

HAMNET: AS-Nummern und BGP-Routing

AS-Nummern und autonome Systeme

Jedes  **Autonome System (AS)** ist durch eine eindeutige Nummer, die AS-Nummer (ASN), gekennzeichnet. Ein Autonomes System ist ein Netzwerk bzw. eine Gruppe von Netzwerken, die meist eine gemeinsame Administration sowie eine gemeinsame Routing Policy besitzen. Kernstück eines Autonomen Systems sind die dort vorhandenen Router.

16-bit-AS-Nummern

16-bit-AS-Nummern (ASN) ¹⁾ haben nach dem ursprünglichen 16-Bit-Verfahren einen Integer-Wert von 0-65536. Das entspricht 65536 möglichen ASN. Öffentliche ASN, die z.B. im Internet für das BGP benutzt werden, liegen im Bereich von 1 bis 64511. Private ASN, die nur innerhalb einer Organisation in abgeschotteten Netzen (*private networks*) verwendet werden, müssen im Bereich von 64512 bis 65534 liegen. Die Verwendung dieser 1022 privaten AS-Nummern für vom Internet-BGP abgeschottete Netze trifft auch auf das European HAMNET zu. Die AS-Nummer wird bei den im European HAMNET eingesetzten Routern (und anderen bgp-sprechenden Komponenten) durch die zuständigen Administratoren konfiguriert. Damit wird dem Router eindeutig mitgeteilt, zu welchem AS er gehört.

Der Private 16-bit ASN Bereich ist begrenzt ²⁾. Vermutlich wird er bei einem Vollausbau des HAMNET innerhalb Europa/IARU-Region-1 nicht ausreichen. Entsprechend sparsam wurden die Bereiche der Länder geplant. Geht man sorgsam mit den Ressourcen um, hat man noch Bereiche frei wenn weiterer Bedarf besteht.

-  **Grundsatz:** AS-Nummern sind beim  **BGP-Routing** im European HAMNET zwingend erforderlich.
-  **Grundsatz:** Eine AS-Nummer darf im gesamten verbundenen Netzbereich exakt nur einmal vorkommen!
-  **Grundsatz:** Im European HAMNET dürfen nur AS-Nummern aus dem koordinierten, privaten AS-Nummernbereich verwendet werden!
-  **Grundsatz:** Die konkrete Verwendung einzelner AS-Nummern orientiert sich an den Vergaberichtlinien der einzelnen Länder.
-  **Grundsatz:** Die Zuteilung von AS-Nummern (16- und 32-bit) im deutschen HAMNET übernimmt die **IP-Koordination DL**.
-  **Grundsatz:**  **AS-Nummern** für  **BGP-Routing** werden im deutschen Teil des  **AMPRNet** seit August 2009 von der DL-IP-Koordination in enger Absprache mit den Nachbarländern zentral koordiniert.

Das HAMNET-DL ist in geografische Regionen aufgeteilt. Jede einzelne Region bildet ein AS (*Parent-AS*). Jedes Parent-AS erhält eine europaweit koordinierte, für private Netzwerke reservierte **16-bit AS**.

Nummer. Jedes Parent-AS erhält von der DL-IP-Koordination 100 32-bit-AS-Nummern und IP-Netze für Backbone und User/Services zugeordnet. Beide Ressourcen werden innerhalb der AS nach jahrelang bewährten Vergabekriterien auf alle im AS liegenden Standorte [verteilt](#).

Die 16-Bit-AS-Nummern dienen im deutschen HAMNET vorrangig der verbesserten Strukturierung und nicht primär dem eigentlichen Routing. Sie müssen nicht in logisch aufeinanderfolgenden Blöcken beieinander liegen; dafür gibt es keinen technischen Grund. Es kann jedoch die Übersicht verbessern (z. B. geografische Zuordnung) und sollte daher angestrebt werden.

32-bit-AS-Nummern

32-bit AS-Nummern ³⁾ werden seit Ende 2015 im HAMNET-DL verwendet. Seitdem gibt es eine internationale Übereinkunft zur Verwendung von privaten **32-bit AS-Nummern im 44er AMPRNet**. Die Aufteilung auf die einzelnen Länder orientiert sich an dem „International Numbering Plan for Public Data Networks“ (X.121 Document) und der „List of Mobile Country Codes“ (E.212 Document) der ITU.

Im HAMNET-DL stehen jedem Parent-AS für die beherbergten Sites bis zu einhundert 32-bit-ASN zur Verfügung. Diese werden innerhalb der jeweiligen Parent-AS den einzelnen Standorten (*Sites*) zugewiesen. Weitere Informationen gibt es in unserer [Policy zur Verwendung von 32-Bit-AS-Nummern im deutschen HAMNET](#).

Für das HAMNET-DL geht die DL-IP-Koordination bei der Zuteilung von AS-Nummern und IP-Netzwerken nach folgenden Richtlinien vor:

-  **POLICY: Jedes Autonome System (AS) muss immer mehrere Standorte (*Sites*)⁴⁾ enthalten.**
-  **POLICY: Jedes Autonome System in DL erhält derzeit als Parent-AS eine 16-bit-AS-Nummer.**
-  **POLICY: Jedes Parent-AS erhält einen anhand der Parent-AS-Nummer abgeleiteten Block aus 100 32-bit-ASN.**
-  **POLICY: Jedes Parent-AS erhält an die 16-Bit-ASN gebundene IP-Subnetze für Backbone und User/Services.**
-  **POLICY: Jede Site innerhalb eines Parent-AS erhält aus dem zugewiesenen Pool eine 32-bit-AS-Nummer.**
-  **POLICY: Durchgehendes „Site-to-Site eBGP Routing“ ⁵⁾ wird im ganzen HAMNET-DL angestrebt.**

AS-Nummern Zuteilungen

Im European HAMNET werden 16-bit ASN und 32-bit-ASN parallel genutzt. Einen möglichst aktuellen Überblick über die Verteilung und Nutzung von AS-Nummern und IP-Subnetzen liefert die eigens für diese Zwecke erstellte und laufend weiter entwickelte Dokumentationshilfe [HamnetDB](#).

Um Überschneidungen und Doppelvergaben im Netz zu vermeiden, wurde der zur Verfügung stehende 16-bit-ASN-Bereich seit 2009 von Österreich gemeinsam mit der IP-Koordination-DL in enger Abstimmung mit allen beteiligten Ländern koordiniert und [hier](#) ⁶⁾ dokumentiert.

Für 32-bit-ASN kommt es auf Grund des 2015 für das European HAMNET vereinbarten Vergabesystems prinzipiell nicht zu länderübergreifenden Überschneidungen. Deshalb kann jedes Land seinen zur Verfügung stehenden 32-bit-ASN Adressraum eigenständig verwalten und auch eigene Vergaberichtlinien entwickeln.

An dieser Stelle wird die Vergabe von lokalen 32-bit-AS-Nummern im European HAMNET gelistet:

	Country	32bit-ASN Block	Country Codes X.121	local documentation
OE	Austria	4223200000-4223399999	232-233	to be generated
I	Italy	4222200000-4222499999	222-224	to be generated
DL	Germany	4226200000-4226599999	262-265	Policy (Entwurf)
LX	Luxemburg	4227000000-4227099999	270	to be generated
CR	Croatia	4221900000-4221999999	219	to be generated
PA	Netherlands	4220400000-4220599999	204-205	to be generated
HA	Hungary	4221600000-4221699999	216	to be generated
EA	Spain	4221400000-4221599999	214-215	to be generated
HB	Switzerland	4222800000-4222999999	228-229	to be generated
HB0	Liechtenstein	4229500000-4229599999	295	to be generated
F	France	4220800000-4221199999	208-211	to be generated
ON	Belgium	4220600000-4220699999	206	to be generated
TA	Turkey	4228600000-4228699999	286	to be generated
SP	Poland	4226000000-4226199999	260-261	to be generated
YO	Romania	4222600000-4222699999	226	to be generated
CT	Portugal	4226800000-4226999999	268-269	to be generated
S5	Slovenia	4229300000-4229399999	293	to be generated

BGP-Confederations

Am Ende des im HAMNET-DL genutzten 16-bit-ASN Bereichs wurde für BGP-Confederations der private 16-bit-ASN-Block 65510-65534 reserviert. Dieser lokale Testbereich kann innerhalb eines (kleineren) AS eingesetzt werden, um z.B. zu testen oder Routen per iBGP innerhalb einer Confederation zu vermitteln. Nach außen hin müssen sie an den eBGP Boarder-Routern des AS aggregiert und unter der original zugewiesenen AS-Nummer announced werden. Confederation-ASN müssen an den Netzgrenzen des AS gefiltert werden (Im- und Export). Sie dürfen niemals außerhalb des AS in BGP-Pfaden auftauchen. Dadurch sind sie innerhalb des ganzen European HAMNET in jedem AS erneut verwendbar.



- **Grundsatz: eBGP Router sind angehalten, Local-Test-AS zu filtern (in und out), damit die Auswirkungen lokal bleiben.**

In DL haben wir im oberen Bereich 5 Test-Adressen von 64679-64683 reserviert (s. [DLTESTx-AS](#)). Diese AS-Nummern werden nicht gefiltert. Sie dienen dazu, schnell und unbürokratisch sein neues Netz „online“ zu bringen und die Zeit bis zur Vergabe der ordentlichen AS Nummer durch die DL-IP-Koordination überbrücken zu können. Es muß darauf geachtet werden, dass die ASN, die ja eindeutig

sein muß, nicht schon andernorts im Netz vergeben und aktiv ist. Deshalb bitten wir um Mitteilung vor Verwendung.

AS-Nummern Planung

Es sind verschiedene Modelle denkbar: ein oder mehrere ASN im Distrikt, im Bundesland, o.ä.. Wir meinen es ist klug, sich hinsichtlich der Größe eines AS an Distrikten zu orientieren, weil sie ganz gut die Aktivitätszentren des Amateurfunks in DL widerspiegeln. Ein stures Einhalten der Distriktgrenzen wäre kontraproduktiv. Es gibt Aktivitätsgruppen, die zwar lokal zusammenhängend, aber Distriktübergreifend arbeiten.

Ein AS sollte aus einem geografisch zusammenhängenden Gebiet mit mehreren Standorten gebildet werden, Dabei wird das Gebiet von einem verantwortlichen Administratoren-Team gemeinsam administriert.

Jeder Standort bzw. jede Site innerhalb eines AS sollte über einen BGP-Router verfügen. Da normalerweise innerhalb des AS jeder iBGP Router zwingend (s. Dokumentation) mit jedem anderen iBGP Router eine BGP-Verbindung aufbauen muss („full mesh“), rechnen wir mit einer maximalen Größe von ca. 10-16 Routern im Netz eines einzelnen AS. Andernfalls geht die Übersichtlichkeit verloren und das Netz ist kaum noch administrierbar.

Die Methode, innerhalb eines AS einen zentralen BGP-Route-Reflector zu verwenden, hat sich im HAMNET nicht bewährt und durchgesetzt. Es verringert die Zahl der notwendigen, internen BGP-Connections zwischen den Routern deutlich. Jedoch sind in der Praxis die Routingwege nicht immer optimal und der Route-Reflector stellt einen „Single Point of Failure“ dar.

Die am weitesten verbreitete Variante der iBGP-Routervernetzung innerhalb eines AS ist die Nutzung der BGP-Confederation. Dies kommt den inneren Strukturen eines AS-Netzwerkes in vielerlei Hinsicht am meisten entgegen. Auch hier sollte eine maximale Anzahl von 10-16 Routern innerhalb eines AS nicht überschritten werden.

Werden es mehr, wird man um ein weiteres AS in der Großregion nicht herum kommen. Innerhalb eines solch komplexen AS-Netzes kann jedoch auch ein anderes Routingprotokoll, zum Beispiel OSPF, verwendet werden.



Grundsatz: Im European HAMNET erfolgt der Austausch der Routinginformationen zwischen einzelnen AS grundsätzlich per eBGP-Routing. Innerhalb eines AS können auch andere Routingprotokolle verwendet werden. Hat ein AS mehrere AS-Nachbarn, so ist sicherzustellen, dass die Border-Router (eBGP) allen Nachbarn gleiche Routinginformationen übermitteln. Schleifenbildungen und flappende Routen sind durch geeignete, technische Maßnahmen zu verhindern.

IP-Zuteilungen für das deutsche HAMNET

Für das HAMNET stehen in Deutschland ausreichend IP-Nummernblöcke aus dem offiziell vom [IANA](http://iana.org) dem Amateurfunk zugeteilten 44er IP-Range (AMPR.ORG NET) zur Verfügung. In Deutschland werden diese Netzblöcke im Zusammenhang mit der AS-Nummernvergabe von der DL-IP-Koordination koordiniert und den Betreibergruppen für die ASNs zugewiesen. Die Eintragung in das weltweite DNS-

System wird durch die DL-IP-Koordination sichergestellt. Hierdurch wird ein weltweites Routing innerhalb des ganzen 44/8 AMPRNET ermöglicht.



Grundsatz: Ein volles Routing zwischen dem offiziellen 44er AMPRNET und privaten IP-Nummernbereichen (192.168.x.x, 10.x.x.x etc) darf es aufgrund internationaler Vereinbarungen nicht geben.

Netzplanung

Unter [AS-Nummern](#) finden sich die aktuellen Netz-Zuweisungen von Backbone und User/Services.

Zwar lassen sich beliebige Netze (sogar IPv6) an ein AS (das sich durch seine eindeutige AS-Nummer auszeichnet) aufhängen. Doch wir halten es für sinnvoll, Bereiche für

- 1. ein Backbone-Netz der Router/Switche innerhalb des AS und
- 2. für User und Dienste einzuplanen.

Diese Netze können auf mehrere Standorte innerhalb eines AS weiter unterteilt werden (subnetting).

Wir haben in einem ersten Schritt pro AS ein /24 Backbone-Netz und ein /22 Netz für User/Services eingeplant. Diese lassen sich im freien Bereich unseres neuen, exklusiv für das HamNet zugeteilten 44.224/15 Netzes unterbringen.

Dieses 44.224/15 Netz lässt sich so aus z.B. dem old-generation PR-Netz durch einen einzigen Routingeintrag bequem routen. Wir empfehlen, durch Scripte zuzusichern, dass der Link am Übergabepunkt funktioniert und im Fehlerfall diese Netz-Route automatisch auszutragen (gleiches gilt für den Import der old-generation PR Zone ins Next-Generation-Netz).

BackBone-Netz

Der Backbone-Bereich ist für die Router und Switches im next-generation Netz gedacht. Es dient zur Vermittlung der Routen über Routingprotokolle (internes iBGP, OSPF o.ä.). Dienste stehen nicht zur Verfügung. Ggf. kann der Zugriff auf die Router in diesem Netz gefiltert werden (z.B. nur icmp erlauben), wenn solche Sofort-Maßnahmen z.B. wegen Sicherheitslücken erforderlich sind.

Die Backbone Adressen tauchen im Traceoute auf. Deshalb kann man nicht mit [RFC1918](#)-Adressen ⁷⁾ arbeiten, weil deren ICMP-Antworten und -Meldungen sonst ggf. an anderer Stelle im Netz gefiltert würden.

TODO: Überlegung, ob ein Backbone-Netz auch über 2 AS geplittet werden kann (Ziel: schonender Umgang mit Ressourcen. Nachteil: unübersichtliche Konfiguration). Routing statt Bridging innerhalb des AS. Transfer-Netze zur eBGP Übergabe in Nachbar-AS.

Weitere Überlegungen hier: [Beispiel BackBone-Netz](#).

User/Services-Netz(e)

Der User/Services Bereich ist für die Dienste am Standort gedacht.

- Services: DNS, Webserver, Mailserver, DHCP, NTP, Gateway ins klassische PR Netz, D-Star-Rechner, EchoLink-Rechner, Asterisk-Server, IP-Steckdose, usw..
- User: Erhalten Zugang über DHCP

Für diese Anwendung haben wir für jedes AS durch Zuteilung eines /22 Netzes viermal so viel IP-Adressen eingeplant wie für den Backbonebereich, der pro AS aus einem /24 Netz besteht..

Es ist auch kein Problem, bei Adressknappheit weitere bisher nicht genutzte Netzsegmente aus dem old-generation-Bereich seiner Region zu benutzen (z.B. haben die Berliner noch zwei aufgesparte Bereiche).

Weitere Überlegungen hier: [Beispiel User/Services-Netz](#).

Anycast

Aktuell besprechen wir noch Strategien wie beispielsweise Anycast-Adressen in einem ausgezeichneten Adressbereich, um die Erreichbarkeit von Diensten wie Nameserver oder Proxy sicherzustellen. Dies hätte auch den Charme, dass man - egal wo in DL man ins Netz geht - mit seinem Nameserver-Eintrag immer den am besten erreichbaren Nameserver anspricht.

Thema IPv6: leider gibt es noch kein IPv6 Netz für den Amateurfunk. Bei unseren Netzen neuer Generation sollten wir von Beginn an IPv6-Fähigkeit im Auge behalten.

weiterführende Informationen

HamNet allgemein

- [Digitaler Backbone OE: HamNet-Projekt in Österreich \(Wiki\)](#)
- [BGP-Routing im HamNet von OE \(PDF, 186 Seiten, 2,7MB\)](#)
- [Vortragsscript: AS-Nummern und IP-Koordination im Deutschen HamNet \(PDF, 30 Seiten, 1,3MB\)](#)
- [HamNet: Links, Informationen, Hardware, Software, Downloads](#)
- [Bericht über einen HamNet-Linktest DB0RES-DB0EEO](#)

HamNet in DL

- [HamNet im Distrikt B](#)
- [HamNet im Distrikt C](#)
- [HamNet im Distrikt H](#)
- [HamNet im Distrikt L](#)
- [HamNet im Distrikt U](#)
- [Forum HAMNET-WEST](#)
- [Webserver HAMNET-WEST](#)

Rahmenbedingungen zum Einsatz von WLAN-Technik im Amateurfunkdienst:

- [Vorschlag an die Bundesnetzagentur zur Beantragung von automatischen HamNet-Funkstellen](#)
- [Gesetzliche Rahmenbedingungen zum HamNet \(Recherche 2008\)](#)

1) , 2)

Durch die seit 2015 zur Verfügung stehenden 32-bit AS-Nummern und deren Kompatibilität zu 16-bit-ASN ist das Problem knapper 16-bit Ressourcen obsolet geworden. Jedem Land stehen weltweit 32-bit AS-Nummern in ausreichendem Maß zur Verfügung.

3)

Im European HAMNET ist die Verwendung von 16-Bit und 32-bit AS-Nummern voll kompatibel. Sie können auch gemischt eingesetzt werden. Für autonome Systeme (AS), die 16-bit AS-Nummern verwenden, besteht keinerlei Notwendigkeit auf 32-bit AS-Nummern zu wechseln. Sie können ohne irgendwelche technische Nachteile bedenkenlos weiter verwendet werden. Dies ist auch im Internet seit Jahren gängige Praxis.

4)

Ein einzelner Standort ist noch kein AS!

5)

Bei Verwendung anderer AS-interner Routingprotokolle (BGP-Confederation, BGP-Concentrator, OSPF, etc.) traten bei größeren AS mit mehreren Übergängen zu Nachbar-AS immer wieder nicht lösbare Fehler und Routingprobleme auf.

6)

Achtung: Diese Listen sind veraltet! Die jeweils aktuelle Situation ist in der HamnetDB dokumentiert.

7)

Private IP-Adressen nach RFC 1918 liegen in den Netzen 10.0.0.0/8, 172.16.0.0/12 oder 192.168.0.0/16

From:

<http://www.de.ampr.org/> - **IP-Koordination DL**

Permanent link:

<http://www.de.ampr.org/hamnet/as-nummern?rev=1571930816>

Last update: **24.10.2019 17:26 Uhr**

