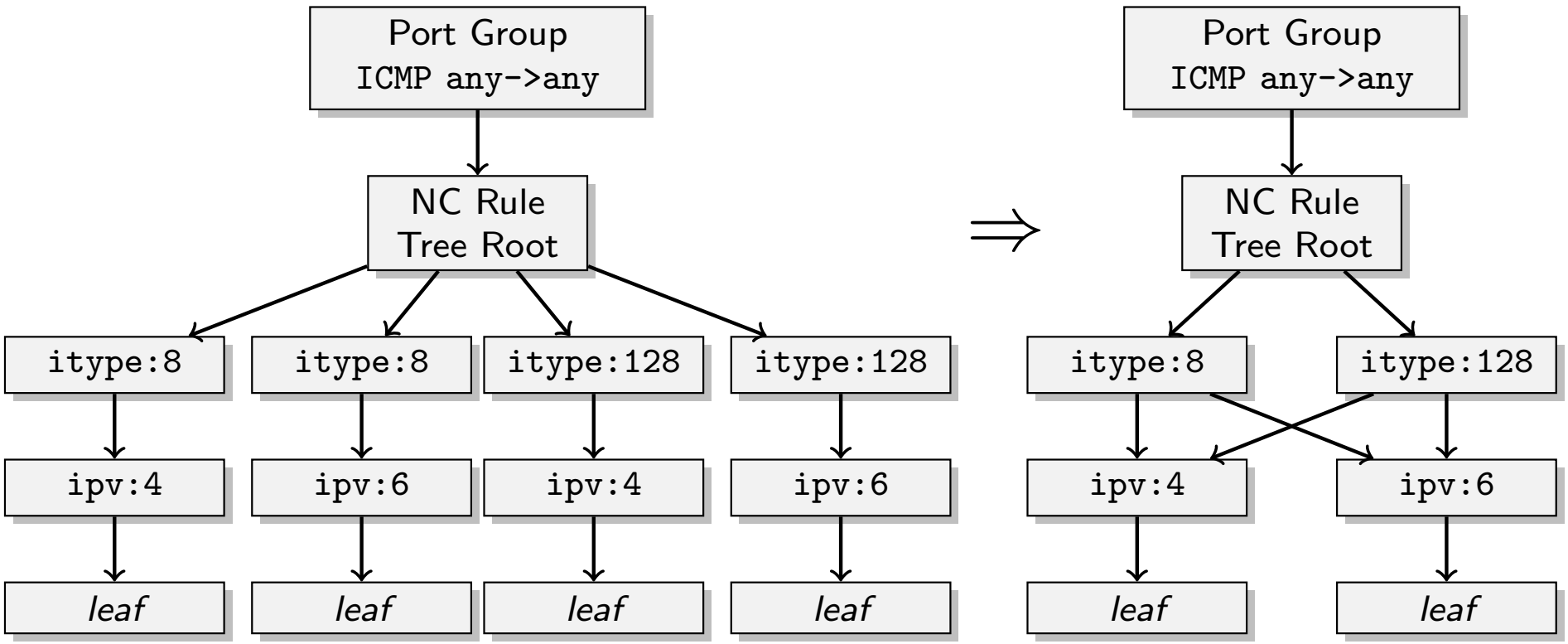
IPv6 Regeloptionen

```
alert ip  any any -> any any (ip6_rh: !2;                    \
  msg:"invalid routing hdr"; sid:1000004; rev:1;)

event_filter gen_id 1, sig_id  1000004, type limit,          \
  track by_dst, count 1, seconds 60

alert icmp any any -> any any (ipv: 6; itype: 134;           \
  detection_filter: track by_dst, count 5, seconds 1; \
  msg:"ICMPv6/RA flooding"; sid:124850; rev:1;)
```

Snort Detection Engine (alt)



Snort Detection Engine (optimiert)



Regeloptionen des IPv6-Plugins

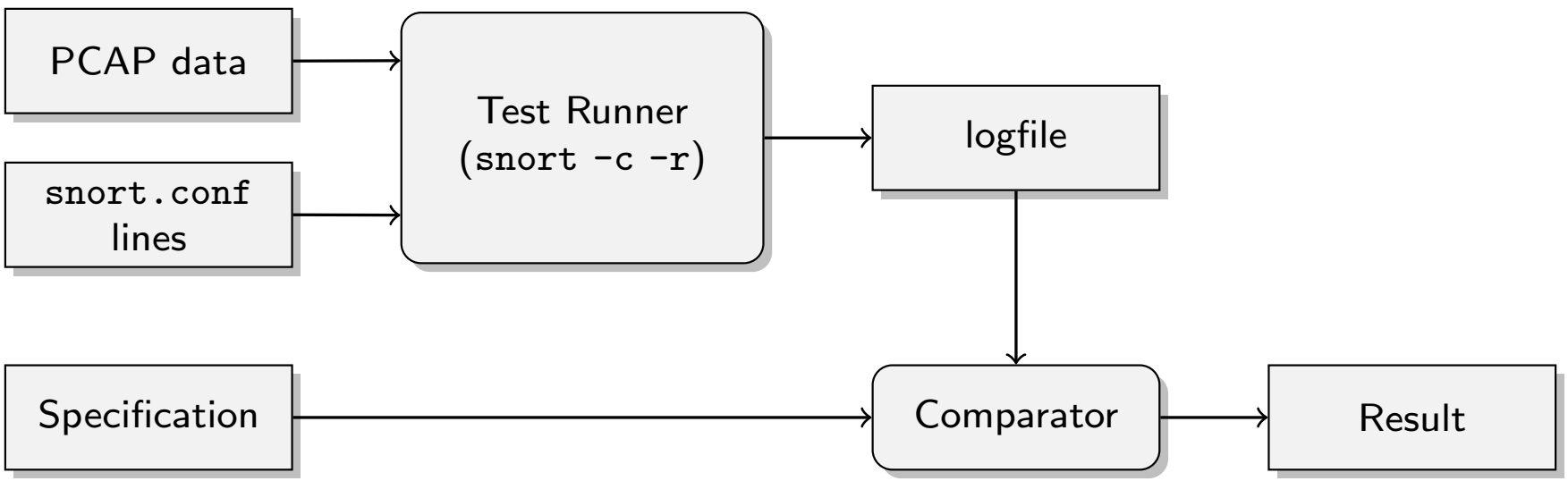
`ipv`	IP version
`ip6_tclass`	Traffic Class
`ip6_flow`	Flow Label
`ip6_exthdr`	Extension Header
`ip6_extnum`	Num. of Ext Hdrs.
`ip6_option`	Destination-/HbH-Option
`ip6_optval`	Destination-/HbH-Option Value
`ip6_rh`	Routing Header
`icmp6_nd`	Neighbor Discovery (bool)
`icmp6_nd_option`	Neighbor Discovery Option

Funktionaler Test

Snort-Funktionen gut zu testen:

- Eingabe:
  - PCAP-Datei (anstatt Netzwerk-Input)
  - `snort.conf`
- Ausgabe:
  - Log-Ereignisse und Alarme

tester.pl


PCAP data
snort.conf lines
Test Runner (snort -c -r)
logfile
Specification
Comparator
Result

Beispiel-Tests

```
-
  test: sendpees6
  pcap: sendpees6_1sec.pcap
  conf: simple.conf
  spec: "[1:124806:1],[1:124851:1],[248:12:1]"
-
# ping with empty hbh ext (i.e. only padding)
  test: ping_padding
  pcap: ping_hbh_pad.pcap
  conf: simple.conf
  spec: "[116:432:1],[248:13:1]"
```

Performance

- Zustandslose Checks sind schnell:
  Plugin liest `struct SFSnortPacket`
- Zustand verfolgen kostet Zeit und Speicher:
  $\Rightarrow$ DoS-Gefahr, daher Limits

$\Rightarrow$ ähnlich wie andere Plugins (SSL, SMTP, . . .)
$\Rightarrow$ Snort-Dekoder ist Bottleneck

Snort-Funktionen

IPv6-fertige Snort-Komponenten

- Portscans (`sfportscan`) & Fragmentierung (`frag3`)
- Paketfilter (Inline-Modus, je nach DAQ)
- Logging (`unified2`)
- nach und nach mehr Dekoder-Checks

Praktische Probleme

- kein Snort-SQL-Schema für IPv6-Events
  $\Rightarrow$ keine IPv6-Events in barnyard2-DB-Output, BASE, Snorby, u. ä.
- Präprozessor-/Dekoder-Alarme nicht eindeutig

Praktische Probleme

Idee:

```
alert ip    any any -> any any (ipv: 6;              \
  ip6_exthdr: 44; fragbits: !M; fragoffset: 0; \
  msg:"IPv6: redundant fragment hdr (THC?)";    \
  sid:124860; rev:1;)
```

aber mit Decoder Alerts:

123:8:1 frag3: Fragmentation overlap

123:10:1 frag3: Bogus fragmentation packet. Possible BSD attack

Grenze der Erkennung

Grundlegende Einschränkung: Layer 2/Ethernet

$\Rightarrow$ keine sichere Host-ID
$\Rightarrow$ kein Filter

Unsicherer Layer 2 nicht auf Layer 3 zu sichern.

Fazit

- Plugin funktioniert
- Als dynamische Bibliothek installierbar
- Grundlage für neue Signaturen
- Snort & Plugin erkennen THC-Angriffe

$\Rightarrow$ jetzt Praxistest in realen Netzen