NetModule Router NB800

Software-Benutzerhandbuch - Version 4.8.0.102

Handbuchversion 2.1570

NetModule AG, Switzerland

20. November 2023

NetModule Router NB800

Dieses Handbuch behandelt den *NB800* mit sämtlichen Varianten.

Die Spezifikationen und Produktinformationen in diesem Handbuch können sich jederzeit ohne vorherige Ankündigung ändern. Wir weisen darauf hin, dass NetModule keine Zusicherungen oder Gewährleistungen in Bezug auf den Inhalt dieses Dokuments macht und nicht für Verluste oder Schäden haftet, die dem Benutzer durch die direkte oder indirekte Verwendung dieser Informationen entstehen. Dieses Dokument kann Informationen über Produkte oder Prozesse Dritter enthalten.

Solche Informationen Dritter sind in der Regel außerhalb des Einflussbereichs von NetModule, und daher kann NetModule auch keine Verantwortung für die Richtigkeit oder Rechtmäßigkeit dieser Informationen übernehmen. Der Anwender trägt die volle Verantwortung für die Anwendung der Produkte.

Kontakt

https://support.netmodule.com

NetModule AG
Maulbeerstrasse 10
3011 Bern
Schweiz

Tel +41 31 985 25 10
Fax +41 31 985 25 11
info@netmodule.com
https://www.netmodule.com

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

1. Willkommen bei NetModule

Vielen Dank, dass Sie sich für ein NetModule-Produkt entschieden haben. Dieses Dokument soll Ihnen eine Einführung in das Gerät und seine Funktionen geben. In den folgenden Kapiteln werden alle Aspekte der Inbetriebnahme des Geräts, Installationsverfahren und hilfreiche Informationen zur Konfiguration und Wartung beschrieben.

Weitere Informationen wie Beispiel-SDK-Skripte oder Konfigurationsbeispiele finden Sie in unserem Wiki auf https://wiki.netmodule.com.

2. Konformität

Dieses Kapitel enthält allgemeine Informationen zur Inbetriebnahme des Routers.

2.1. Sicherheitsanweisungen

Beachten Sie sorgfältig alle Sicherheitshinweise mit dem Symbol  .

Einhaltung von Vorschriften: Bei der Verwendung der NetModule-Router sind sämtliche einschlägigen nationalen und internationalen Gesetze sowie besonderen Einschränkungen, die den Einsatz des Kommunikationsmoduls in vorgeschriebenen Anwendungen und Umgebungen regeln, zu beachten.

Informationen zum Zubehör/Änderungen am Gerät:

- Um Verletzungen und Gesundheitsrisiken zu vermeiden, verwenden Sie bitte nur Originalzubehör.
- Änderungen am Gerät oder die Verwendung von nicht freigegebenem Zubehör führen zum Erlöschen der Garantie und ggf. zum Erlöschen der Betriebserlaubnis.
- NetModule-Router dürfen nicht geöffnet werden (SIM-Karten dürfen jedoch entsprechend der Anleitung eingesetzt werden).

Informationen zu den Geräteschnittstellen:

- Alle Systeme, die an die NetModule-Router-Schnittstellen angeschlossen werden, müssen die Anforderungen an SELV-Systeme (Safety Extra Low Voltage) erfüllen.
- Die Verbindungen dürfen weder das Gebäude verlassen noch durch die Karosserie eines Fahrzeugs hindurchgeführt werden.
- Antennenanschlüsse dürfen nur dann aus dem Gebäude oder dem Fahrzeugkörper herausgeführt werden, wenn transiente Überspannungen (gemäß IEC 62368-1) durch externe Schutzschaltungen auf 1 500 V_{peak} begrenzt sind. Alle anderen Verbindungen müssen innerhalb des Gebäudes oder des Fahrzeugkörpers verbleiben.
- Einen Mindestabstand von 40 cm zwischen Personen und der Antenne ist einzuhalten.
- Alle Antennen müssen grundsätzlich einen Abstand von mindestens 20cm zueinander haben, bei Kombiantennen (Mobilfunk / WLAN / GNSS) muss eine ausreichende Isolation zwischen den Funktechnologien vorhanden sein.
- Geräte mit WLAN-Schnittstelle dürfen nur mit konfigurierter zutreffender Regulatory Domain betrieben werden. Besondere Aufmerksamkeit benötigen die Angaben zum Land, zur Anzahl der Antennen und zum Antennengewinn gewidmet werden (siehe auch Kapitel 5.3.4). WLAN-Antennen mit höherer Verstärkung dürfen mit der NetModule-Router-Softwarelizenz Ënhanced RF Configurationünd der von zertifiziertem Fachpersonal korrekt konfigurierten Antennenverstärkung und Kabeldämpfung verwendet werden. Eine Fehlkonfiguration führt zum Verlust der Zulassung.
- Die maximale Verstärkung einer Antenne (inkl. der Dämpfung der Anschlusskabel) darf im entsprechenden Frequenzbereich folgende Werte nicht überschreiten:
  - Mobilfunk (600MHz .. 1GHz) < 3.2dBi
  - Mobilfunk (1.7GHz .. 2GHz) < 6.0dBi
  - Mobilfunk (2.5GHz .. 4.2GHz) < 6.0dBi
  - WLAN (2.4GHz .. 2.5GHz) < 3.2dBi
  - WLAN (5.1GHz .. 5.9GHz) < 4.5dBi
- Zu beachten ist, dass GNSS-Signale durch böswillige Drittanbietergeräte verschleiert oder blockiert werden können.
- Es dürfen für die NetModule-Router nur CE-konforme Netzteile mit strombegrenztem SELV-Ausgangskreis verwendet werden.

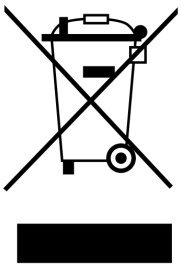
Allgemeine Sicherheitsvorschriften:

- Beachten Sie die Nutzungsbeschränkungen für Funkgeräte an Tankstellen, in chemischen Fabriken, in Anlagen, die Explosivstoffe enthalten, oder in sonstigen explosionsgefährdeten Bereichen.
- Die Geräte dürfen nicht in Flugzeugen verwendet werden.
- Besondere Vorsicht ist geboten in der Nähe von persönlichen medizinischen Hilfsmitteln wie z. B. Herzschrittmachern und Hörgeräten.
- Die NetModule-Router können in der Nähe von TV-Geräten, Radioempfängern und Computern Störungen verursachen.
- Führen Sie während eines Gewitters niemals Arbeiten am Antennensystem durch.
- Die Geräte sind im Allgemeinen für den normalen Gebrauch in Innenräumen ausgelegt. Setzen Sie die Geräte keinen außergewöhnlichen Umgebungsbedingungen jenseits von Schutzklasse IP40 aus.
- Schützen Sie die Geräte auch vor aggressiven Dämpfen und Feuchtigkeit oder vor Temperaturen außerhalb der Spezifikationen.
- Wir empfehlen dringend, von einer funktionierenden Systemkonfiguration eine Kopie zu erstellen und sicher zu verwahren. Diese kann anschließend einfach auch auf eine neuere Softwareversion übertragen werden.

2.2. Konformitätserklärung

NetModule erklärt hiermit in eigener Verantwortung, dass die Router den einschlägigen Normen nach den Bestimmungen der *Richtlinie 2014/53/EU des Rates*. Die signierte Version der *Konformitätserklärung* ist hier erhältlich: https://www.netmodule.com/downloads

2.3. Entsorgung



Laut Anforderungen der *Richtlinie 2012/19/EU des Rates* zu Elektro- und Elektronik-Altgeräten (WEEE) müssen Sie sicherstellen, dass dieses Produkt am Ende seiner Lebensdauer getrennt von anderen Reststoffen dem WEEE-Sammelsystem in Ihrem Land zum ordnungsgemäßen Recycling zugeführt wird.

2.4. Nationale Einschränkungen

Dieses Produkt darf generell in allen EU-Ländern (und anderen Ländern, in der die *RED-Richtlinie 2014/53/EU* gilt) ohne jede Einschränkung verwendet werden. Weitere nationale Vorschriften und An-

forderungen für Funkschnittstellen für einzelne Länder finden Sie in unserer WLAN-Datenbank.

2.5. Open-Source-Software

Hiermit informieren wir Sie, dass NetModule-Produkte Open-Source-Software enthalten können. Wir stellen Ihnen diese Open-Source-Software zur Verfügung unter den Bedingungen der GNU General Public License (GPL)[1], GNU Lesser General Public License (LGPL)[2] oder anderen Open-Source-Lizenzen[3]. Diese Lizenzen erlauben das Ausführen, Kopieren, Verteilen, Untersuchen, Ändern und Verbessern von Software, die unter die GPL, Lesser GPL oder andere Open-Source-Lizenzen fällt, ohne dass wir oder unser Endbenutzer-Lizenzvertrag Einschränkungen in Bezug auf die Nutzung dieser Software vorsehen. Sofern nicht durch geltendes Recht vorgeschrieben oder schriftlich vereinbart, wird Software, die unter Open-Source-Lizenzen vertrieben wird, wie besehen, ohne ausdrückliche oder stillschweigende Gewährleistung und ohne Bedingungen gleich welcher Art, bereitgestellt.

Um den entsprechenden Open-Source-Code zu erhalten, der unter diese Lizenzen fällt, wenden Sie sich bitte an unseren technischen Support unter router@support.netmodule.com.

Danksagungen

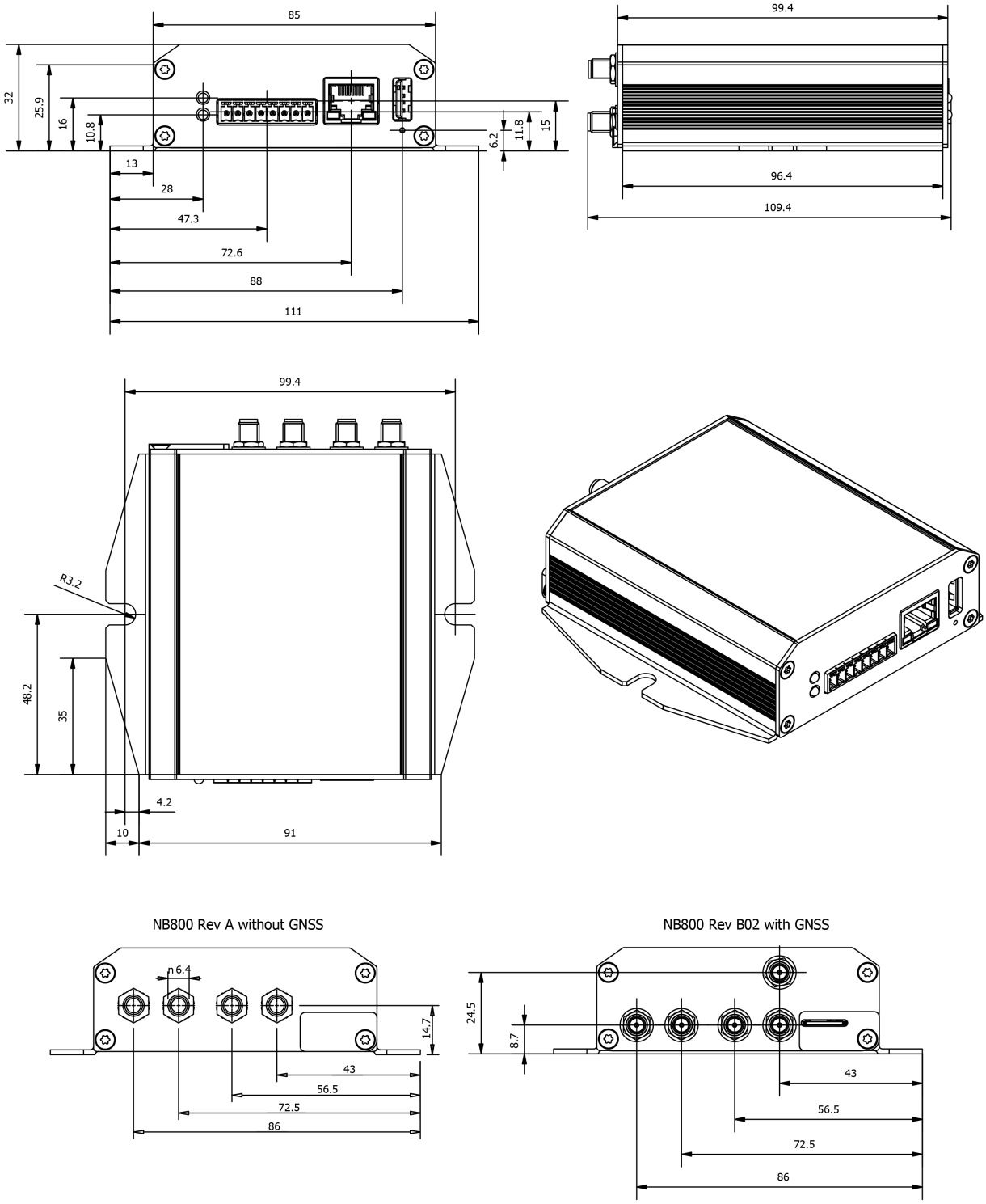
Dieses Produkt enthält:

- PHP, frei verfügbar unter http://www.php.net
- Software des OpenSSL-Projekts zur Verwendung im OpenSSL-Toolkit (http://www.openssl.org)
- Kryptografiesoftware von Eric Young (eay@cryptsoft.com)
- Software von Tim Hudson (tjh@cryptsoft.com)
- Software von Jean-loup Gailly und Mark Adler
- MD5 Message-Digest-Algorithmus von RSA Data Security, Inc.
- Eine Implementierung des AES-Verschlüsselungsalgorithmus, basierend auf dem von Dr. Brian Gladman veröffentlichten Code
- Arithmetischer Code für Operationen mit mehrfacher Genauigkeit, ursprünglich von David Ireland geschrieben
- Software aus dem FreeBSD-Projekt (http://www.freebsd.org)

[1] Den Wortlaut der GPL finden Sie unter http://www.gnu.org/licenses/gpl-2.0.txt
[2] Den Wortlaut der LGPL finden Sie unter http://www.gnu.org/licenses/lgpl.txt
[3] Den Wortlaut der OSI-Lizenzen (ISC, MIT, PHP v3.0, zlib) finden Sie unter http://opensource.org/licenses

3. Technische Daten

3.1. Erscheinungsbild



3.2. Funktionen

Alle NB800-Modelle haben die folgenden Standardfunktionen:

- 1x Ethernet-Anschluss (10/100 Mbit/s)
- 1x Micro-SIM- (3FF) Kartensteckplatz
- 1x USB
- 4 GB interner Speicher
- Voll ausgestattete Router-Software

Der NB800 kann mit den folgenden Optionen ausgestattet werden:

- 1x LTE, UMTS, GSM oder UMTS, GSM
- 1x WLAN IEEE 802.11
- 1x Bluetooth Low Energy
- 1x GNSS
- 1x Erweiterungs-Shield
- Softwaretasten

Dank seines modularen Konzepts können der NB800-Router und seine Hardwarekomponenten je nach beabsichtigtem Einsatzzweck konfiguriert werden. Bitte kontaktieren Sie uns, wenn Ihr Projekt spezielle Anforderungen mit sich bringt.

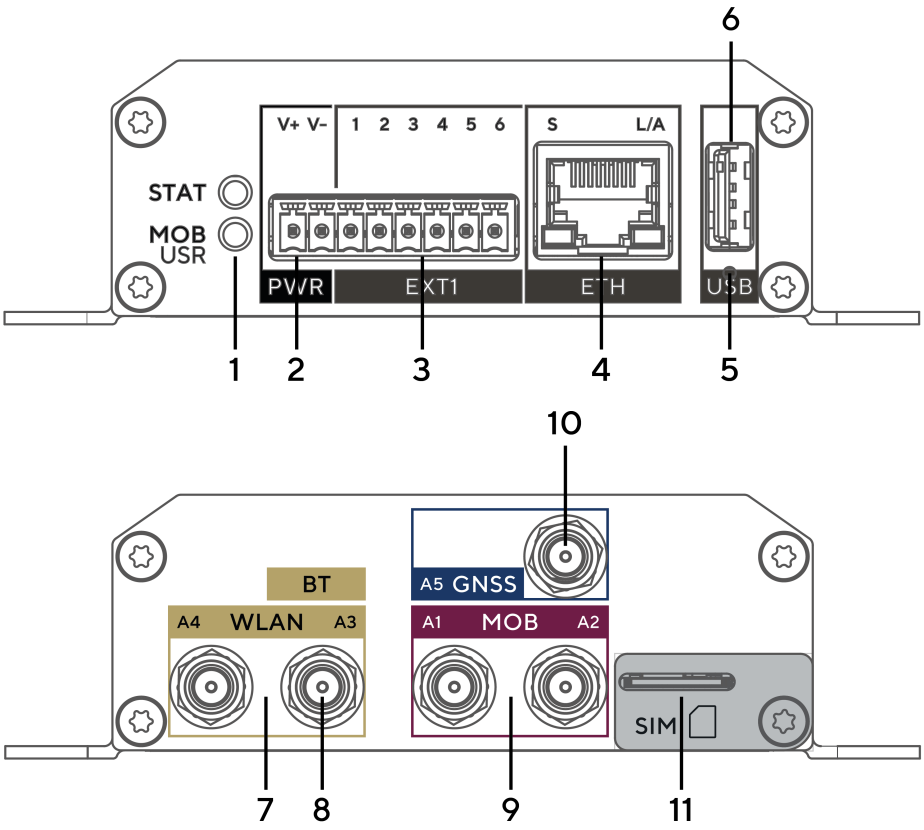
3.3. Umgebungsbedingungen

Parameter	Rating
Eingangsspannung	12 V_{DC} bis 24 V_{DC} (-20 %/+20 %)
Betriebstemperatur	$-40\,°C$ bis $+70\,°C$
Lagertemperatur	$-40\,°C$ bis $+85\,°C$
Rel. Luftfeuchtigkeit	0 bis 95 % (nicht kondensierend)
Höhe ü. d. M.	bis zu 4000 m
Überspannungskategorie	I
Verschmutzungsgrad	2
Schutzklasse	IP40 (mit SIM- und USB-Abdeckungen)

Tabelle 3.1.: Umgebungsbedingungen

3.4. Schnittstellen

3.4.1. Übersicht



Nr.	Beschreibung	Funktion
1	LED-Anzeigen	LED-Anzeigen für die verschiedenen Schnittstellen
2	PWR	Netzteil 12-24 V_{DC}.
3	EXT1	Erweiterungsstecker z. B. für CAN oder COM I/O
4	ETH	Fast-Ethernet-Anschluss, verwendbar als LAN- oder WAN-Schnittstelle.
5	Reset	Schaltfläche für Neustart und Reset auf Werkseinstellungen
6	USB	USB-2.0-Host-Anschluss, z. B. für Software-/Konfigurations-Updates.
7	WLAN	SMA-Buchsen für MIMO-WLAN-Antenne. A3 ist der Haupt-, A4 der Hilfsanschluss.
8	BT	SMA-Buchse (A3) für Bluetooth.
9	MOB	SMA-Buchsen für LTE-/UMTS-Antennen. A1 ist der Haupt-, A2 der Hilfsanschluss.
10	GNSS	SMA-Buchse für GNSS
11	SIM	Steckplatz für 1 Micro-SIM (3FF)

Tabelle 3.2.: NB800-Schnittstellen

3.4.2. Standard-LED-Anzeige

Die folgende Tabelle beschreibt die Statusanzeigen des NB800.

Bez.	Farbe	Status	Funktion
STAT	●	Blinkt	Das Gerät befindet sich in der Startsequenz oder im Software- oder Konfigurationsupdate.
	●	ein	Das Gerät ist bereit.
MOB	●	Blinkt	Drahtlose Verbindung wird hergestellt.
USR	●	ein	Drahtlose Verbindung ist aktiv.
	❍	aus	Drahtlose Verbindung ist unterbrochen.

Tabelle 3.3.: NB800-Statusanzeigen

Ethernet-LEDs
Die folgende Tabelle beschreibt die Ethernet-Statusanzeigen.

Bez.	Farbe	Status	Funktion
S (Geschwindigkeit)	●gr	Ein	Verbindung (10 Mbit/s oder 100 Mbit/s)
	❍	Aus	Keine Verbindung
L/A (Link/Aktivität)	●y	Ein	Verbindung
	●y	Blinkt	Aktivität
	❍	Aus	Keine Verbindung

Tabelle 3.4.: Ethernet-Statusanzeigen

3.4.3. Reset

Die Reset-Taste hat zwei Funktionen:

1. System-Neustart:
   Drücken Sie mindestens 3 Sekunden, um einen Systemneustart auszulösen.
   Der Neustart wird durch die rot blinkende STAT-LED angezeigt.
2. Zurücksetzen auf Werkseinstellungen:
   Drücken Sie mindestens 10 Sekunden, um das Gerät auf Werkseinstellungen zurückzusetzen.
   Die Aktion wird bestätigt, indem alle LEDs eine Sekunde lang aufleuchten.

3.4.4. Mobile Kommunikation

Die verschiedenen Varianten des NB800unterstützen mehrere Multimode-Module für die mobile Kommunikation. Die LTE-Module unterstützen 2x2 MIMO.

NB800 (Rev. A):

Standard	Frequenzbänder
4G (LTE/FDD)	B1 (2100), B2 (1900), B3 (1800), B4 (AWS), B5 (850), B7 (2600), B8 (900), B20 (800DD)
3G (DC-HSPA+/UMTS)	B1 (2100), B2 (1900), B5 (850), B8 (900)
2G (EDGE/GPRS/GSM)	B2 (1900), B3 (1800), B5 (850), B8 (900)

Tabelle 3.5.: Mobile Schnittstelle

NB800 (Rev. B02):

Standard	Frequenzbänder
4G (LTE/FDD)	B1 (2100), B3 (1800), B5 (850), B7 (2600), B8 (900), B20 (800)
3G (DC-HSPA+/UMTS)	B1 (2100), B2 (1900), B5 (850), B8 (900)
2G (EDGE/GPRS/GSM)	B2 (1900), B3 (1800), B5 (850), B8 (900)

Tabelle 3.6.: Mobile Schnittstelle HW Rev. B02

Weitere Modems für die Regionen NA, APAC auf Anfrage

Die Mobilfunk-Antennenanschlüsse sind wie folgt spezifiziert:

Funktion	Spezifikation
Max. zulässige Kabellänge	30 m
Min. Anzahl Antennen 4G-LTE	2
Max. zulässiger Antennengewinn einschließlich Kabeldämpfung	Mobilfunk (600MHz .. 1GHz) < 3.2dBi Mobilfunk (1.7GHz .. 2GHz) < 6.0dBi Mobilfunk (2.5GHz .. 4.2GHz) < 6.0dBi
Min. Abstand zwischen kollokierten Antennen (Beispiel: MOB1 zu MOB2)	20 cm
Min. Abstand zwischen Personen und Antenne	40 cm
Verbindertyp	SMA

Tabelle 3.7.: Spezifikation des mobilen Antennenanschlusses

3.4.5. Bluetooth Low Energy

Der NB800 unterstützt Bluetooth Low Energy.

3.4.6. WLAN

Die Varianten des NB800unterstützen ein WLAN-Modul nach IEEE 802.11 a/b/g/n.

Standard	Frequenzen	Bandbreite	Max. Datenrate
802.11a	5 GHz	20 MHz	54 Mbit/s
802.11b	2,4 GHz	20 MHz	11 Mbit/s
802.11g	2,4 GHz	20 MHz	54 Mbit/s
802.11n	2,4 GHz	20 MHz	144 Mbit/s
802.11n	5 GHz	40 MHz	150 Mbit/s

Tabelle 3.8.: IEEE 802.11-Norm

Hinweis: 802.11n unterstützt 2x2 MIMO bei 2,4 GHz und 1x1 bei 5 GHz.

Die WLAN-Antennenanschlüsse sind wie folgt spezifiziert:

Funktion	Spezifikation
Max. zulässige Kabellänge	30 m
Max. zulässiger Antennengewinn einschließlich Kabeldämpfung	3.2dBi (2,4GHz) resp. 4.5dBi (5GHz) [1]
Min. Abstand zwischen kollokierten Antennen (Beispiel: WLAN1 zu MOB1)	20 cm
Min. Abstand zwischen Personen und Antenne	40 cm
Verbindertyp	SMA

Tabelle 3.9.: Spezifikation des WLAN-Antennenanschlusses

[1] **Hinweis:** WLAN-Antennen mit höherer Verstärkung dürfen mit der NetModule-Router-Softwarelizenz „Enhanced RF Configuration“ und der von zertifiziertem Fachpersonal korrekt konfigurierten Antennenverstärkung und Kabeldämpfung verwendet werden.

3.4.7. GNSS

Funktion	Spezifikation
Systeme	GPS/GLONASS/GALILEO/BEIDOU
Datenstrom	JSON oder NMEA
Tracking-Empfindlichkeit	bis zu -167 dBm
Unterstützte Antennen	Aktiv und passiv

Tabelle 3.10.: GNSS-Spezifikationen, Option G

Der GNSS-Antennenanschluss ist wie folgt spezifiziert:

Funktion	Spezifikation
Max. zulässige Kabellänge	30 m
Antennen LNA Gewinn	15-20 dB typ, 30 dB max
Min. Abstand zwischen kollokierten Antennen (Beispiel: GNSS zu MOB1)	20 cm
Verbindertyp	SMA

Tabelle 3.11.: Spezifikation des GNSS-/GPS-Antennenanschlusses

3.4.8. USB 2.0-Host-Anschluss

Der USB-2.0-Hostanschluss ist wie folgt spezifiziert:

Funktion	Spezifikation
Geschwindigkeit	Low, Full, Hi-Speed
Stromstärke	max. 500 mA
Max. Kabellänge	3 m
Kabelabschirmung	Obligatorisch
Verbindertyp	Typ A

Tabelle 3.12.: Spezifikation des USB-2.0-Host-Anschlusses

3.4.9. RJ45-Ethernet-Anschluss

Spezifikation

Der Ethernet-Anschluss ist wie folgt spezifiziert:

Funktion	Spezifikation
Isolierung	1500 V_{DC}
Geschwindigkeit	10/100 Mbit/s
Mode	Halb- und Vollduplex
Crossover	Automatisch MDI/MDI-X
Max. Kabellänge	100 m
Kabeltyp	CAT 5e oder höher
Kabelabschirmung	Obligatorisch
Verbindertyp	RJ45

Tabelle 3.13.: Spezifikation des Ethernet-Anschlusses

Pinbelegung

Pin	Signal
1	TX+
2	TX−
3	RX+
4	-
5	-
6	RX−
7	-
8	-

Tabelle 3.14.: Pinbelegung der RJ45-Ethernet-Stecker

Hinweis: Die Paare 4-5 und 7-8 sind intern mit 75 Ω terminiert.

3.4.10. Netzteil

NB800-Router haben einen nicht isolierten Netzteileingang. Er ist wie folgt spezifiziert:

Funktion	Spezifikation
Netzteil, Nennspannungen:	12 V_{DC} und 24 V_{DC}
Spannungsbereich	12 V_{DC} bis 24 V_{DC} (−20 %/+20 %)
Mittlere Leistungsaufnahme	5 W
Max. Leistungsaufnahme	10 W
Max. Kabellänge	30 m
Kabelabschirmung	nicht erforderlich

Tabelle 3.15.: Spannungsversorgung

2-poliger Terminierungsblock

Funktion	Spezifikation
Verbindertyp	Reihenklemmenleiste 3,5 mm

Tabelle 3.16.: Stromanschluss

Pinbelegung

	Pin	Name	Beschreibung
PWR	1	V+	Spannungsversorgung
	2	V-	Spannungsversorgung Masse

Tabelle 3.17.: Pinbelegung des Terminierungsblocks

3.4.11. COM/IO-Shield

Der COM/IO-Shield ist wie folgt spezifiziert:

Funktion	Spezifikation
Funktion	1xRS232/485 1x digitaler Eingang 1x digitaler Ausgang
RS-232-Signale	TX, RX
RS-232 Signalpegel	Hoch > 5 V_{DC}, niedrig < -5 V_{DC}
RS-232-Bitrate	Bis zu 115 200 Bit/s
RS-385-Signale	A,B
RS-485 Signalpegel	Differenzieller Ausgang, 1,5 V_{DC}-3,5 V_{DC}
RS-485-Bitrate	Bis zu 115 200 Bit/s
RS-485-Terminierung	120 Ω, per SW konfigurierbar
DI-Pegel	Niedrig: 0 V_{DC}- 3 V_{DC}, hoch: 9 V_{DC}- 32 V_{DC}
DO-Pegel	0-32 VDC/1 A
Isolierung digitaler Ein-/Ausgang	1500 V_{DC}
Verbindertyp	8-poliger Klemmenblockstecker 3,5 mm

Tabelle 3.18.: Spezifikation des COM/IO-Shields

Pinbelegung

Pin	Signal
V+	V+
V−	V−, RS232 GND
1	RS232 RX (NB800-Eingang); RS485 A (Halbduplex)
2	RS232 TX (NB800-Ausgang); RS485 B (Halbduplex)
3	In- (digitaler Eingang isoliert)
4	In+ (digitaler Eingang isoliert)
5	Ausgang NO (digitaler Ausgang isoliert, Kontaktrelais stromlos offen)
6	Ausgang COM (digitaler Ausgang isoliert, Kontaktrelais gemeinsam)

Tabelle 3.19.: Pinbelegung des COMIO-Shields

3.4.12. 2xCAN-Shield

Der 2xCAN-Shield ist wie folgt spezifiziert:

Funktion	Spezifikation
Funktionen	2x CAN V2.0B
Signale	CANH, CANL
Signalpegel	Hoch > 2,75 V_{DC}, niedrig < 2,0 V_{DC}
Bitrate	Bis zu 1 Mbit/s
Terminierung[2]	Keine interne Busterminierung Auf Anfrage: 120 Ω, per Software konfigurierbar
Buszugang	Passiv (nur Lesezugriff) Auf Anfrage: Schreibzugriff
Verbindertyp	8-poliger Klemmenblockstecker 3,5 mm

Tabelle 3.20.: Spezifikation des 2xCAN-Shields

Pinbelegung

Pin	Signal
V+	V+
V−	V−
1	CAN1_H
2	CAN1_L
3	GND
4	CAN2_H
5	CAN2_L
6	GND

Tabelle 3.21.: Pinbelegung des 2xCAN-Shields

Hinweis: Kabel mit einer Länge über 30 m müssen abgeschirmt sein.

[2] **Hinweis:** An jedem Ende des CAN-Busses ist eine 120-Ω-Terminierung obligatorisch

3.4.13. CanGI-Shield

- 1x GNSS auf SMA
- 1x CAN auf 8-poligem Terminierungsblock 3,5 mm

Pinbelegung

Pin	Signal
V+	V+
V−	V−
1	CAN_H
2	CAN_L
3	GND
4	-
5	-
6	-

Tabelle 3.22.: Pinbelegung des CanGI-Shields

Hinweis: Kabel mit einer Länge über 30 m müssen abgeschirmt sein.

4. Installation

Die NB800 ist für die Montage an einer Wand oder in einem Schaltschrank vorgesehen. Bitte beachten Sie die Sicherheitshinweise in Kapitel 2 und die Umgebungsbedingungen in Kapitel 3.3.

Vor der Installation des NB800-Routers sind die folgenden Vorsichtsmaßnahmen zu treffen:

- Direkte Sonneneinstrahlung vermeiden
- Das Gerät vor Feuchtigkeit, Dampf und aggressiven Flüssigkeiten schützen
- Für eine ausreichende Luftzirkulation um das Gerät herum sorgen
- Das Gerät ist nur für den Gebrauch im Innenbereich geeignet

Vorsicht: NetModule-Router sind nicht für den Vertrieb an Endverbraucher bestimmt. Das Gerät darf nur durch zertifiziertes Personal installiert und in Betrieb genommen werden.

4.1. Installation des Routers

Der NB800 ist für die Wandmontage vorgesehen, ist aber auch mit einem optionalen Montagesatz für DIN-Schienen erhältlich. Bitte beachten Sie die Sicherheitshinweise und die Umgebungsbedingungen in Kapitel chap:conformity.

4.2. Installation der Micro-SIM-Karte

In einen NB800-Router kann eine Micro-SIM-Karte eingesetzt werden. Um die SIM-Karte zu installieren, müssen Sie zuerst die SIM-Abdeckung entfernen. Der SIM-Kartenschlitz verfügt über einen Druckmechanismus mit Feder. Zum Einsetzen wird die SIM-Karte so weit eingeschoben, bis sie fest einrastet. Danach sollte die Abdeckung wieder geschlossen werden.

Vorsicht:

- Vor dem Einsetzen der SIM-Karte den Router ausschalten.
- Verwenden Sie keine Nano-SIM-Karte mit Adapter im Micro-SIM-Kartensteckplatz. Dies kann den SIM-Kartenschlitz beschädigen.

4.3. Installation der Mobilfunk-Antenne

NetModule-Für eine zuverlässige Funktion des NetModule-Router über das Mobilfunknetz benötigen die NetModule Router ein gutes Empfangssignal. Dazu sind geeignete abgesetzte Antennen mit verlängertem Kabel zu verwenden, um einen optimalen Standort mit einem ausreichenden Signal zu erreichen und die Abstände zu anderen Antennen (mindestens 20cm zueinander) einzuhalten. Die Installations-Instruktionen des Antennenherstellers sind zu beachten.

Beachten Sie, dass durch Faradaysche Käfige wie große Metallflächen (Aufzüge, Maschinengehäuse usw.), engmaschige Eisenkonstruktionen und Ähnliches verursachte Effekte den Signalempfang

erheblich verschlechtern können.
Die Antenne bzw. das Antennenkabel muss an den Anschluss MOB angeschlossen werden und sollte mit einem Schraubenschlüssel festgezogen werden. Bei den 4G-LTE-Antennen sind sowohl den Haupt- als auch den Hilfsanschluss anzuschliessen.

Vorsicht:
Bei der Installation der Antenne unbedingt zu beachten, Kapitel 2

4.4. Installation der WLAN-Antennen

Die WLAN-Antennen müssen an den Anschluss WLAN-Anschluss angeschlossen werden. Die Anzahl der angeschlossenen Antennen kann per Software konfiguriert werden. Wenn nur eine Antenne verwendet wird, muss diese an den Anschluss A3 angeschlossen werden. Für eine vielseitigere Ausrichtung (und damit einen besseren Durchsatz und eine bessere Abdeckung) empfehlen wir jedoch dringend die Verwendung von zwei Antennen.
Das Antennenkabel darf nicht länger sein als 3 m.

Vorsicht:
Bei der Installation der Antenne unbedingt zu beachten, Kapitel 2

4.5. Installation der Bluetooth-Antenne

Die Bluetooth-Antenne muss an den Anschluss BT, A3 angeschlossen werden. Das Antennenkabel darf nicht länger sein als 3 m.

4.6. Installation der GNSS-Antenne

Die GNSS-Antenne muss an den Anschluss GNSS angeschlossen werden. Ob die Antenne eine aktive oder passive GNSS-Antenne ist, muss in der Software konfiguriert werden. Wir empfehlen eine aktive GNSS-Antenne für eine hochgenaue GNSS-Ortung.

Vorsicht:
Bei der Installation der Antenne unbedingt zu beachten, Kapitel 2

4.7. Installation des lokalen Netzwerks (LAN)

Ein 10/100-Mbit/s-Ethernet-Gerät kann direkt an den Router angeschlossen werden; weitere Geräte können über einen zusätzlichen Ethernet-Switch angeschlossen werden. Bitte achten Sie darauf, dass der Stecker richtig eingesteckt ist und dauerhaft fest sitzt, da es sonst zu sporadischen Verbindungsabbrüchen im Betrieb kommen kann. Die Verbindungs-LED L/A (Link/Activity) leuchtet, sobald

das Gerät synchronisiert ist. Wenn nicht, muss möglicherweise eine andere Verbindungseinstellung konfiguriert werden, wie beschrieben in Kapitel 5.3.2 Die LED S (Geschwindigkeit) leuchtet, wenn die Verbindungsgeschwindigkeit 100 Mbit/s beträgt. Sie bleibt ausgeschaltet, wenn die Verbindungsgeschwindigkeit bei 10 Mbit/s liegt.

Vorsicht:
Es darf nur ein geschirmtes Ethernet-Kabel verwendet werden.

4.8. Anschließen des Netzteils

Der Router kann über eine externe Spannungsquelle mit einer Spannung zwischen 12 V_{DC} und 24 V_{DC} versorgt werden. Er ist mit einem zertifizierten Netzteil (CE-konform oder gleichwertig) mit strombegrenztem SELV-Ausgangskreis zu verwenden. Bei der Installation muss sichergestellt werden, dass der Eingangsstrom jedes einzelnen Routers 8 A nicht überschreitet. Dies könnte mit einem begrenzten Netzteil-Ausgangsstrom von 8 A oder mit einer einzelnen Seriensicherung (8 A träge) am V+-Eingang des Routers erreicht werden. Außerdem müssen die an den Eingängen V+ und V- des Routers angeschlossenen Stromversorgungsleitungen einem Strom von bis zu 8 A standhalten, ohne sich stark zu erwärmen und ohne dass die Isolierung beschädigt wird.

Vorsicht: Es dürfen für die NetModule-Router nur CE-konforme Netzteile mit strombegrenztem SELV-Ausgangskreis verwendet werden.

5. Konfiguration

In den folgenden Kapiteln finden Sie Informationen zum Einrichten des Routers und zur Konfiguration der Funktionen der Systemsoftware 4.8.0.102.

NetModule liefert regelmäßig aktualisierte Routersoftware mit neuen Funktionen, Fehlerbehebungen und geschlossenen Sicherheitslücken aus. Bitte halten Sie die Routersoftware immer auf dem neuesten Stand.
ftp://share.netmodule.com/router/public/system-software/

5.1. Erste Schritte

NetModule-Router können über die webbasierten Konfigurationsoberfläche, dem Web Manager, einfach eingerichtet werden. Der Web Manager wird von den neuesten Webbrowsern unterstützt. Beachten Sie, dass JavaScript aktiviert sein muss.

Jede über den Web Manager übermittelte Konfigurationsänderung wird sofort auf das System angewendet, wenn Sie auf `Apply` klicken. Bei der Konfiguration von Subsystemen, die mehrere Schritte erfordern (z. B. WLAN), können Sie mit `Continue` alle Einstellungen vorübergehend speichern und zu einem späteren Zeitpunkt anwenden. Bitte beachten Sie, dass diese Einstellungen beim Abmelden verloren gehen, wenn sie nicht ausdrücklich übernommen werden.

Sie können Konfigurationsdateien auch über SNMP, SSH, HTTP oder USB hochladen, wenn Sie eine größere Anzahl von Routern einsetzen möchten. Fortgeschrittene Benutzer können auch die Befehlszeile (CLI) verwenden und Konfigurationsparameter direkt einstellen.

Die IP-Adresse von Ethernet 1 lautet `192.168.1.1` und DHCP ist auf der Schnittstelle standardmäßig aktiviert. Sie müssen zum Einrichten Ihrer ersten Web Manager-Sitzung die folgenden Schritte durchführen:

1. Verbinden Sie den Ethernet-Anschluss des Computers über ein geschirmtes CAT5-Kabel mit RJ45 (oder M12-Stecker mit dem Ethernet-1-Anschluss (Fast Ethernet) des Routers.
2. Falls noch nicht aktiviert, aktivieren Sie DHCP an der Ethernet-Schnittstelle des Computers, damit automatisch eine IP-Adresse vom Router bezogen werden kann. Es dauert in der Regel einen Moment, bis der PC die entsprechenden Parameter (IP-Adresse, Subnetzmaske, Standard-Gateway, Namensserver) erhalten hat. Sie können den Fortschritt verfolgen, indem Sie einen Blick in die Systemsteuerung (Netzwerk) werfen und überprüfen, ob der PC seine IP-Adresse korrekt bezogen hat; sie liegt im Bereich `192.168.1.100` bis `192.168.1.199`.
3. Laden Sie im Webbrowser die Startseite unter der IP-Adresse des Routers (die URL lautet http://192.168.1.1).
4. Befolgen Sie die Anweisungen des Web Managers zum Konfigurieren des Routers. Die meisten Menüs sind selbsterklärend. Weitere Details finden Sie in den folgenden Kapiteln.

5.1.1. Erster Zugang

Im Auslieferungszustand werden Sie zur Eingabe eines neuen Admin-Passworts aufgefordert. Bitte wählen Sie ein Passwort, das sowohl leicht zu merken als auch robust gegen so genannte Wörterbuchangriffe ist (z. B. eines, das Zahlen, Buchstaben und Satzzeichen enthält). Das Passwort muss mindestens 6 Zeichen lang sein. Es muss mindestens 2 Zahlen und 2 Buchstaben enthalten.

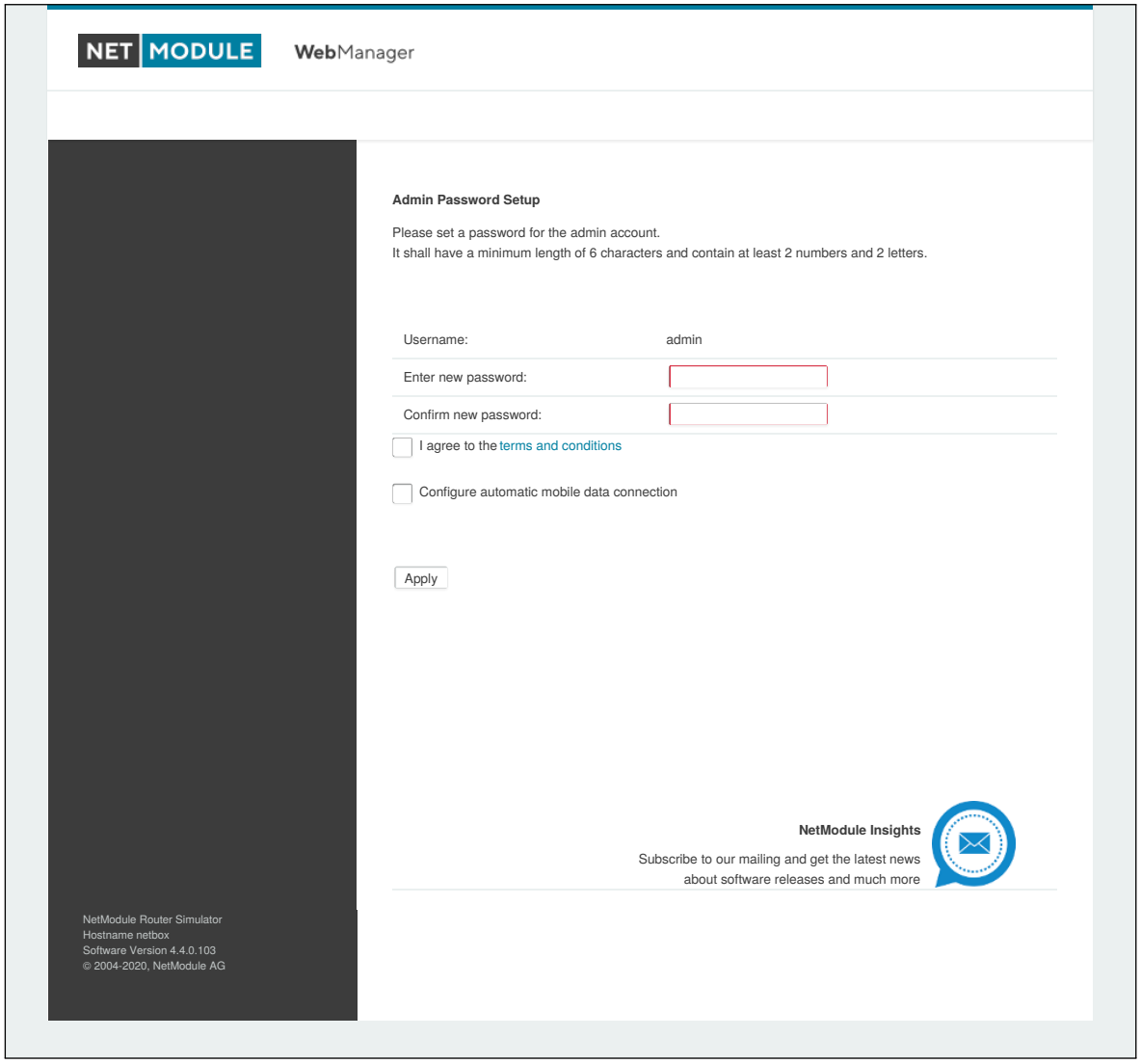


Abbildung 5.1.: Erste Anmeldung

Bitte beachten Sie, dass das Admin-Passwort auch für den Root-Benutzer angewendet wird, mit dem über die serielle Konsole, Telnet, SSH auf das Gerät zugegriffen oder der Bootloader aufgerufen werden kann. Sie können auch zusätzliche Benutzer konfigurieren, die nur Zugriff auf die Übersichtsseite oder zum Abrufen von Statusinformationen haben, aber keine Konfigurationsparameter ändern können.

Eine Reihe von Diensten (USB Autorun, CLI-PHP) ist im Auslieferungszustand standardmäßig aktiviert; sie werden deaktiviert, sobald das Admin-Passwort gesetzt wurde. Sie können anschließend in den entsprechenden Abschnitten wieder aktiviert werden. Auf andere Dienste (SSH, Telnet, Konsole) kann im Auslieferungszustand durch Angabe eines leeren Passworts oder ohne Passwort zugegriffen werden.

Die Passphrase für den Zugriff auf private Schlüssel wird mit einer zufälligen Zeichenfolge vorbelegt. Sie kann wie in Kapitel 5.8.8 beschrieben geändert werden.

5.1.2. Automatische Konfiguration einer Mobilfunkverbindung

Wenn eine SIM-Karte mit deaktivierter PIN in den ersten SIM-Slot eingelegt wird und die Option 'Configure automatic mobile data connection' ausgewählt wird, versucht der Router automatisch die korrekten Zugangsdaten aus einer internen Datenbank einzustellen und eine Datenverbindung zum Mobilfunknetz aufzubauen. Diese Funktion hängt stark von der verwendeten SIM-Karte und den verfügbaren Mobilfunknetzen ab.

Diese Option ist nur verfügbar, sofern ein Mobilfunk-Modul verbaut ist.

5.1.3. Zurücksetzen

Folgende Maßnahmen können Sie ergreifen, falls der Router falsch konfiguriert wurde und nicht mehr erreichbar ist:

1. Zurücksetzen auf Werkseinstellungen: Ein Zurücksetzen auf die Werkseinstellungen leiten Sie ein mit dem Befehl `factory-reset` oder aber durch Drücken des Reset-Tasters. Um diesen Taster zu drücken, benötigen Sie eine schmale Nadel oder Büroklammer, die Sie in die kleine Öffnung rechts neben dem Ethernet-Anschluss oder unter dem USB-Anschluss stecken. Der Taster muss bis zu 5 Sekunden gedrückt gehalten werden, bis alle LEDs aufleuchten.
2. Anmeldung bei der seriellen Konsole: Es ist auch möglich, sich über die serielle Schnittstelle beim System anzumelden. Dazu benötigen Sie ein Terminalemulatorprogramm (z. B. PuTTY oder HyperTerminal) und eine RS232-Verbindung (115200 8N1) über die serielle Schnittstelle Ihres lokalen PC. Dort werden dann auch die Kernel-Meldungen beim Booten angezeigt.
3. Systemwiederherstellung (Recovery-Image): In schwerwiegenden Fällen können wir auf Wunsch ein Recovery-Image zur Verfügung stellen, das per TFTP in den RAM geladen und ausgeführt wird. Es handelt sich um ein minimales System-Image, mit dem Sie ein Software-Update durchführen und andere Änderungen vornehmen können. Es besteht aus zwei Dateien namens recovery-image und recovery-dtb. Diese müssen im Stammverzeichnis eines TFTP-Servers abgelegt werden (verbunden über LAN1 mit der Adresse 192.168.1.254). Das Recovery-Image kann über eine serielle Verbindung vom Bootloader aus gestartet werden. Sie müssen dabei den Bootvorgang stoppen, indem Sie die Taste `s` drücken und damit den Bootloader aufrufen. Anschließend können Sie dann mit dem Befehl `run recovery` das Image laden und das System starten, auf das Sie anschließend über HTTP/SSH/Telnet und die IP-Adresse `192.168.1.1` zugreifen können. Dieser Vorgang kann auch eingeleitet werden, indem Sie den Reset-Taster länger als 15 Sekunden gedrückt halten.

5.2. STARTSEITE

Auf dieser Seite finden Sie eine Statusübersicht der aktivierten Funktionen und Verbindungen.

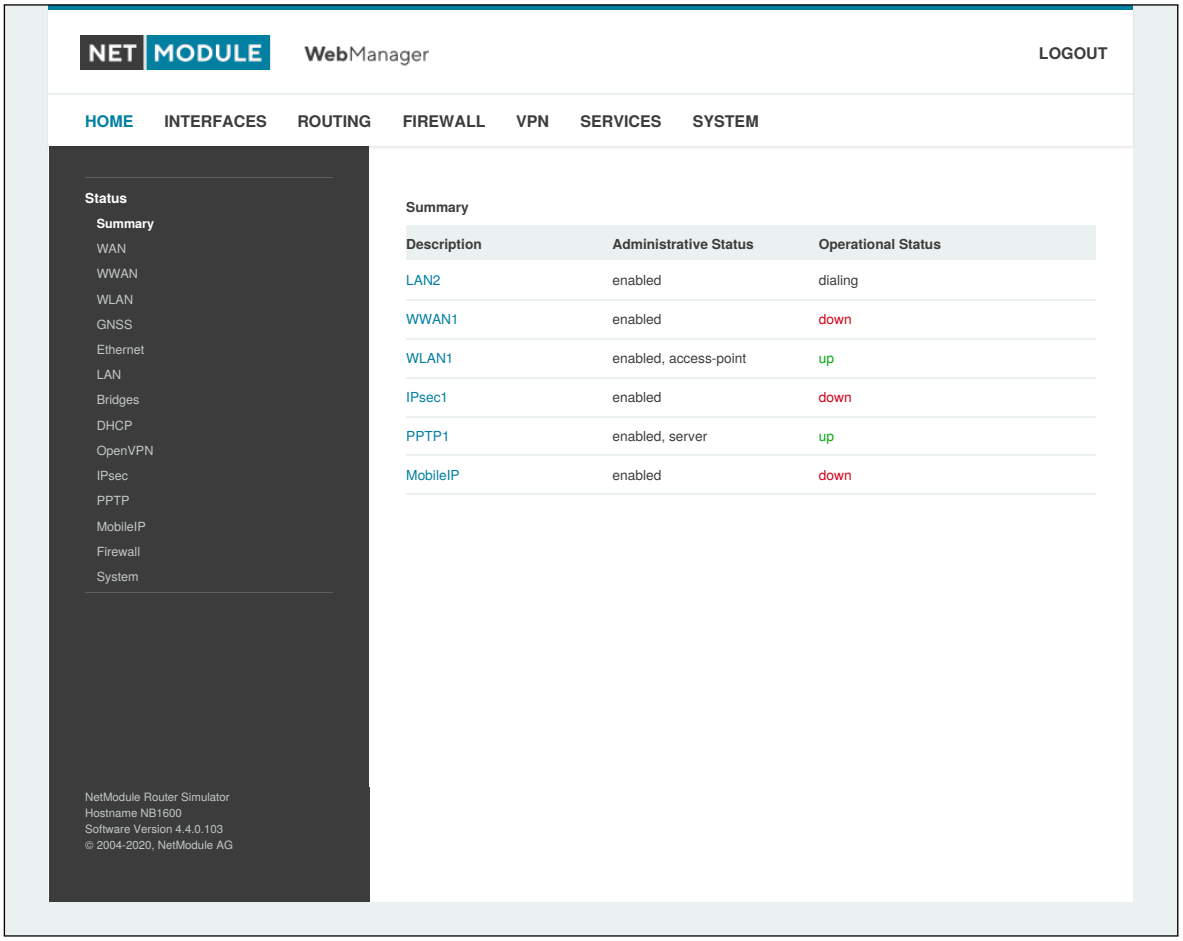


Abbildung 5.2.: Startbildschirm

Zusammenfassung (Summary)

Auf dieser Seite finden Sie eine kurze Zusammenfassung über den Verwaltungs- und Betriebsstatus der Schnittstellen des Routers.

WAN

Auf dieser Seite finden Sie Details zu allen aktivierten Wide Area Network- (WAN-) Verbindungen (z. B. die IP-Adressen, Netzwerkinformationen, Signalstärken usw.) Die Angaben zur Menge der heruntergeladenen/hochgeladenen Daten werden im nichtflüchtigen Speicher gespeichert und sind somit nach einem Neustart des Systems weiterhin vorhanden.
Die Zähler können zurückgesetzt werden, indem Sie auf *Reset* klicken.

WWAN

Auf dieser Seite finden Sie Informationen über Modems und deren Netzwerkstatus.

AC
Auf dieser Seite finden Sie die Informationen über den Access Controller (AC) WLAN-AP. Dies umfasst den aktuellen Zustand und die Statusinformation von den gefunden und verwalteten AP3400 Geräten.

WLAN
Auf dieser Seite finden Sie Details zu den aktivierten WLAN-Schnittstellen im Access-Point-Modus. Dazu gehören die SSID, IP- und MAC-Adresse und die aktuell verwendete Frequenz und Sendeleistung der Schnittstelle sowie die Liste der zugehörigen Stationen.

GNSS
Auf dieser Seite werden die Positionsstatuswerte, wie z. B. Breitengrad/Längengrad, die sichtbaren Satelliten und weitere Details zu den verwendeten Satelliten angezeigt.

Ethernet
Auf dieser Seite finden Sie Informationen über die Ethernet-Schnittstellen und deren Netzwerkstatus.

LAN
Auf dieser Seite finden Sie Informationen über die LAN-Schnittstellen und das Netzwerkumfeld.

Bridges
Auf dieser Seite finden Sie Informationen zu konfigurierten virtuellen Bridge-Geräten.

Bluetooth
Auf dieser Seite finden Sie Informationen zu Bluetooth-Schnittstellen.

DHCP
Auf dieser Seite finden Sie Details zu allen aktivierten DHCP-Diensten, einschließlich einer Liste der ausgegebenen DHCP-Adressvergaben.

OpenVPN
Auf dieser Seite finden Sie Informationen zum Status des OpenVPN-Tunnels.

IPSec
Auf dieser Seite finden Sie Informationen zum Status des IPSec-Tunnels.

PPTP
Auf dieser Seite finden Sie Informationen zum Status des PPTP-Tunnels.

GRE
Auf dieser Seite finden Sie Informationen zum Status des GRE-Tunnels.

L2TP
Auf dieser Seite finden Sie Informationen zum Status des L2TP-Tunnels.

MobileIP
Auf dieser Seite finden Sie Informationen zu mobilen IP-Verbindungen.

Firewall
Auf dieser Seite finden Sie Informationen zu Firewall-Regeln und die dazugehörigen Statistiken. Sie kann zur Fehlersuche im Umfeld der Firewall genutzt werden.

QoS
Auf dieser Seite finden Sie Informationen zu den verwendeten QoS-Warteschlangen.

BGP
Auf dieser Seite finden Sie Informationen über das Border-Gateway-Protokoll.

OSPF
Auf dieser Seite finden Sie Informationen zum OSPF-Routing-Protokoll (Open Shortest Path First).

DynDNS
Auf dieser Seite finden Sie Informationen zu Dynamic DNS.

Systemstatus
Die Systemstatusseite zeigt verschiedene Detailinformationen zum NB800-Router, darunter Systemdaten, Informationen über installierte und aktivierte Module und Informationen zur Softwareversion.

SDK
In diesem Abschnitt werden alle Webseiten aufgelistet, die von SDK-Skripten erzeugt wurden.

5.3. SCHNITTSTELLEN

5.3.1. WAN

Verbindungsverwaltung

Abhängig vom Hardwaremodell können WAN-Verbindungen entweder als Wireless Wide Area Network (WWAN), Wireless LAN (WLAN), Ethernet oder PPP over Ethernet (PPPoE) definiert sein. Eine WAN-Verbindung muss konfiguriert und aktiviert sein, damit sie auf dieser Seite erscheint.

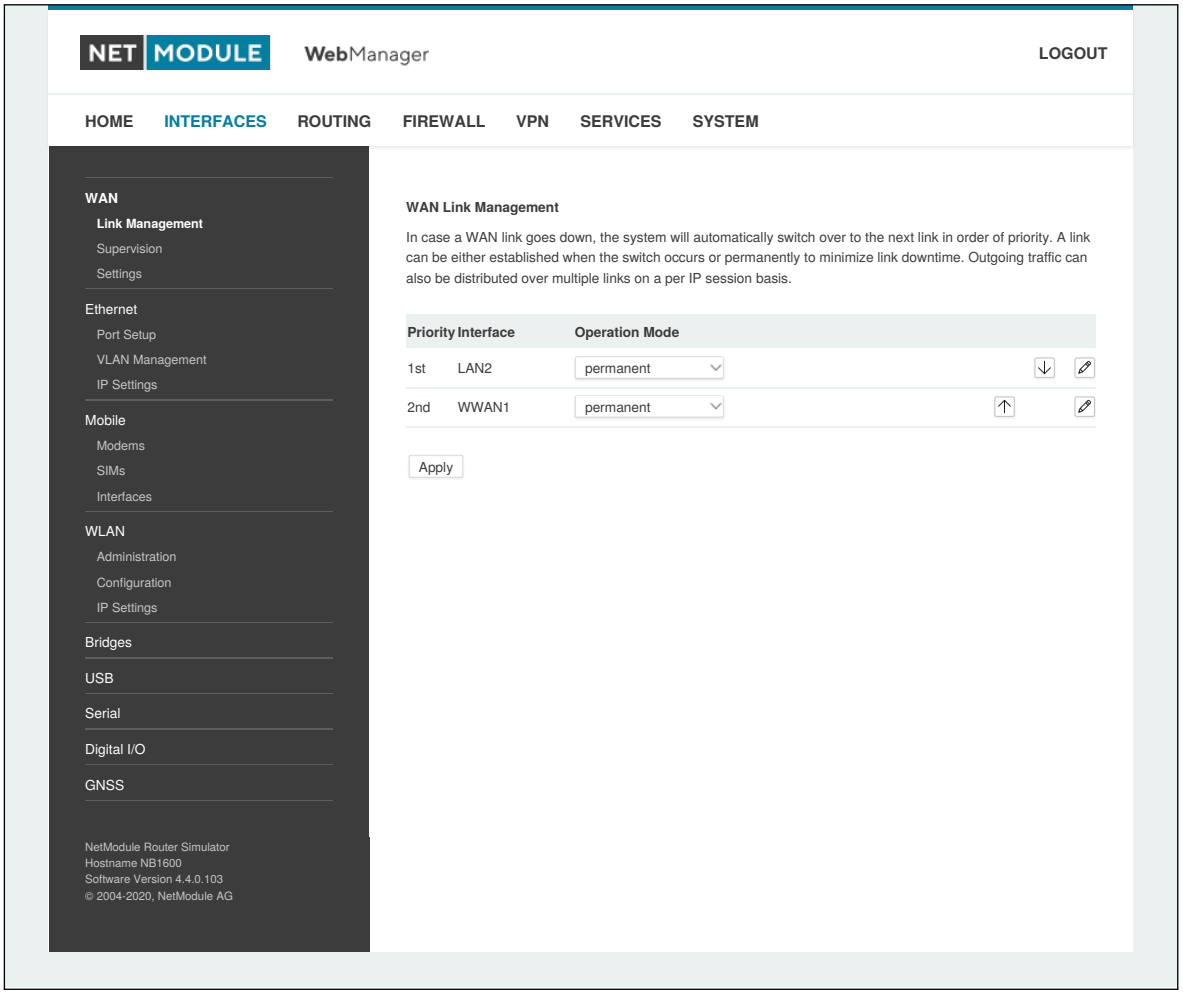


Abbildung 5.3.: WAN-Verbindungen

Generell wird eine Verbindung nur dann angewählt bzw. als vorhanden deklariert, wenn die folgenden Voraussetzungen erfüllt sind:

Bedingung	WWAN	WLAN	ETH	PPPoE
Modem ist registriert	X			
Registriert mit gültigem Diensttyp	X			
Gültiger SIM-Status	X			
Ausreichende Signalstärke	X	X		
Client ist zugeordnet		X		
Client ist authentifiziert		X		
Gültige DHCP-Adresse ist abgerufen	X	X	X	X
Verbindung ist aufgebaut und besitzt Adresse	X	X	X	X
Ping-Prüfung erfolgreich	X	X	X	X

In diesem Menü können Sie den WAN-Verbindungen Prioritäten zuordnen. Die erfolgreich hergestellte Verbindung mit der höchsten Priorität wird der so genannte `hotlink`. Dies ist die Standardroute für ausgehende Pakete.
Wenn eine Verbindung ausfällt, schaltet das System automatisch auf die nächste Verbindung in der Prioritätenliste um. Sie können jede Verbindung so konfigurieren, dass sie entweder beim Umschalten oder permanent hergestellt wird, und so die Ausfallzeit der Verbindung minimieren.

Parameter	WAN-Verbindungsprioritäten
1st priority	Die primäre Verbindung, die verwendet wird, wann immer möglichist.
2nd priority	Die erste Fallback-Verbindung; sie kann dauerhaft aktiviert sein oder angewählt werden, sobald Verbindung 1 ausfällt.
3rd priority	Die zweite Fallback-Verbindung; sie kann dauerhaft aktiviert sein oder angewählt werden, sobald Verbindung 2 ausfällt.
4th priority	Die dritte Fallback-Verbindung; sie kann dauerhaft aktiviert sein oder angewählt werden, sobald Verbindung 3 ausfällt.

Verbindungen werden regelmäßig getestet. Sie werden in den Ruhezustand versetzt, falls es nicht möglich war, sie innerhalb einer bestimmten Zeit herzustellen. Daher kann es vorkommen, dass permanente Verbindungen im Hintergrund angewählt werden und im Erfolgsfall Ersatzverbindungen mit niedrigerer Priorität wieder ersetzen. Für den Fall, dass sich konkurrierende Verbindungen die gleichen Ressourcen teilen (z. B. im Dual-SIM-Betrieb), können Sie einen Zeitraum definieren, nach dem ein aktiver Hotlink zwangsweise heruntergefahren wird, um die Verbindung mit höherer Priorität wieder anwählbar zu machen.

Wir empfehlen die Betriebsart `permanent` für WAN-Verbindungen im Allgemeinen. Bei getaktet abgerechneten Mobilfunktarifen z. B. ist jedoch der Modus `switchover` möglicherweise sinnvoll. Im Modus `distributed` wird der ausgehende Datenverkehr basierend auf der relativen Last auf mehrere WAN-Verbindungen verteilt.

Vorsicht:
Es können gleichzeitig WWAN-Verbindungen bestehen, die sich eine gemeinsame Ressource teilen, z. B. ein WWAN-Modul mit SIM-Karten verschiedener Anbieter. In diesem Fall ist es nicht möglich, herauszufinden, ob die Verbindung mit der höheren Priorität verfügbar ist, ohne die Verbindung mit der niedrigen Priorität zu unterbrechen. Daher verhält sich eine solche Verbindung wie eine `switchover`-Verbindung, selbst bei Konfiguration als `permanent`.

Bei mobilen Verbindungen ist es weiterhin möglich, die WAN-Adresse an einen lokalen Host weiterzuleiten (auch als Drop-In oder IP-Pass-Through bezeichnet). Insbesondere erhält der erste DHCP-Client die öffentliche IP-Adresse. In diesem Fall verhält sich das System mehr oder weniger wie ein Modem, was bei Firewall-Problemen hilfreich sein kann. Nach der Einrichtung kann der Web Manager unter Verwendung der WAN-Adresse über Port 8080, aber über die LAN1-Schnittstelle weiterhin über Port 80 erreicht werden.

Parameter	Betriebsmodi für WAN-Verbindungen
disabled	Die Verbindung ist deaktiviert.
permanent	Die Verbindung wird dauerhaft hergestellt.
on switchover	Die Verbindung wird bei einer Umschaltung hergestellt. Sie wird angewählt, wenn vorherige Verbindungen fehlgeschlagen sind.
distributed	Die Verbindung gehört zu einer Lastverteilungsgruppe.

Parameter	WAN-Verbindungseinstellungen
Operation mode	Der Betriebsmodus der Verbindung
Weight	Die Lastverteilung einer verteilten Verbindung
Switch-back	Legt die Rückschaltbedingung einer Switchover-Verbindung fest und die Zeit, nach der ein aktiver Hotlink getrennt wird
Bridge Mode	Legt die zu verwendende Bridge-Methode für ein WLAN-Client-Interface fest.
Bridging interface	Bei einem WLAN-Client die LAN-Schnittstelle, zu der die WAN-Verbindung gebrückt werden soll.

Die folgenden Bridge-Methoden können für einen WLAN-Client konfiguriert werden:

Parameter	Bridge Methoden
disabled	Deaktiviert den Bridge-Modus

Parameter	Bridge Methoden
pseudo bridge	Aktiviert ein bridgeähnliches Verhalten, indem DHCP- und Broadcast-Nachrichten übermittelt werden

NetModule-Router unterstützen die Funktion IP-Weiterleitung (IP Pass-Through oder Drop-In-Modus). Wenn sie aktiviert ist, wird die WAN-Adresse an den ersten DHCP-Client der angegebenen LAN-Schnittstelle durchgereicht. Da die Ethernet-basierte Kommunikation zusätzliche Adressen erfordert, wird ein geeignetes Subnetz gewählt, um mit dem LAN-Host zu kommunizieren. Für den Fall, dass sich dieses Subnetzes mit anderen Adressen des WAN-Netzes überschneiden, können Sie optional das vom Betreiber vorgegebene Netz angeben, um Adresskonflikte zu vermeiden.

Parameter	Einstellungen der IP-Weiterleitung
IP Pass-through	Aktiviert oder deaktiviert die IP-Weiterleitung
Interface	Legt die Schnittstelle fest, auf der die Adresse weitergeleitet werden soll
WAN network	Legt das WAN-Netzwerk fest
WAN netmask	Legt die WAN-Netzmaske fest

Überwachung

Die Erkennung von Netzwerkausfällen auf Verbindungsebene kann durchgeführt werden, indem für jede Verbindung Pings an autorisierende Hosts gesendet werden. Eine Verbindung wird als ausgefallen deklariert, wenn alle Versuche fehlgeschlagen sind - als aktiv nur dann, wenn mindestens ein Host erreicht werden kann.

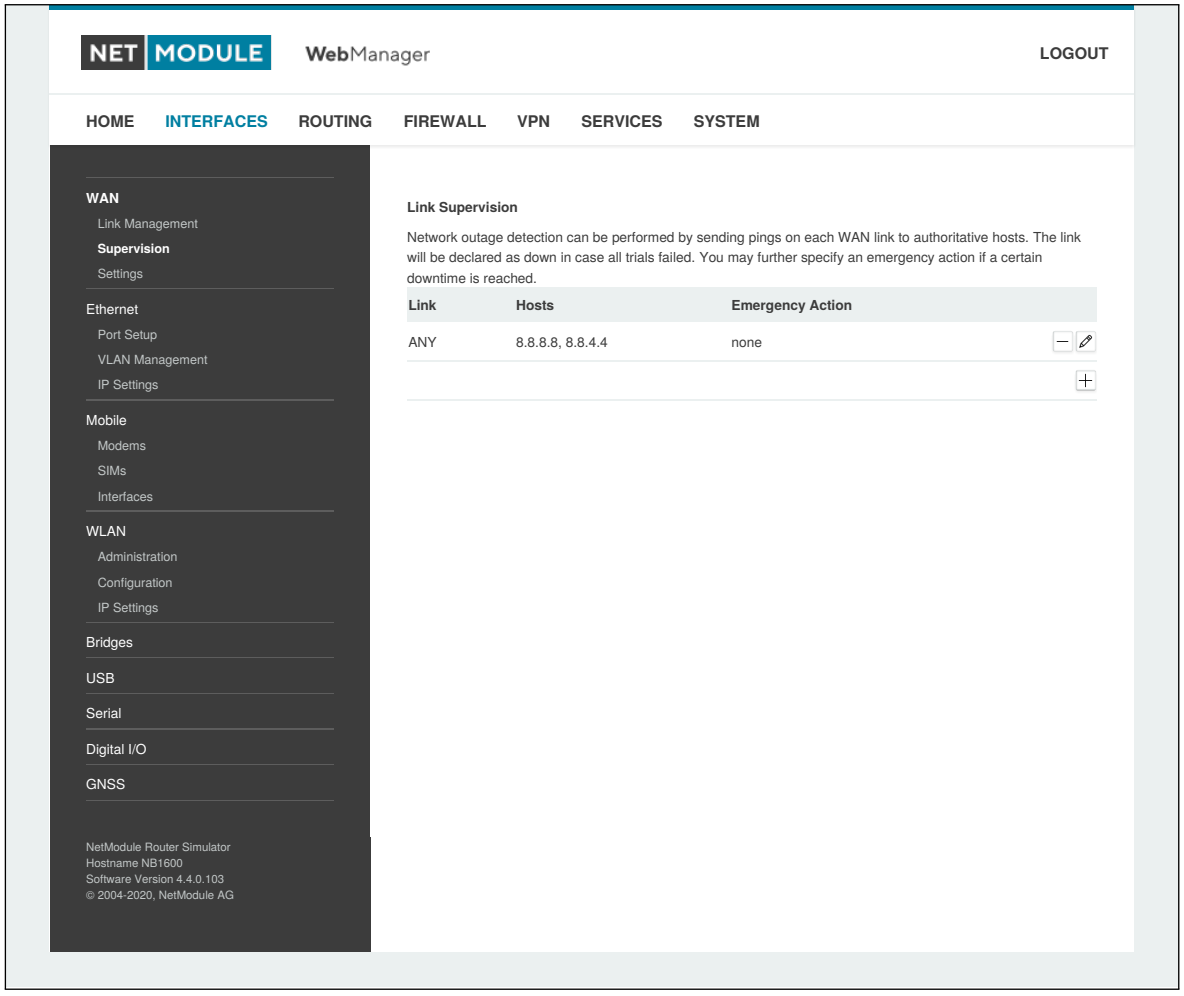


Abbildung 5.4.: Verbindungsüberwachung

Parameter	Überwachungseinstellungen
Link	Die zu überwachende WAN-Verbindung (kann ANY sein)
Mode	Legt fest, ob die Verbindung nur überwacht werden soll, wenn sie aktiv ist (z. B. bei Verwendung eines VPN-Tunnels) oder ob die Konnektivität auch beim Verbindungsaufbau überprüft werden soll (Standard)
Primary host	Der zu überwachende primäre Host
Secondary host	Der zu überwachende sekundäre Host (optional)
Ping timeout	Die Zeit in Millisekunden, die eine Antwort auf einen einzelnen Ping dauern kann. Bei langsamen und trägen Verbindungen (z. B. 2G-Verbindungen) sollten Sie diesen Wert erhöhen.
Ping interval	Das Intervall in Sekunden, in dem Pings auf den einzelnen Schnittstellen gesendet werden
Retry interval	Das Intervall in Sekunden, in dem Pings erneut gesendet werden, wenn ein erster Ping fehlgeschlagen ist

Parameter	Überwachungseinstellungen
Max. number of failed trials	Die maximale Anzahl der fehlgeschlagenen Ping-Versuche, nach der die Verbindung als ausgefallen deklariert wird
Emergency action	Die nach Erreichen der maximalen Ausfallzeit zu ergreifende Notfallmaßnahme. Bei `reboot` würde einen Neustart des gesamten Systems durchgeführt, während `restart link services` alle verbindungsbezogenen Anwendungen neu startet; das Modem wird ebenfalls zurückgesetzt.

WAN-Einstellungen

Auf dieser Seite können Sie WAN-spezifische Einstellungen wie die maximale Segmentgröße (MSS) konfigurieren. Die maximale Segmentgröße entspricht der größten Datenmenge (in Byte), die der Router in einem einzelnen, nicht fragmentierten TCP-Segment verarbeiten kann. Um unerwünschte Nebenwirkungen zu vermeiden, darf die Anzahl der Bytes im Datensegment und in den Headern nicht mehr als die maximale Größe einer Übertragungseinheit (MTU) betragen. Die MTU kann für jede Schnittstelle separat konfiguriert werden und entspricht der maximal übertragbaren Paketgröße.

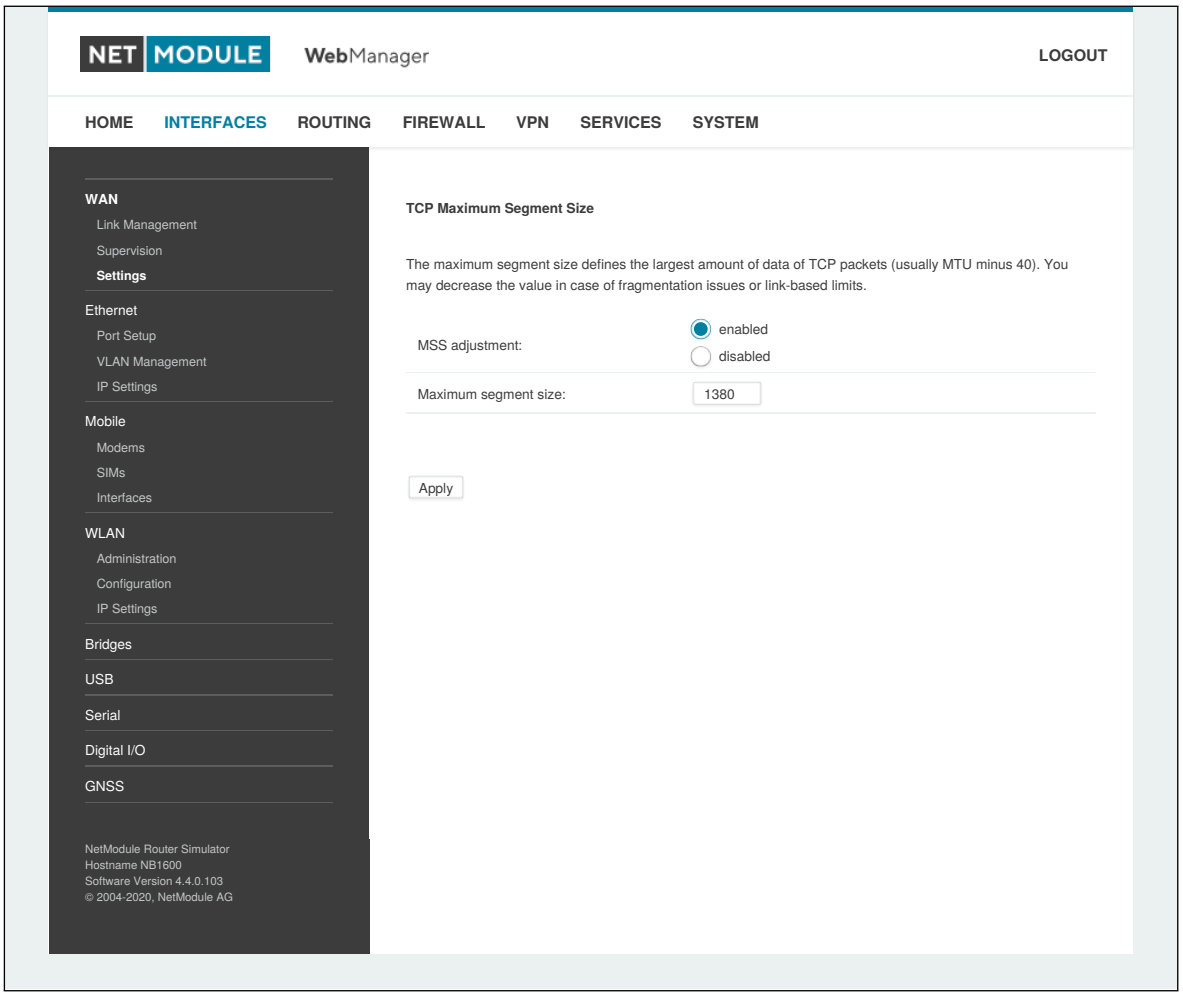


Abbildung 5.5.: WAN-Einstellungen

Parameter	TCP-MSS-Einstellungen
MSS adjustment	Aktiviert oder deaktiviert die MSS-Einstellung auf WAN-Schnittstellen.
Maximum segment size	Maximale Anzahl von Bytes in einem TCP-Datensegment.

5.3.2. Ethernet

NB800-Router werden mit einem dedizierten Ethernet-Anschluss (ETH) für RJ45-Steckverbinder ausgeliefert. ETH1 stellt normalerweise die LAN1-Schnittstelle dar, die für das LAN verwendet werden sollte. Andere Schnittstellen können zum Verbinden zu anderen LAN-Segmenten oder zum Konfigurieren einer WAN-Verbindung verwendet werden. Die LAN10-Schnittstelle ist verfügbar, sobald ein vorkonfiguriertes USB-Ethernet-Gerät eingesteckt ist.

Ethernet-Anschlusszuordnung

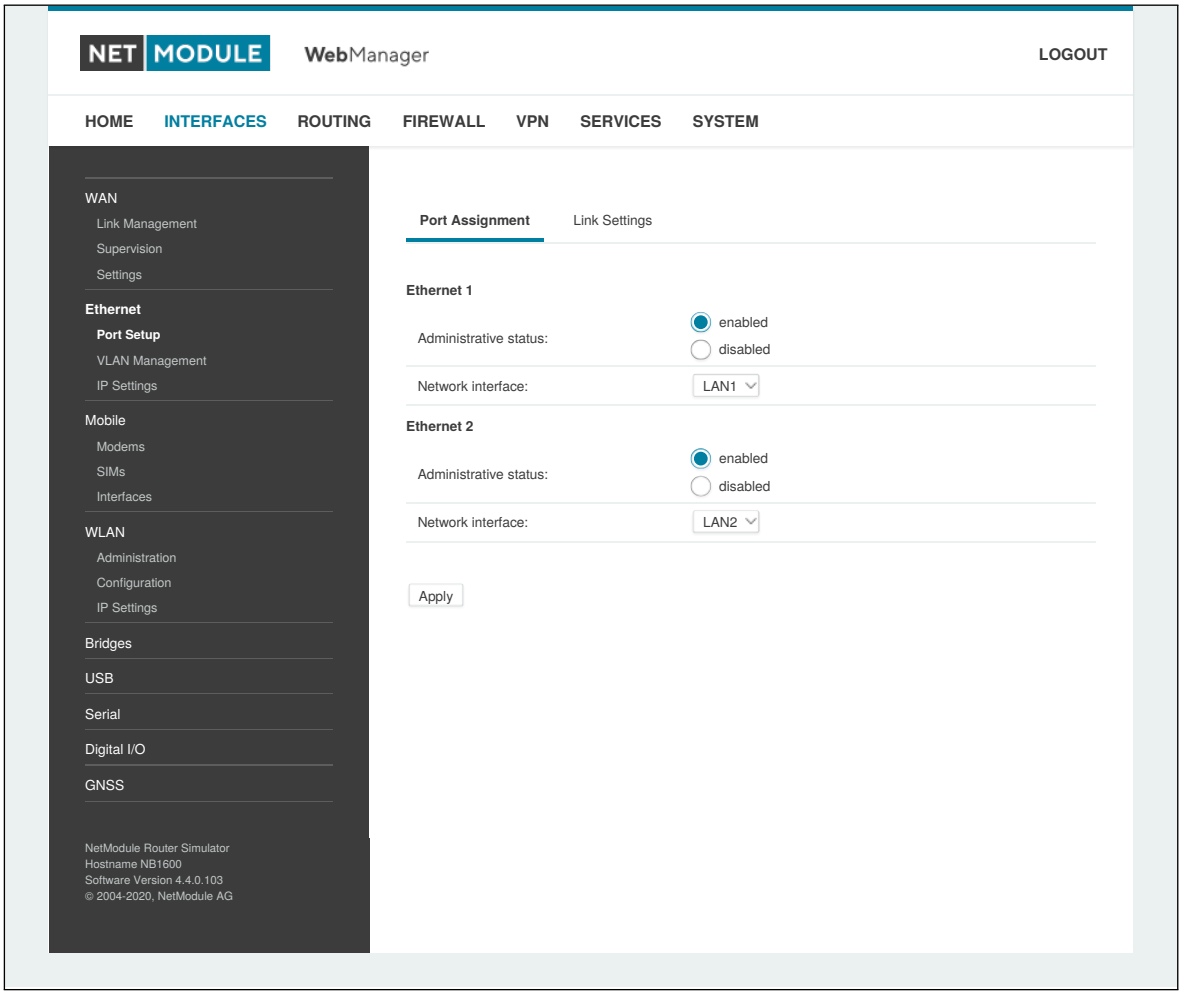


Abbildung 5.6.: Ethernet-Anschlüsse

In diesem Menü können Sie jeden Ethernet-Anschluss einzeln einer LAN-Schnittstelle zuweisen, falls unterschiedliche Subnetze pro Anschluss vorhanden sind oder wenn Sie einen Anschluss als WAN-Schnittstelle verwenden möchten. Sie können derselben Schnittstelle mehreren Anschlüssen zuweisen.

Einstellungen für die Ethernet-Verbindung

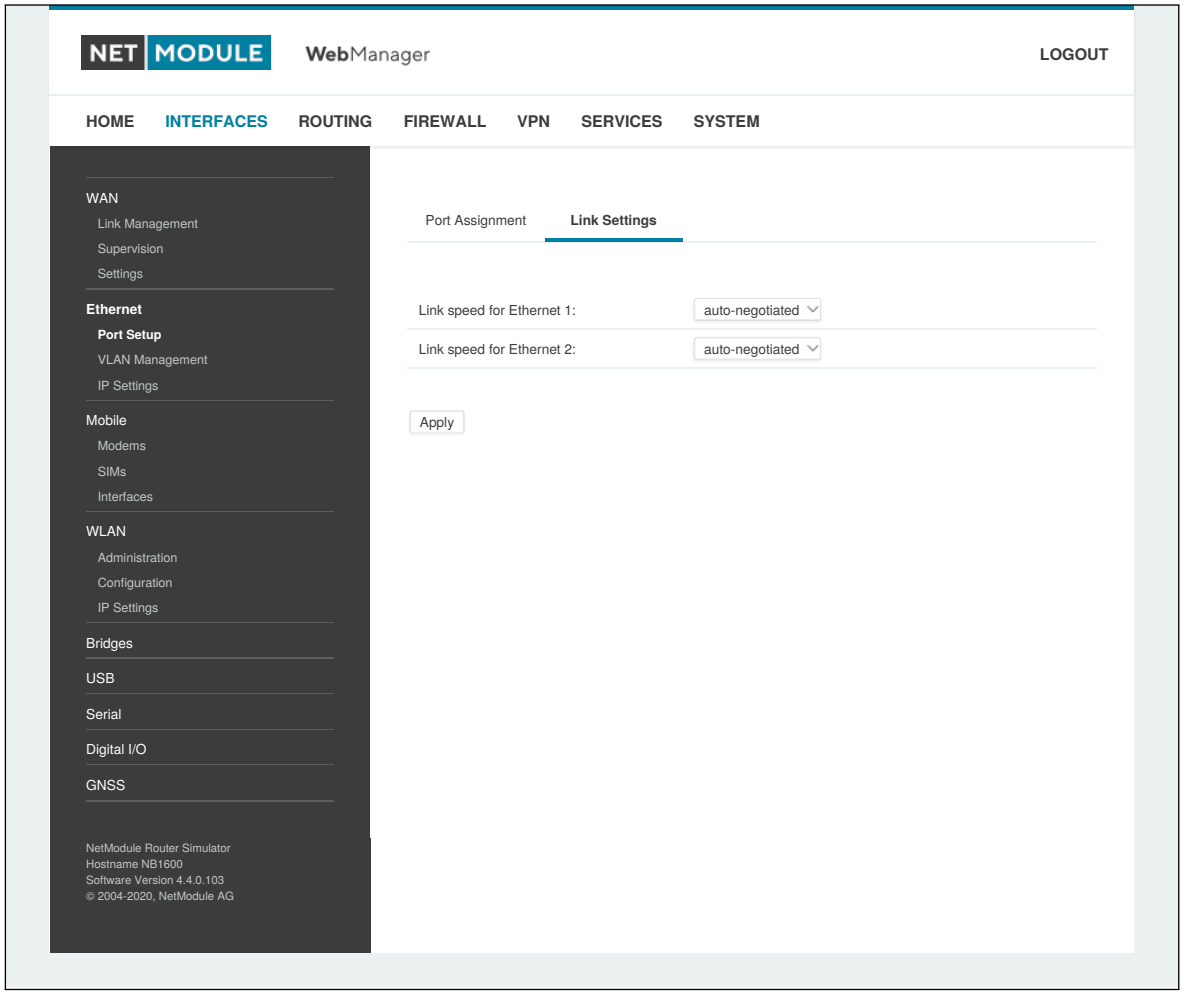


Abbildung 5.7.: Einstellungen für die Ethernet-Verbindung

Die Verbindungsaushandlung kann für jeden Ethernet-Port einzeln konfiguriert werden. Die meisten Geräte unterstützen die automatische Aushandlung, die die Verbindungsgeschwindigkeit automatisch so konfiguriert, dass sie den Anforderungen der anderen Geräte im Netzwerk entspricht. Bei Verhandlungsproblemen können Sie die Modi manuell zuweisen, aber es muss dabei sichergestellt sein, dass alle Geräte im Netzwerk die gleichen Einstellungen verwenden.

Authentifizierung mittels IEEE 802.1X

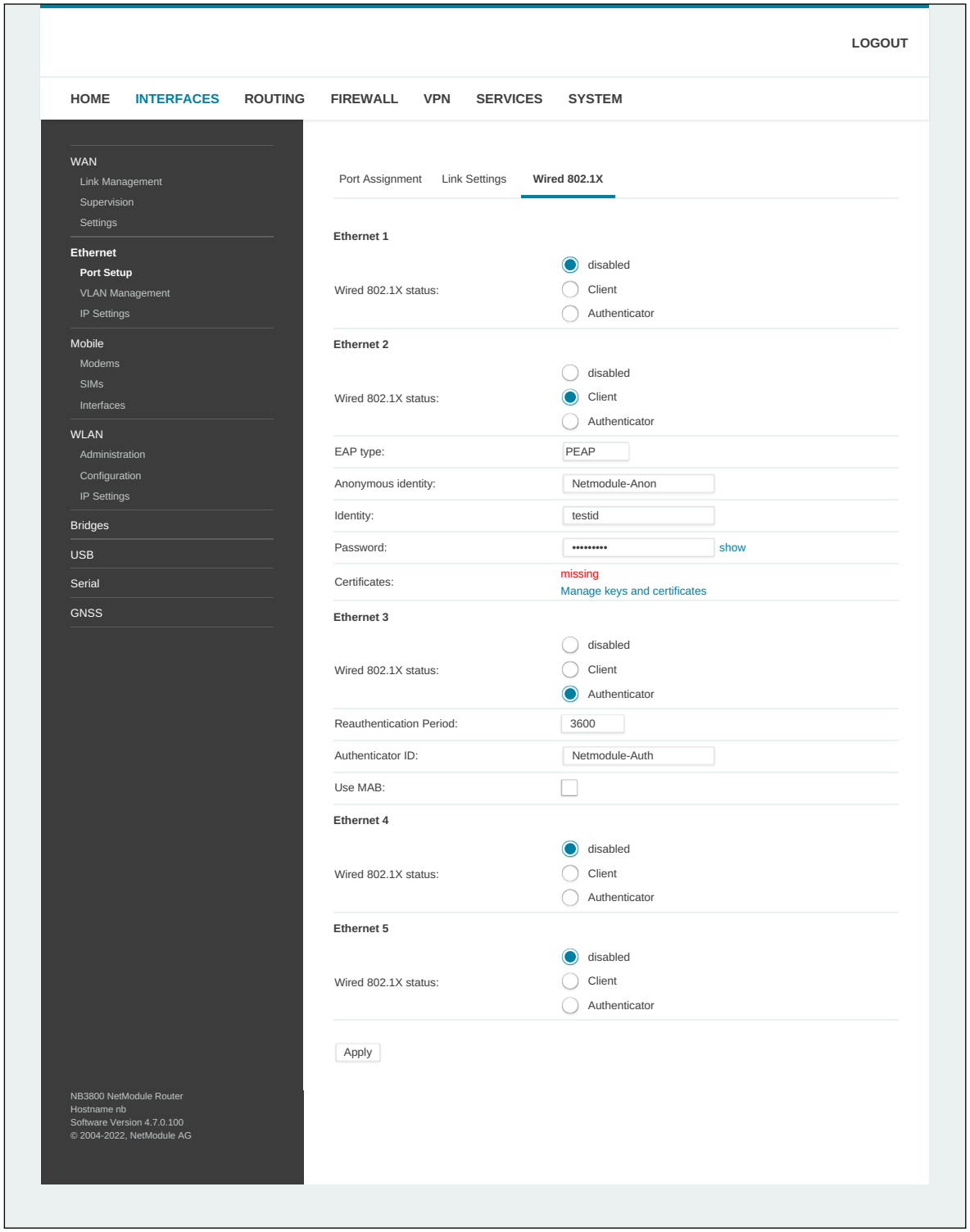


Abbildung 5.8.: Authentifizierung nach IEEE 802.1X

NetModule-Router unterstützen eine Port-basierte Authentifizierung nach IEEE 802.1X. Dies kann für jeden Ethernet-Anschluss separat konfiguriert werden.
Folgende Optionen stehen zur Verfügung:

Parameter	Einstellungen IEEE 802.1X client
Wired 802.1X status	Wird hier Client ausgewählt, authentifiziert der Router sich auf diesem Ethernet-Anschluss mittels IEEE 802.1X
EAP type	Das Protokoll mit welchem sich authentifiziert werden soll
Anonymous identity	Anonyme Identität für PEAP Authentifizierung
Identity	Identität für EAP-TLS oder PEAP Authentifizierung (erforderlich)
Password	Passwort für PEAP Authentifizierung (erforderlich)
Certificates	Zertifikate für die Authentifizierung mittels EAP-TLS oder PEAP. Zur Konfiguration siehe Kapitel 5.8.8

Parameter	Einstellungen IEEE 802.1X Authenticator
Wired 802.1X status	Wird hier Authenticator ausgewählt, nimmt der Router auf diesem Ethernet-Anschluss Authentifizierungsanfragen gemäß IEEE 802.1X an und leitet diese an einen konfigurierten RADIUS-Server weiter (siehe Kapitel 5.8.2)
Reauthentication Period	Zeit in Sekunden nach der eine erneute Authentifizierung des Client erforderlich wird
Authenticator ID	Über diesen eindeutig zu vergebenden Namen wird die Anfrage beim RADIUS-Server einem Authenticator zuzuordnet
Use MAB	Aktivieren Sie diese Option, wenn Sie die Authentifizierung via MAC Authentication Bypass auch für Geräte freischalten möchten, die 802.1X nicht unterstützen. Diese werden dann beim RADIUS-Server mit ihrer MAC-Adresse als Username und Passwort angemeldet.

VLAN-Verwaltung

NetModule-Router unterstützen Virtual LAN nach IEEE 802.1Q, mit dem sich virtuelle Schnittstellen auf einer Ethernet-Schnittstelle erstellen lassen. Das VLAN-Protokoll fügt in Ethernet-Frames einen zusätzlichen Header ein, der eine VLAN-Kennung (VLAN-ID) trägt, die zur Verteilung der Pakete auf die zugehörigen virtuellen Schnittstellen verwendet wird. Alle Pakete ohne Kennung (Tagging) sowie Pakete mit einer nicht zugewiesenen ID werden an die native Schnittstelle weitergeleitet.

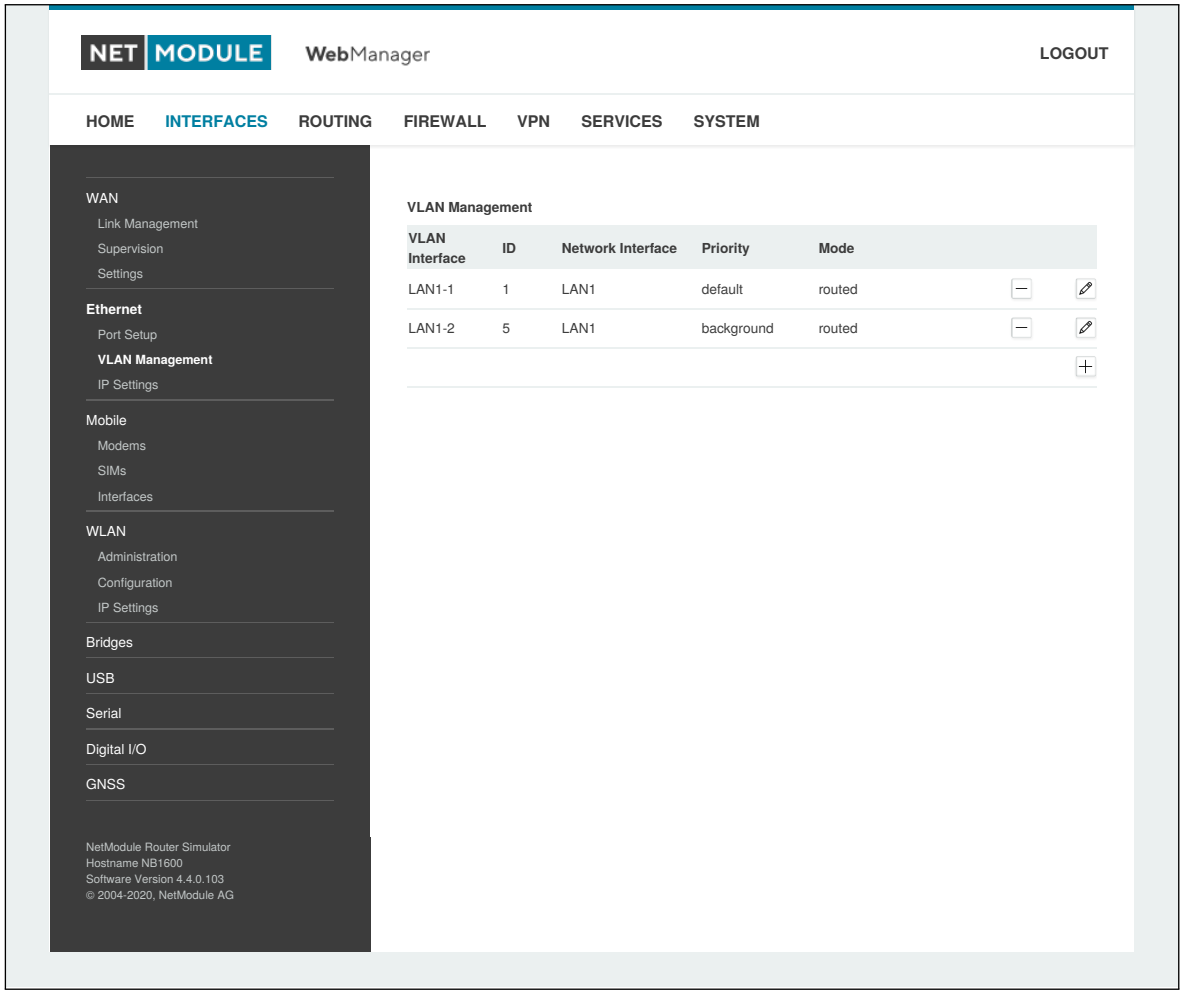


Abbildung 5.9.: VLAN-Verwaltung

Um ein eindeutiges Subnetz zu bilden, muss die Netzwerkschnittstelle eines Remote-LAN-Hosts mit der gleichen VLAN-ID konfiguriert sein, die auf dem Router definiert ist. Außerdem führt 802.1P ein Prioritätsfeld ein, das die Paketplanung im TCP/IP-Stack beeinflusst.

Es gibt die folgenden Prioritätsstufen (von der niedrigsten zur höchsten):

Parameter	VLAN-Prioritätsstufen
0	Hintergrund (Background)
1	Best Effort
2	Excellent Effort
3	Kritische Anwendungen (Critical Applications)
4	Video (< 100 ms Verzögerung/Jitter)
5	Sprache (< 10 ms Verzögerung/Jitter)
6	Internetwork Control
7	Network Control

IP-Einstellungen

Auf dieser Seite können Sie die IP-Adressierung für die LAN/WAN-Ethernet-Schnittstellen konfigurieren.

Parameter	LAN-IP-Einstellungen
Mode	Legt fest, ob diese Schnittstelle als LAN- oder WAN-Schnittstelle verwendet wird.
MTU	Maximale Übertragungseinheit für die Schnittstelle. Wenn angegeben, gibt sie die maximale Größe eines Pakets an, das auf der Schnittstelle übertragen wird.

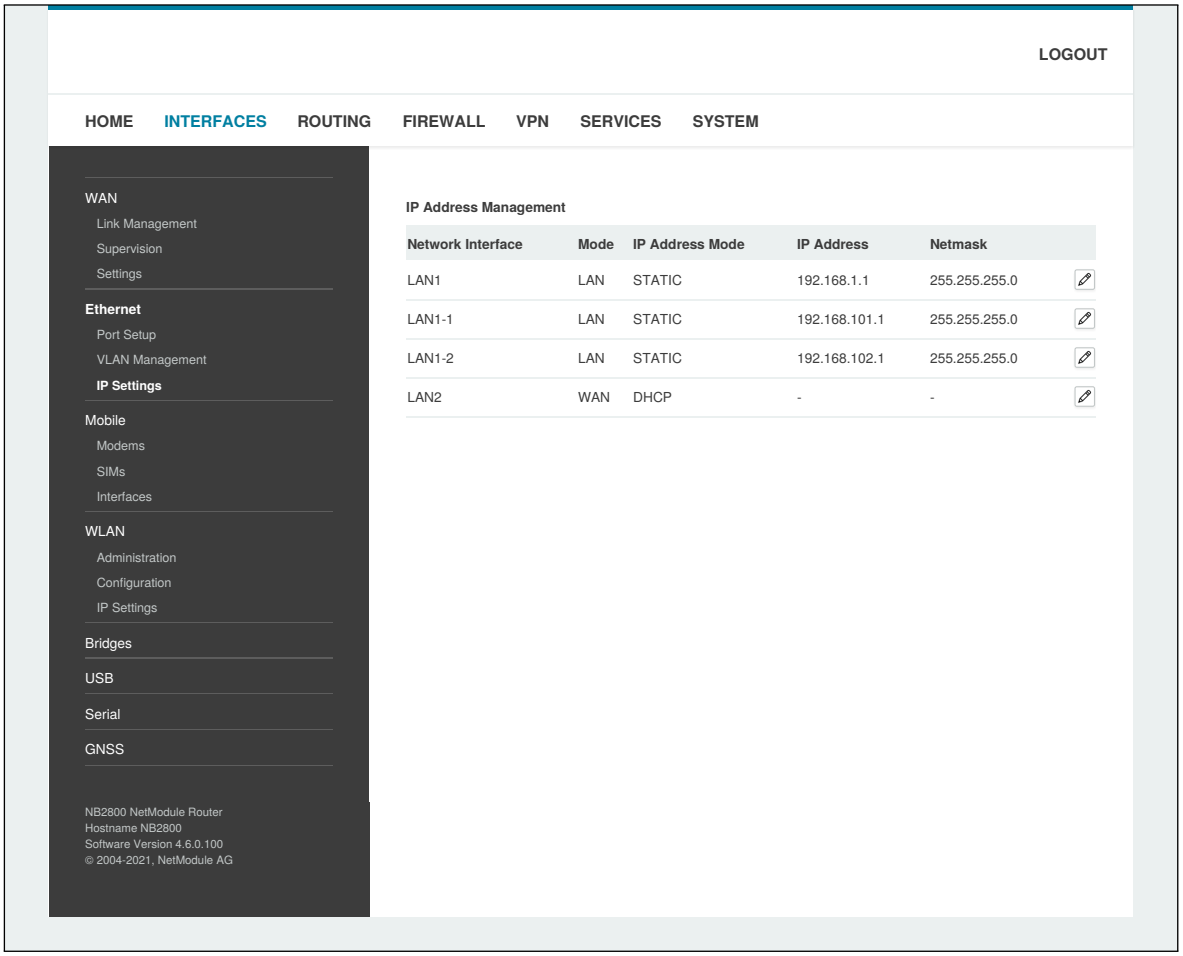


Abbildung 5.10.: IP Einstellungen - Übersicht

LAN-Modus

Im LAN-Modus kann die Schnittstelle mit den folgenden Einstellungen konfiguriert werden:

Parameter	LAN-IP-Einstellungen
IP address	Die Adresse der IP-Schnittstelle
Netmask	Die Netzmaske für diese Schnittstelle
Alias IP address	Zusätzliche Alias-IP-Schnittstellenadresse
Alias Netmask	Zusätzliche Alias-Netzmaske für diese Schnittstelle
MAC	Benutzerdefinierte MAC Adresse (nicht für VLANs möglich)

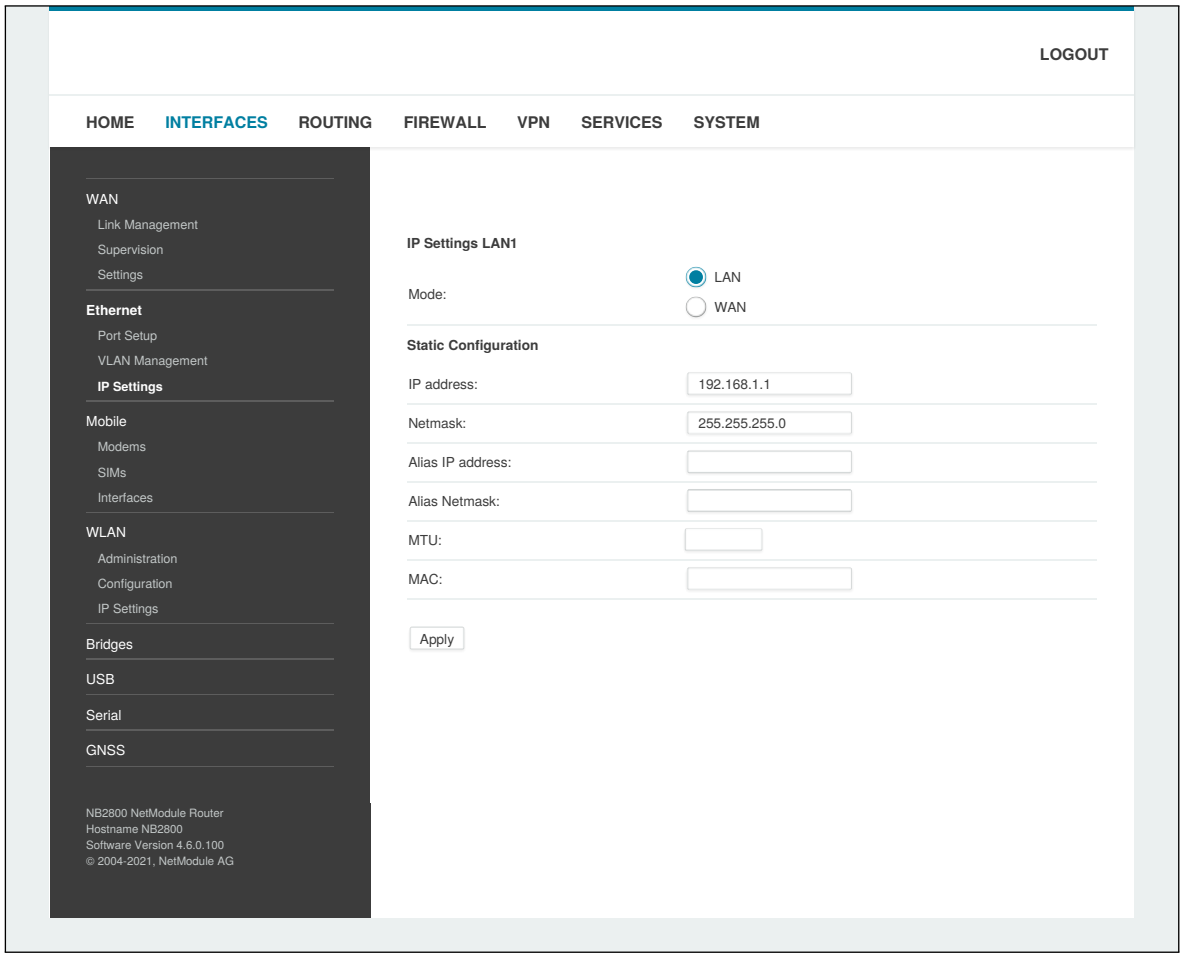


Abbildung 5.11.: IP Einstellungen - LAN Schnittstelle

WAN-Modus

WAN Schnittstellen unterstützen zwei IP Versionen, die wie folgt konfiguriert werden können:

Parameter	Beschreibung
IPv4	Ausschließlich Internet Protokoll Version 4
IPv6	Ausschließlich Internet Protokoll Version 6
Dual-Stack	Internet Protokoll Version 4 sowie Version 6 parallel

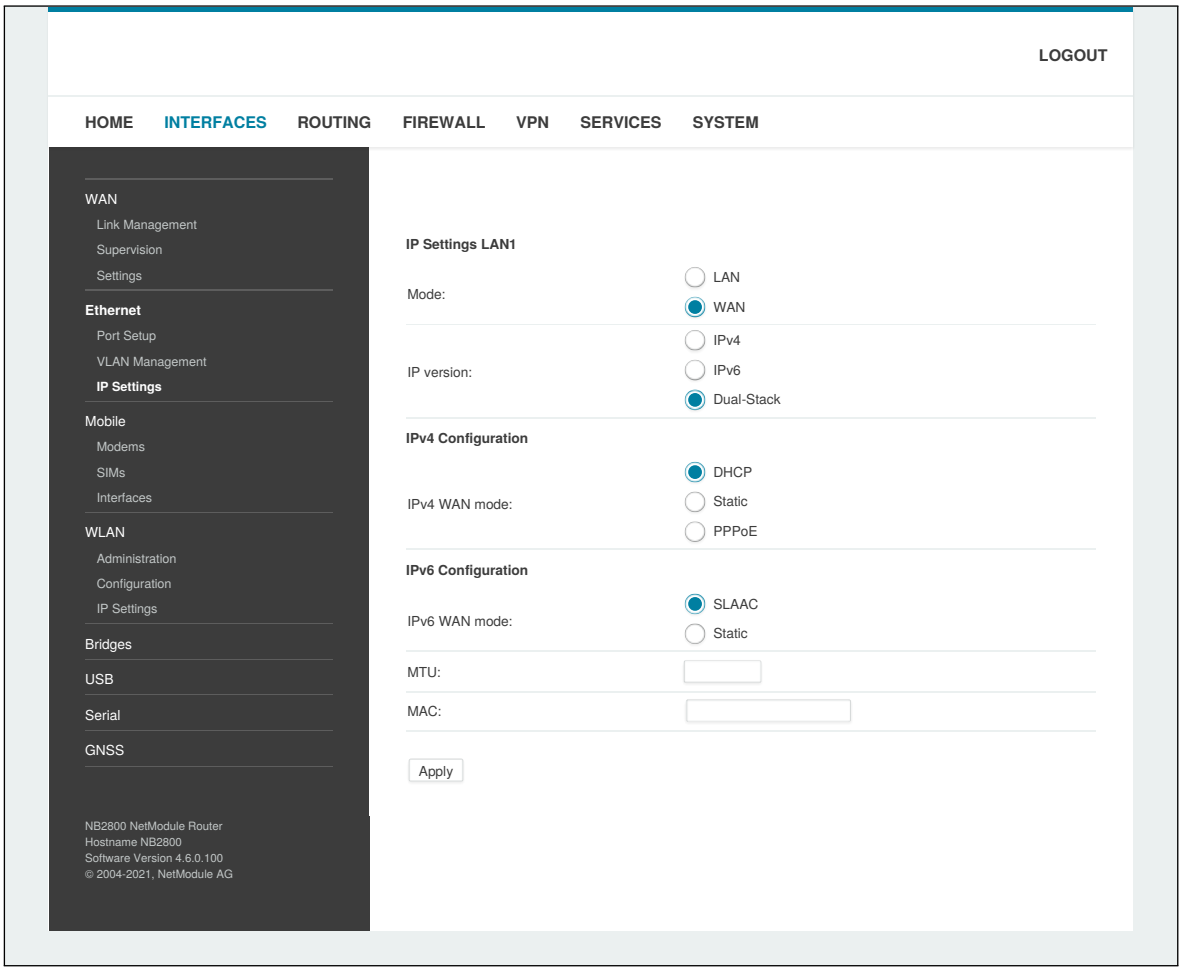


Abbildung 5.12.: IP Einstellungen - WAN Schnittstelle

Abhängig von der konfigurierten IP Version können weitere Einstellung vorgenommen werden. Diese unterscheiden sich je nach ausgewählter IP Version.

IPv4 Einstellungen

Die IPv4 Adressen können in den folgenden Modi konfiguriert werden:

Parameter	IPv4 WAN Modus
DHCP	Beim Betrieb als DHCP-Client ist keine weitere Konfiguration erforderlich, da alle IP-bezogenen Einstellungen (Adresse, Subnetz, Gateway, DNS-Server) von einem DHCP-Server im Netzwerk abgerufen werden.
Static	Lässt Sie statische Werte definieren. Bei der Zuweisung eindeutiger IP-Adressen ist jedoch Vorsicht geboten, da dies zu IP-Konflikten im Netzwerk führen kann.
PPPoE	PPPoE wird üblicherweise für die Kommunikation mit einem anderen WAN-Zugangsgerät (z. B. einem DSL-Modem) verwendet. Es stehen die folgenden Einstellungen zur Verfügung

IPv4-PPPoE Einstellungen

Es stehen die folgenden Einstellungen zur Verfügung:

Parameter	PPPoE-Konfiguration
User name	PPPoE-Benutzername zur Authentifizierung am Zugangsgerät
Password	PPPoE-Passwort zur Authentifizierung am Zugangsgerät
Service name	Legt den Dienstnamenssatz des Zugriffskonzentrators fest. Kann leer bleiben, es sei denn, es laufen mehrere Dienste im selben physischen Netzwerk und Sie müssen angeben, mit welchem Sie eine Verbindung herstellen möchten.
Access concentrator name	Der Name des Zugriffskonzentrators (wenn nicht angegeben, stellt der PPPoE-Client eine Verbindung zu einem beliebigen Zugriffskonzentrator her)

IPv6 Einstellungen

Die IPv6 Adressen können in den folgenden Modi konfiguriert werden:

Parameter	Beschreibung
SLAAC	Alle IP-bezogenen Einstellungen (Adresse, Prefix, Routen, DNS-Server) werden durch das Neighbor-Discovery-Protocol mittels IPv6 stateless-address-autoconfiguration bezogen.
Static	Lässt Sie statische Werte definieren. Bei der Zuweisung eindeutiger IP-Adressen ist jedoch Vorsicht geboten, da dies zu IP-Konflikten im Netzwerk führen kann. Es kann ausschließlich eine globale Adresse gesetzt werden. Die link-lokale Adresse wird automatisch anhand der Router MAC Adresse generiert.

DNS Server

Sofern alle genutzen IP Versionen auf `Static` gestellt sind, können hier schnittstellenspezifische Nameserver angegeben werden. Wie Sie globale DNS-Server konfigurieren, und somit die schnittstellenspezifischen DNS-Server überschreiben können, erfahren Sie in Kapitel 5.7.3.

5.3.3. Mobile Kommunikation

Modem-Konfiguration

Auf dieser Seite finden Sie die verfügbaren WWAN-Modems. Sie können bei Bedarf deaktiviert werden.

Abfrage

Auf dieser Seite können Sie Hayes-AT-Befehle an das Modem senden. Neben dem 3GPP-konformen AT-Befehlssatz können weitere modemspezifische Befehle nutzbar sein, über die wir auf Wunsch informieren. Einige Modems unterstützen auch das Ausführen von USSD-Anforderungen (Unstructured Supplementary Service Data), z. B. zum Abfragen des verfügbaren Guthabens eines Prepaid-Kontos.

SIM-Karten

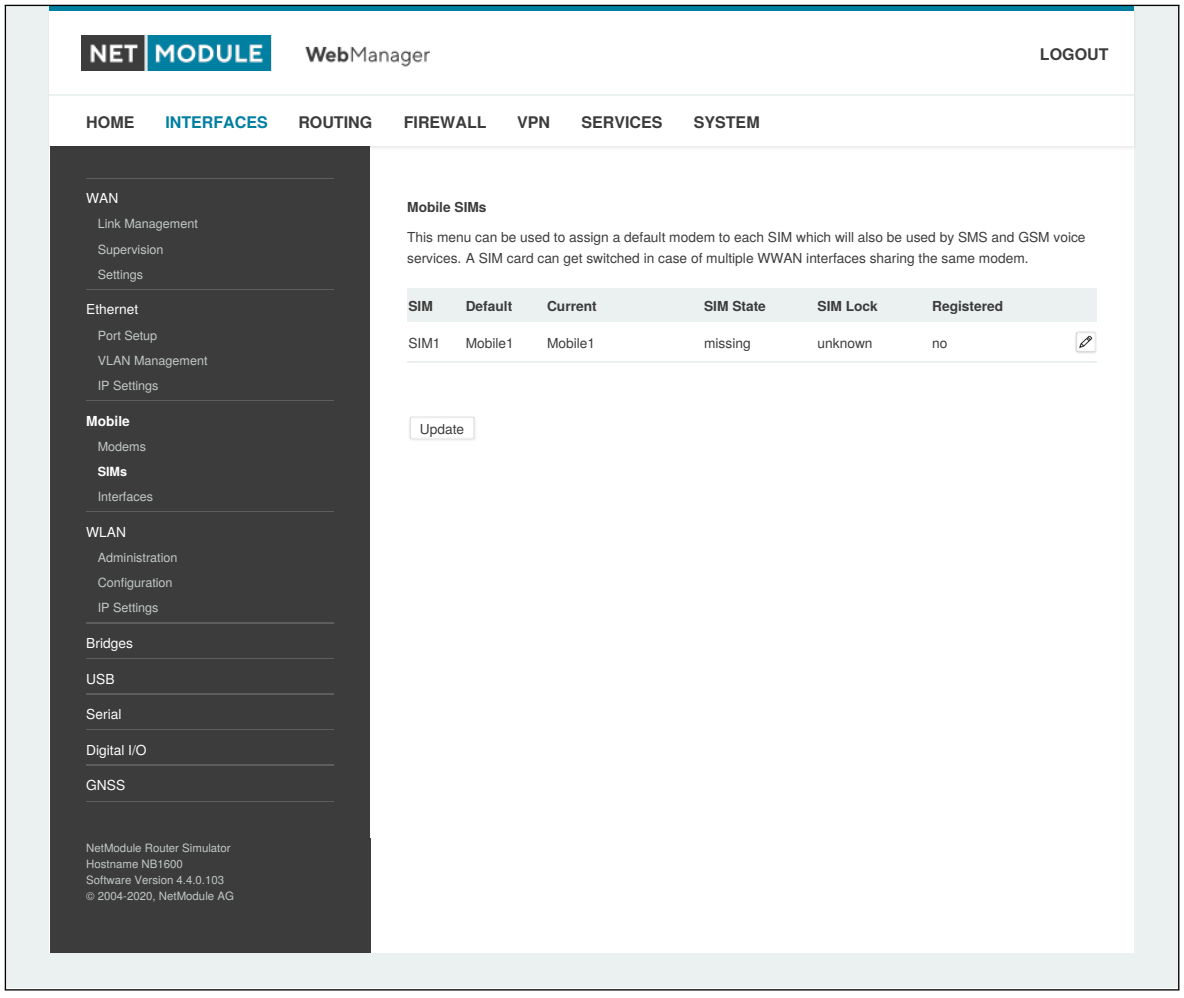


Abbildung 5.13.: SIM-Karten

Auf dieser Seite finden Sie einen Überblick über die verfügbaren SIM-Karten, die ihnen zugeordneten Modems und deren aktuellen Status. Nachdem eine SIM-Karte eingelegt, einem Modem zugewiesen und erfolgreich entsperrt wurde, sollte sich die Karte im Zustand `ready` befinden, und der Status der Netzwerkregistrierung sollte sich auf `registered` ändern. Falls nicht, überprüfen Sie bitte die PIN.
Bitte bedenken Sie, dass die Anmeldung in einem Netzwerk in der Regel einige Zeit in Anspruch nimmt und von der Signalstärke und möglichen Funkstörungen beeinflusst wird. Sie können auch mit der Schaltfläche `Update` jederzeit die PIN-Entsperrung neu starten und einen weiteren Registrierungsversuch auslösen.
Unter Umständen (z. B. wenn das Modem zwischen Basisstationen hin- und herwechselt) kann es erforderlich sein, einen bestimmten Diensttyp einzustellen oder einen festen Betreiber zuzuweisen. Die Liste der umliegenden Betreiber erhalten Sie, indem Sie einen Netzwerkscan starten (dies kann bis zu 60 Sekunden dauern). Weitere Details erhalten Sie durch direkte Abfrage des Modems; einen entsprechenden Befehlssatz stellen wir auf Anfrage zur Verfügung.

Konfiguration

Eine SIM-Karte ist in der Regel einem Standardmodem zugeordnet; dies kann aber auch geändert werden, z. B. wenn Sie zwei WWAN-Schnittstellen mit einem Modem, aber unterschiedlichen SIM-Karten einrichten.

Besondere Vorsicht ist geboten, wenn andere Dienste (z. B. SMS oder Sprache) auf diesem Modem betrieben werden, da ein SIM-Wechsel natürlich der Betrieb beeinflusst.

Es stehen die folgenden Einstellungen zur Verfügung:

Parameter	WWAN-SIM-Konfiguration
PIN code	Der PIN-Code zum Entsperren der SIM-Karte
PUK code	Der PUK-Code zum Entsperren der SIM-Karte (optional)
Default modem	Das dieser SIM-Karte zugewiesene Standardmodem
Preferred service	Der bevorzugte Dienst, der mit dieser SIM-Karte verwendet werden soll. Denken Sie daran, dass der Linkmanager diese Festlegung bei abweichenden Einstellungen möglicherweise überschreibt. Standardmäßig wird `automatic` verwendet; in Gebieten mit anderen, störenden Basisstationen können Sie einen bestimmten Typ erzwingen (z. B. nur 3G), um ein Hin- und Herwechseln zwischen den Basisstationen in der Umgebung zu verhindern.
Registration mode	Der gewählte Registrierungsmodus
Network selection	Legt fest, welches Netzwerk ausgewählt werden soll. Die Auswahl kann an eine bestimmte Provider ID (PLMN) gebunden werden, der durch Ausführen eines Netzwerkscans ermittelt werden kann.

eSIM/eUICC

Vorsicht:
Beachten Sie, dass eUICC-Profile NICHT von einem zurücksetzen auf Werkseinstellungen betroffen sind. Um ein eUICC-Profil von einem Gerät zu entfernen, müssen Sie es vor dem Zurücksetzen auf die Werkseinstellungen manuell entfernen.

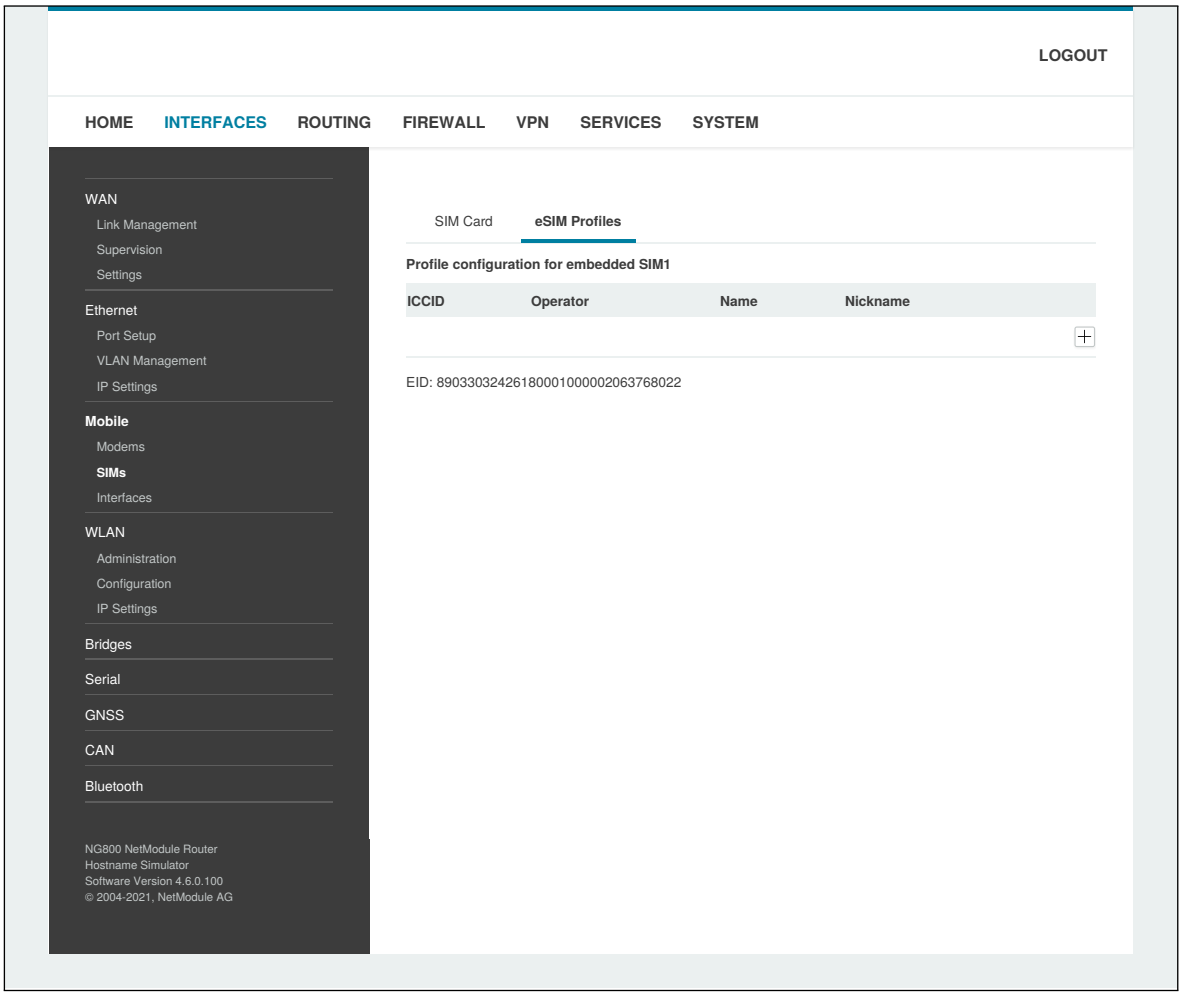


Abbildung 5.14.: eSIM-Profile

Ausgewählte Routermodelle enthalten eine eUICC (Embedded Universal Integrated Circuit Card), mit der Sie eSIM-Profile aus dem Internet auf den Router herunterladen können, anstatt eine physische SIM-Karte in den Router einlegen zu müssen. Die zu installierenden eSIM-Profile müssen der GSMA RSP Technical Specification SGP.22 entsprechen. Dies sind die gleichen eSIM-Profile, die von aktuellen Mobiltelefonen verwendet werden. Profile nach der älteren GSMA-Spezifikation SGP.02 werden nicht unterstützt.
eSIM-Profile können auf der Registerkarte eSIM Profiles der Konfigurationsseite für die mobile Kommunikation verwaltet werden. Auf dieser Seite können Sie alle installierten eSIM-Profile anzeigen sowie eSIM-Profile installieren, aktivieren, deaktivieren und löschen. Sie können auch jedem Profil einen gut zu merkenden eigenen Namen zuordnen.

Die eUICC kann bis zu ca. 7 eSIM-Profile speichern, abhängig von der Größe der Profile. Es kann jeweils nur eines dieser Profile aktiv sein.
Um neue eSIM-Profile zu installieren, müssen Sie zunächst eine IP-Verbindung zum Internet herstellen, damit der Router das Profil vom Server des Mobilfunkbetreibers herunterladen kann.

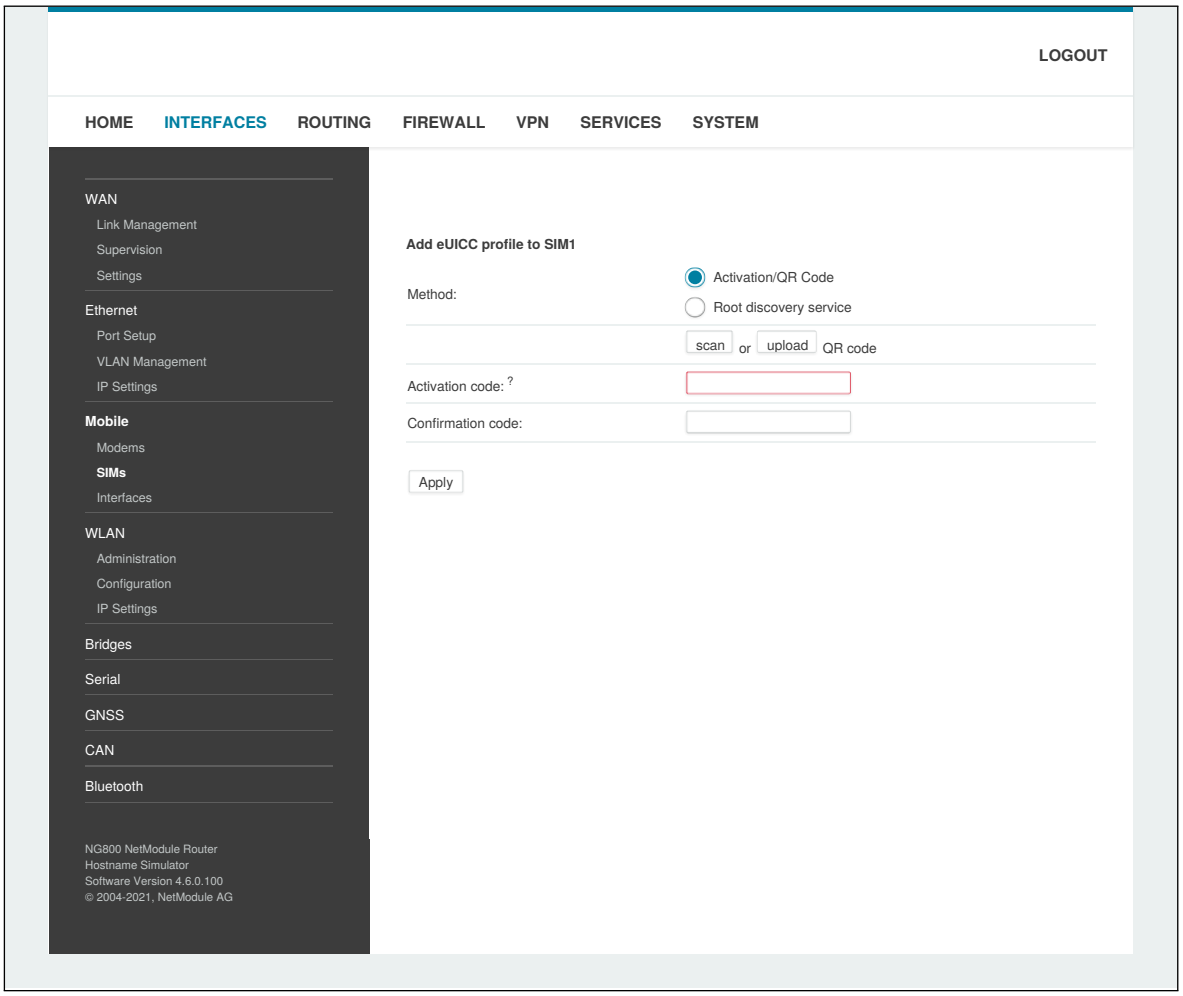


Abbildung 5.15.: eUICC-Profil hinzufügen

Die folgenden zwei Möglichkeiten zur Installation von eSIM-Profilen werden unterstützt und können auf der Konfigurationsseite für eSIM-Profile ausgewählt werden:

1. Vom Netzbetreiber bereitgestellter QR-Code
Bei dieser Methode laden Sie das eSIM-Profil herunter, indem Sie vom Mobilfunkbetreiber einen QR-Code erhalten, der die Informationen über das zu installierende eSIM-Profil enthält. Wenn das Gerät, mit dem Sie auf die Konfigurationsschnittstelle des Routers zugreifen, eine Kamera besitzt, können Sie den QR-Code mit der Kamera scannen. Ansonsten können Sie auch eine Bilddatei des QR-Codes hochladen. Alternativ ist es möglich, den Inhalt des QR-Codes manuell in das entsprechende Eingabefeld einzutragen.

2. GSMA Root Discovery Service
Bei dieser Methode müssen Sie die EID - eine eindeutige Nummer, die die eUICC des Routers iden-

tifiziert - beim Mobilfunkbetreiber angeben. Die EID wird auf der Konfigurationsseite der eSIM-Profile angezeigt. Der Betreiber erstellt dann das eSIM-Profil für den Router auf seinen Bereitstellungsservern. Anschließend können Sie mit dem GSMA Root Discovery Service das eSIM-Profil abrufen, ohne zusätzliche Informationen für den Download angeben zu müssen.
Hinweis: Die meisten Mobilfunknetzbetreiber erlauben nur einen einmaligen Download eines eSIM-Profils. Wenn Sie also das Profil einmal herunterladen und danach löschen, können Sie das gleiche Profil kein zweites Mal herunterladen. In diesem Fall müssten Sie beim Betreiber ein neues eSIM-Profil anfordern.

WWAN-Schnittstellen

Auf dieser Seite können Sie die WWAN-Module verwalten. Die resultierende Verbindung wird automatisch als WAN-Verbindung angezeigt, sobald eine Schnittstelle hinzugefügt wurde. In Kapitel 5.3.1 erfahren Sie Näheres zur Verwaltung.

Die Mobil-LED blinkt während des Verbindungsaufbaus und leuchtet dann dauerhaft, sobald die Verbindung steht. Näheres erfahren Sie im Kapitel 5.8.7 . Konsultieren zur Fehlersuche Sie die Systemprotokolldateien, falls die Verbindung nicht hergestellt wurde.

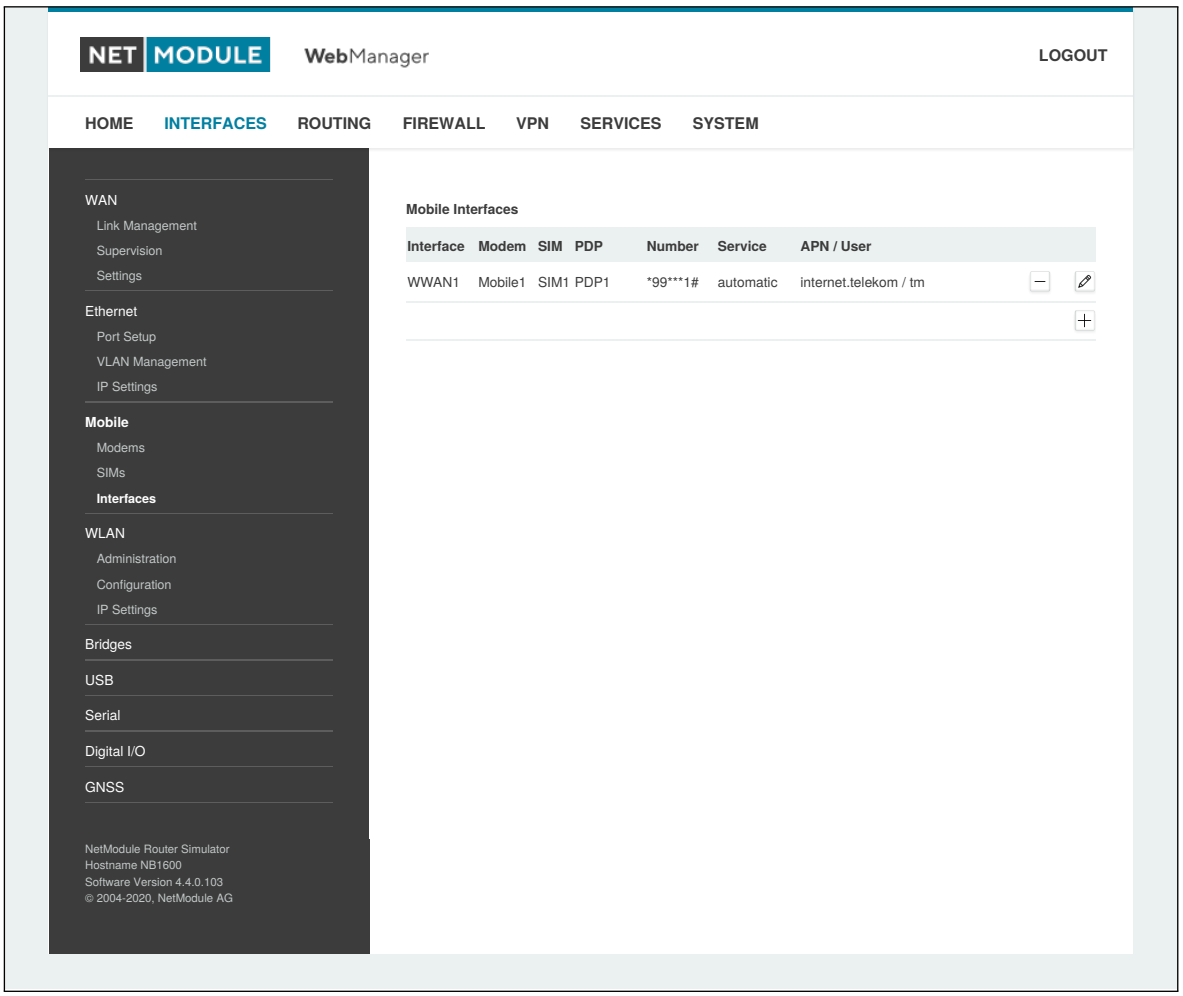


Abbildung 5.16.: WWAN-Schnittstellen

Die folgenden mobilen Einstellungen sind erforderlich:

Parameter	WWAN-Mobil-Parameter
Modem	Das Modem, das für diese WWAN-Schnittstelle verwendet wird
SIM	Die SIM-Karte, die für diese WWAN-Schnittstelle verwendet wird
Service type	Der erforderliche Diensttyp

Diese Einstellungen ersetzen die allgemeinen SIM-Einstellungen, sobald die Verbindung angewählt wird.

In der Regel werden die Verbindungseinstellungen automatisch ermittelt, sobald sich das Modem angemeldet hat und der Netzbetreiber in unserer Datenbank gefunden wurde. Andernfalls ist es erforderlich, die folgenden Einstellungen manuell zu konfigurieren:

Parameter	WWAN-Verbindungsparameter
Phone number	Die zu wählende Rufnummer. Bei 3G+-Verbindungen ist dies üblicherweise *99***1#. Bei leitungsvermittelten 2G-Verbindungen können Sie die zu wählende Festnetzrufnummer im internationalen Format eingeben (z. B. +49xx).
Access point name	Der Name des verwendete Access Points (APN)
IP version	Die genutzte IP Version. Dual-stack erlaubt den parallelen Betrieb von IPv4 und IPv6. Beachten Sie, dass die Unterstützten IP versionen von Ihrem Provider abhängig sind.
Authentication	Das verwendete Authentifizierungsschema; wenn erforderlich, kann dies PAP oder CHAP sein
Username	Der für die Authentifizierung verwendete Benutzername
Password	Das für die Authentifizierung verwendete Passwort

Darüber hinaus stehen die folgenden erweiterten Einstellungen zur Verfügung:

Parameter	Erweiterte WAN-Parameter
Required signal strength	Legt eine minimale erforderliche Signalstärke fest, bevor die Verbindung gewählt wird
Home network only	Legt fest, ob die Verbindung nur gewählt werden darf, wenn sie in einem Heimnetzwerk angemeldet ist
Negotiate DNS	Legt fest, ob die DNS-Aushandlung durchgeführt werden soll und die abgerufenen Nameserver auf dem System angewendet werden sollen
Call to ISDN	Muss aktiviert sein, wenn 2G-Verbindungen mit einem ISDN-Modem kommunizieren
Header compression	Aktiviert oder deaktiviert die 3GPP-Header-Komprimierung, was unter Umständen die TCP/IP-Leistung bei langsamen seriellen Verbindungen verbessert. Dies muss vom Betreiber unterstützt werden.
Data compression	Aktiviert oder deaktiviert die 3GPP-Datenkomprimierung, die die Paketgröße verringert, um den Durchsatz zu verbessern. Dies muss vom Betreiber unterstützt werden.
Client address	Gibt eine feste Client-IP-Adresse an, falls vom Betreiber zugewiesen
MTU	Maximale Größe einer Übertragungseinheit für die Schnittstelle.

5.3.4. WLAN

WLAN-Verwaltung

Falls der Router mit einem WLAN-Modul ausgeliefert wird, können Sie ihn entweder als `client`, `access point`, `mesh point` oder für bestimmte Dualmodi (`dual modes`) konfigurieren. In der Betriebsart `client` kann er eine zusätzliche WAN-Verbindung schaffen, die z. B. als Backup-Verbindung genutzt werden kann. Als Access Point kann er eine weitere LAN-Schnittstelle schaffen, entweder gebrückt zur Ethernet-basierten LAN-Schnittstelle oder zur Schaffung einer eigenständigen IP-Schnittstelle, die in gleicher Weise wie ein Ethernet-LAN für Routing-Zwecke und die Bereitstellung von Diensten (z. B. DHCP/DNS/NTP) verwendet werden kann. In der Betriebsart `mesh point` kann er ein drahtloses Mesh-Netzwerk aufspannen und damit Backhaul-Konnektivität mit dynamischer Pfadauswahl bereitstellen. In der Betriebsart `dual mode` ist es möglich, einen Access Point oder Client oder Mesh-Point- und Access-Point-Funktionen auf demselben Funkmodul bereitzustellen.

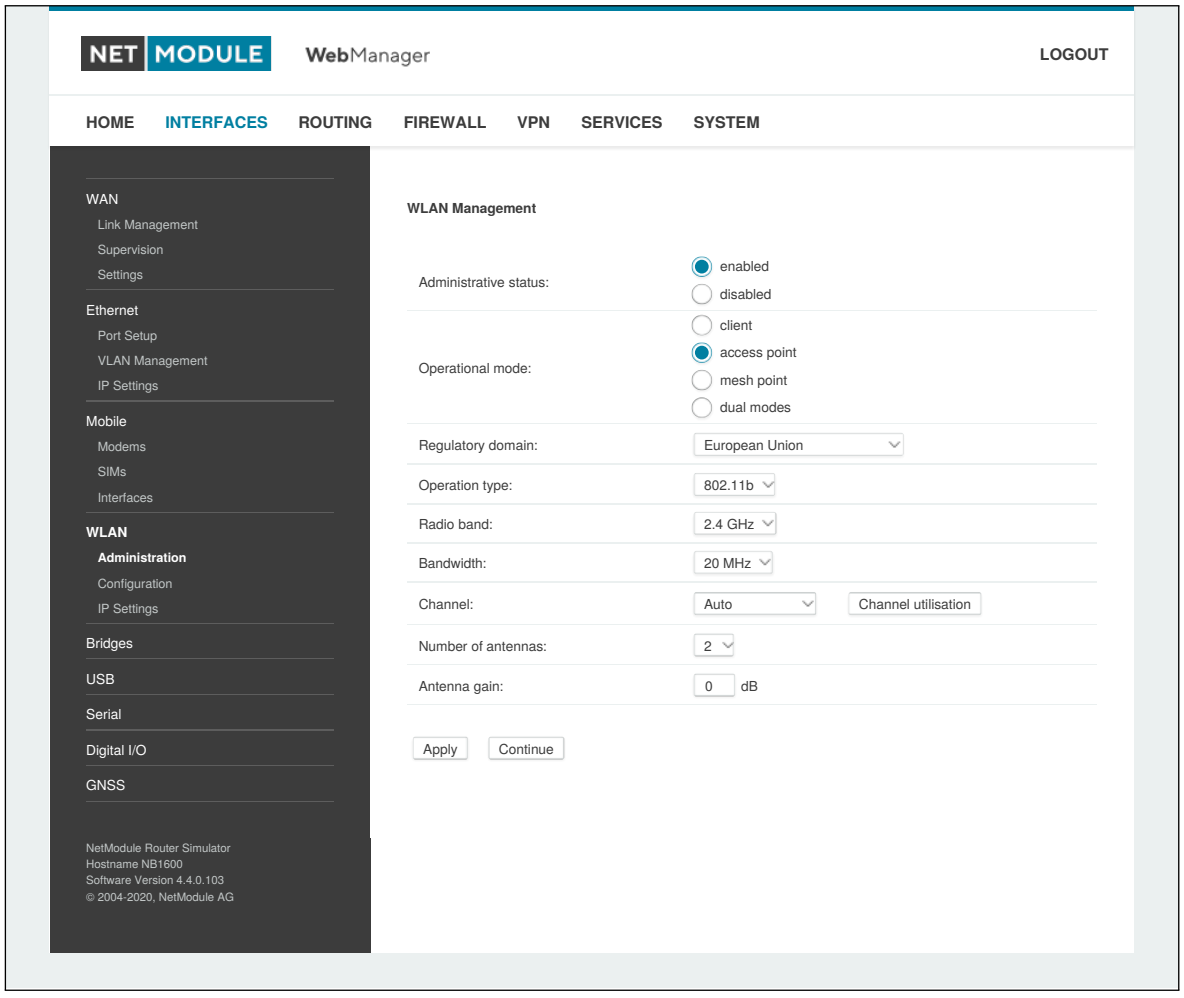


Abbildung 5.17.: WLAN-Verwaltung

Wenn der Verwaltungsstatus auf `disabled` gesetzt ist, wird das Modul ausgeschaltet, um den Gesamtstromverbrauch zu reduzieren. Für eine bessere Abdeckung und einen höheren Durchsatz empfehlen wir generell die Verwendung von zwei Antennen. Eine zweite Antenne ist unbedingt erforderlich, wenn Sie höhere Durchsatzraten wie bei 802.11n erreichen wollen.

Ein WLAN- `client` und ein `mesh point` werden automatisch zu einer WAN-Verbindung. Zur Verwaltung siehe Kapitel 5.3.1.
Konfigurierbare Parameter für `access-point`, `client` `mesh point` und ggf. `dual mode`:

Parameter	WLAN-Verwaltung
Regulatory Domain	Gibt das Land an, in dem der Router betrieben wird
Number of antennas	Gibt die Anzahl der angeschlossenen Antennen an
Antenna gain	Gibt den Antennengewinn für die angeschlossenen Antennen an. Den korrekten Wert entnehmen Sie dem Datenblatt der Antenne.
Tx. Power	Gibt die maximale Sendeleistung in dBm an.
Disable low data rates	Sticky Clients vermeiden, indem Sie niedrige Datenraten deaktiviert werden.

Warnung
Bitte beachten Sie, dass unzulässige Parameter gegen die Konformitätsvorschriften verstoßen können.

In den Betriebsarten `access point` oder `dual mode`stehen die folgenden weiteren Einstellungen zur Verfügung:

Parameter	WLAN-Verwaltung
Operation type	Legt die IEEE 802.11-Betriebsart fest
Radio band	Wählt das Funkband aus, das für Verbindungen verwendet werden soll - je nach Modul 2,4 oder 5 GHz
Outdoor	Zeigt die 5-GHz-Außenbereichskanäle an
Bandwidth	Legt die Betriebsart für die Kanalbandbreite fest
Channel	Legt den zu verwendenden Kanal fest
Short Guard Interval	Aktiviert ein kürzeres Schutzintervall (Short Guard Interval, GI)

In der Betriebsart `client`stehen die folgenden weiteren Einstellungen zur Verfügung:

Parameter	WLAN-Verwaltung
Scan channels	Legt fest, ob alle unterstützten Kanäle gescannt werden sollen oder nur benutzerdefinierte Kanäle
2.4 GHz	Legt die Kanäle fest, die im 2,4-GHz-Band gescannt werden sollen
5 GHz	Legt die Kanäle fest, die im 5-GHz-Band gescannt werden sollen

Die verfügbaren Betriebsarten sind:

Standard	Frequenzen	Bandbreite	Datenrate
802.11a	5 GHz	20 MHz	54 Mbit/s
802.11b	2,4 GHz	20 MHz	11 Mbit/s
802.11g	2,4 GHz	20 MHz	54 Mbit/s
802.11n	2,4 GHz	20 MHz	144 Mbit/s
802.11n	5 GHz	40 MHz	150 Mbit/s

Tabelle 5.25.: IEEE 802.11-WLAN-Normen

In der Betriebsart `mesh point` stehen die folgenden weiteren Einstellungen zur Verfügung:

Parameter	Verwaltung des WLAN Mesh Point
Radio band	Wählt das Funkband aus, das für Verbindungen verwendet werden soll - je nach Modul 2,4 oder 5 GHz
Channel	Legt den zu verwendenden Kanal fest

Hinweis: 802.11n unterstützt 2x2 MIMO auf 2,4 GHz und 1x1 auf 5 GHz.
Vor dem Einrichten eines Access Points ist es sinnvoll, einen Netzwerkscan durchzuführen, um eine Liste der benachbarten WLAN-Netzwerke zu erhalten und dann den am wenigsten störenden Kanal zu wählen. Bitte beachten Sie, dass zwei ausreichend nutzbare Kanäle erforderlich sind, um mit 802.11n bei einer Bandbreite von 40 MHz einen guten Durchsatz zu erzielen.

WLAN-Konfiguration
In der Betriebsart `client` ist es möglich, eine Verbindung zu einem oder mehreren entfernten Zugangspunkten herzustellen. Das System schaltet auf das nächste Netzwerk in der Liste um, wenn eines ausfällt, und kehrt zum Netzwerk mit der höchsten Priorität zurück, sobald es wieder verfügbar ist.
Sie können einen WLAN-Netzwerkscan durchführen und die Einstellungen direkt aus den gefundenen Informationen auswählen. Die Authentifizierungsdaten müssen beim Betreiber des entfernten Access Points in Erfahrung gebracht werden.

Parameter	Konfiguration des WLAN-Clients
SSID	Der Netzwerkname (als SSID bezeichnet)
Security mode	Der gewählte Sicherheitsmodus
WPA mode	Die gewählte Verschlüsselungsmethode. WPA3 sollte gegenüber WPA2 und WPA1 bevorzugt werden
WPA cipher	Die zu verwendende WPA-Verschlüsselung; standardmäßig werden beide verwendet (TKIP und CCMP)
Identity	Die für WPA-RADIUS und WPA-EAP-TLS verwendete Identität
Passphrase	Die Passphrase, die für die Authentifizierung mit WPA-Personal verwendet wird, ansonsten die Schlüsselpassphrase für WPA-EAP-TLS

Parameter	Konfiguration des WLAN-Clients
Required signal strength	Erforderliche Signalstärke zum Herstellen der Verbindung

Der `client` führt Hintergrundscans für das Roaming innerhalb eines Extended Service Set durch. Die Hintergrundscans basieren auf der aktuellen Signalstärke.

Parameter	Parameter für die WLAN-Client-Hintergrundscans
Threshold	Die Signalstärke in dBm, ab der das lange bzw. kurze Zeitintervall gerechnet werden soll
Long interval	Die Zeit in Sekunden, nach der ein Hintergrundscan durchgeführt werden soll, nachdem die Signalstärke über den angegebenen Schwellenwert steigt
Short interval	Die Zeit in Sekunden, nach der ein Hintergrundscan durchgeführt werden soll, nachdem die Signalstärke unter den angegebenen Schwellenwert fällt

In der Betriebsart `access point` können Sie bis zu 2 SSIDs erstellen, von denen jede ihre eigene Netzwerkkonfiguration besitzt. Die Netzwerke können einzeln mit einer LAN-Schnittstelle verbunden (gebrückt) oder im Routing-Modus als dedizierte Schnittstelle betrieben werden.

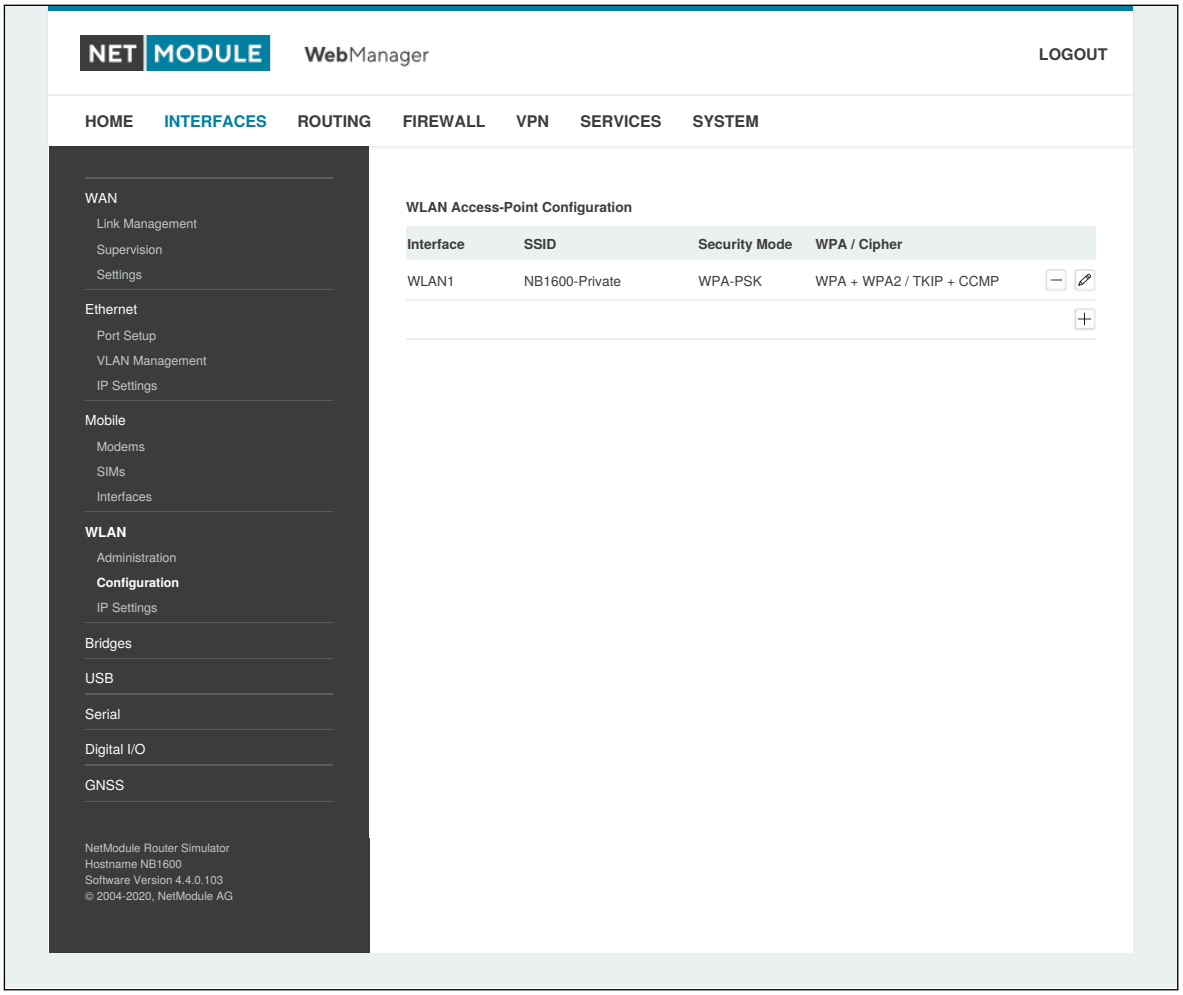


Abbildung 5.18.: WLAN-Konfiguration

In diesem Abschnitt können Sie sicherheitsrelevante Einstellungen konfigurieren.

Parameter	Konfiguration des WLAN-Access-Point
SSID	Der Netzwerkname (als SSID bezeichnet)
Security mode	Der gewählte Sicherheitsmodus
WPA mode	WPA2 sollte gegenüber WPA1 und WPA2 bevorzugt werden; der gemischte Modus (WPA/WPA2) bietet beides.
WPA cipher	Die zu verwendende WPA-Verschlüsselung; standardmäßig werden beide verwendet (TKIP und CCMP)
Passphrase	Die Passphrase, die für die Authentifizierung mit WPA-Personal verwendet wird.
Force PMF	Aktiviert geschützte Verwaltungsframes (Protected Management Frames)
Hide SSID	Der Netzwerkname (SSID) wird verborgen
Isolate clients	Deaktiviert die direkte Kommunikation zwischen Clients
Band steering master	Die WLAN-Schnittstelle, zu der der Client geleitet werden soll
Opportunistic Wireless Encryption transition	Die WLAN-Schnittstelle, zu der der Client von einer unverschlüsselten WLAN-Schnittstelle zu einer mit OWE verschlüsselten WLAN-Schnittstelle geleitet werden soll
Accounting	Legt das Abrechnungsprofil fest

Es gibt für die Sicherheit die folgenden Konfigurationsmöglichkeiten:

Parameter	WLAN-Sicherheitsmodi
Off	SSID ist deaktiviert
None	Keine Authentifizierung, offenes WLAN
WEP	WEP (wird heute nicht mehr empfohlen)
WPA-Personal	WPA-Personal (TKIP, CCMP), bietet eine passwortbasierte Authentifizierung
WPA-Enterprise	WPA-Enterprise im Access-Point-Modus; kann zur Authentifizierung gegenüber einem entfernten RADIUS-Server verwendet werden. Zur Konfiguration siehe Kapitel 5.8.2
WPA-RADIUS	EAP-PEAP/MSCHAPv2 im Access-Point-Modus; kann zur Authentifizierung gegenüber einem entfernten RADIUS-Server verwendet werden. Zur Konfiguration siehe Kapitel 5.8.2
WPA-TLS	EAP-TLS im Client-Modus; dient zur Authentifizierung über Zertifikate. Zur Konfiguration siehe Kapitel 5.8.8
OWE	Opportunistic Wireless Encryption alias Enhanced OPEN bietet verschlüsseltes WLAN ohne eine Authentifizierung

In der Betriebsart `mesh point` ist es möglich, eine Verbindung zu einem oder mehreren entfernten Mesh Points innerhalb des Mesh-Netzwerks herzustellen. Das System meldet sich automatisch beim WLAN an und verbindet sich mit den anderen Mesh-Partnern mit der gleichen ID und denselben Zugangsdaten.
Die Authentifizierungsdaten müssen beim Betreiber des entfernten Mesh-Networks in Erfahrung gebracht werden.

Parameter	Konfiguration von WLAN Mesh Points
MESHID	Der Netzwerkname (als MESHID bezeichnet)
Security mode	Der gewählte Sicherheitsmodus
enable gate announcements	Aktiviert Gate-Ankündigungen für das Mesh-Netzwerk

Es gibt für die Sicherheit die folgenden Konfigurationsmöglichkeiten:

Parameter	WLAN-Mesh-Point-Sicherheitsmodi
Off	MESHID ist deaktiviert
None	Keine Authentifizierung, offenes WLAN
SAE	SAE (Simultaneous Authentication of Equals) ist ein sicheres passwortbasiertes Protokoll zur Authentifizierung und zum Erstellen von Schlüsseln

WLAN-IP-Einstellungen

In diesem Abschnitt können Sie die TCP/IP-Einstellungen des WLAN-Netzwerks konfigurieren. Eine Schnittstelle für die Betriebsarten `client` und `mesh point` kann über DHCP oder mit einer statisch konfigurierten Adresse und einem Standard-Gateway betrieben werden.

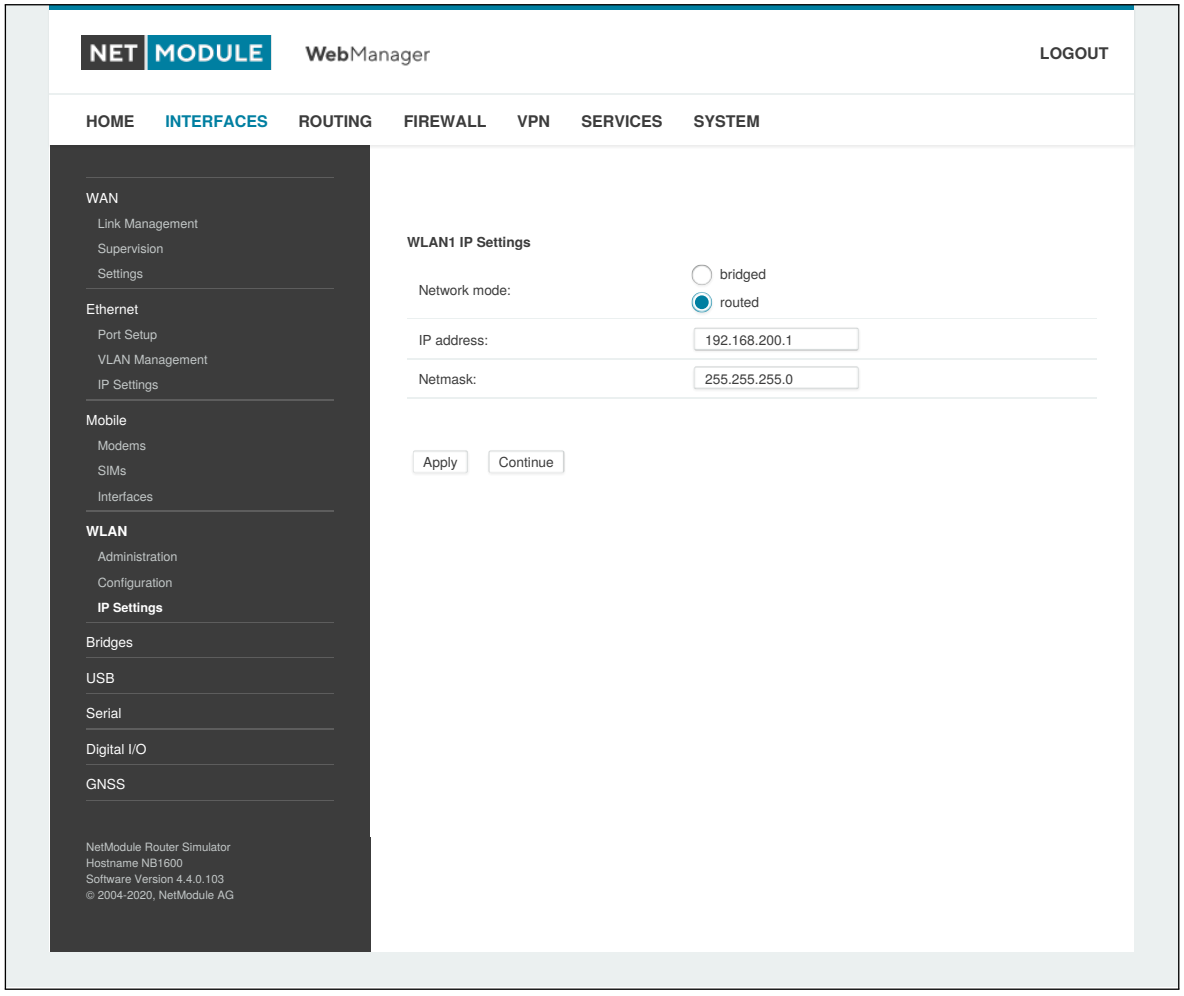


Abbildung 5.19.: WLAN-IP-Konfiguration

Die Netzwerke der Access Points können per Bridge mit jeder LAN-Schnittstelle verbunden (gebrückt) werden, damit WLAN-Clients und Ethernet-Hosts im gleichen Subnetz arbeiten können. Bei mehreren SSIDs empfehlen wir jedoch dringend, getrennte Schnittstellen im Routing-Modus einzurichten, um unerwünschte Zugriffe und Datenverkehr zwischen den Schnittstellen zu unterbinden. Der entsprechende DHCP-Server für jedes Netzwerk kann anschließend konfiguriert werden, siehe Kapitel 5.7.2.

Parameter	WLAN-IP-Einstellungen
Network mode	Legt fest, ob die Schnittstelle gebrückt oder im Routing-Modus betrieben werden soll
Bridge interface	Wenn gebrückt, die LAN-Schnittstelle, mit der das WLAN-Netzwerk gebrückt werden soll
IP address/netmask	Im Routing-Modus die IP-Adresse und Netzmaske für dieses WLAN-Netzwerk

Die folgende Funktion kann konfiguriert werden, wenn die WLAN-Schnittstelle gebrückt ist

Parameter	WLAN-Brückenfunktionen
IAPP	Aktiviert die Funktion Inter-Access Point Protocol
Pre-auth	Aktiviert den Vorauthentifizierungsmechanismus für Roaming-Clients (falls vom Client unterstützt). Pre-auth wird nur mit WPA2-Enterprise mit CCMP unterstützt.

5.3.5. Software-Bridges

Software-Bridges können Layer-2-Geräte wie OpenVPN TAP, GRE oder WLAN-Schnittstellen zu überbrücken, ohne dass eine physische LAN-Schnittstelle erforderlich ist.

Bridge-Einstellungen

Auf dieser Seite können Sie Software-Bridges aktivieren/deaktivieren.

Es bestehen die folgenden Konfigurationsmöglichkeiten:

Parameter	Bridge-Einstellungen
Administrative status	Aktiviert oder deaktiviert die Bridge-Schnittstelle. Wenn Sie eine Schnittstelle zum lokalen System benötigen, müssen Sie eine IP-Adresse für das lokale Gerät definieren.
IP Address	IP-Adresse der lokalen Schnittstelle (nur verfügbar, wenn Äktiviert mit lokaler Schnittstelle"gewählt wurde)
Netmask	Netzmaske der lokalen Schnittstelle (nur verfügbar, wenn Äktiviert mit lokaler Schnittstelle"gewählt wurde)
MTU	Optional: Maximale Größe einer Übertragungseinheit der lokalen Schnittstelle (nur verfügbar, wenn Äktiviert mit lokaler Schnittstelle"gewählt wurde"

5.3.6. USB

NetModule-Router werden mit einem Standard-USB-Host-Anschluss geliefert, an den ein Speicher-, Netzwerk- oder serielles USB-Gerät angeschlossen werden kann. Eine Liste der unterstützten Geräte erhalten Sie auf Anfrage vom Technischen Support.

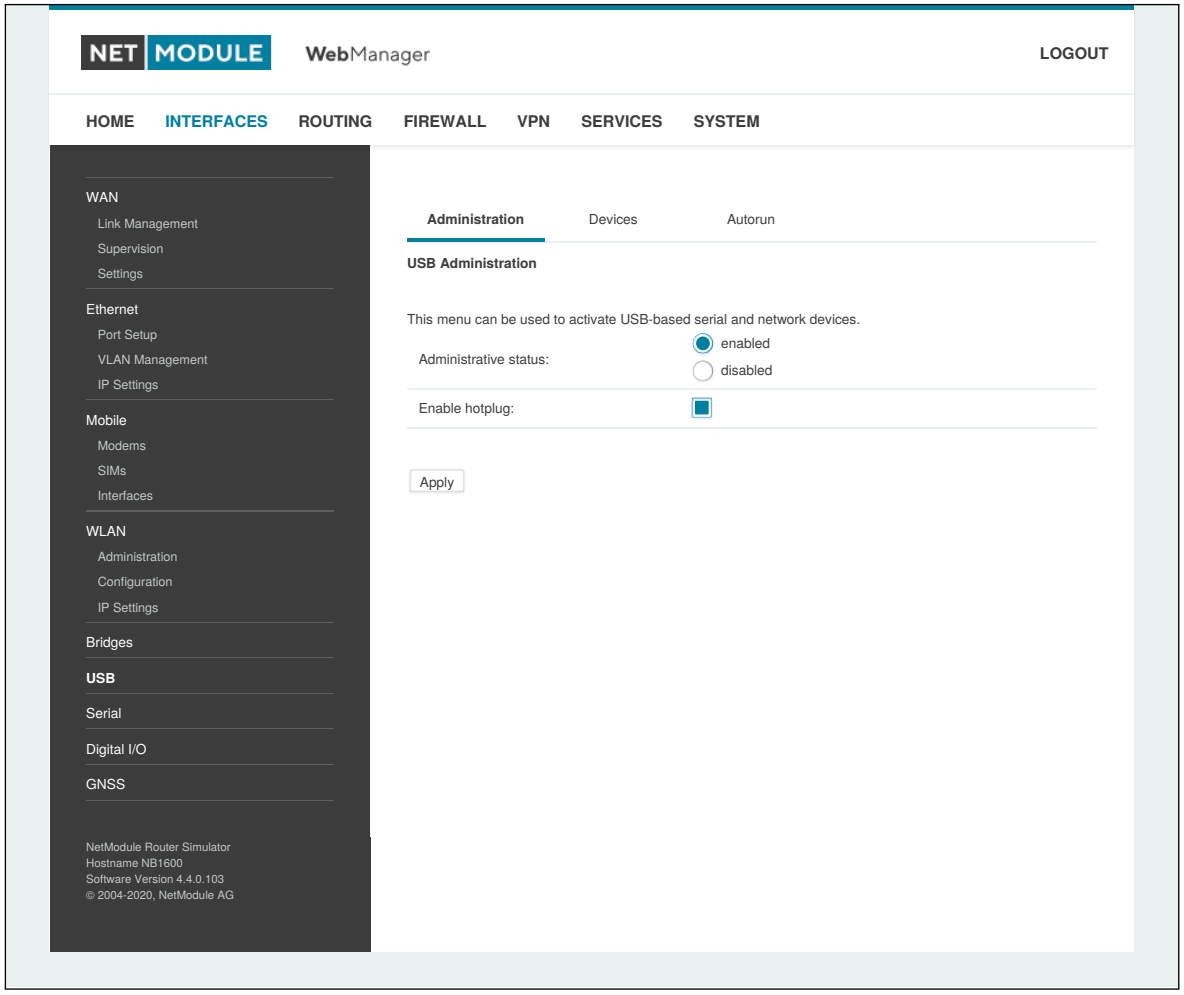


Abbildung 5.20.: USB-Verwaltung

USB-Verwaltung

Parameter	USB-Verwaltung
Administrative status	Legt fest, ob Geräte erkannt werden sollen
Enable hotplug	Legt fest, ob Geräte beim Einstecken im laufenden Betrieb erkannt werden oder nur beim Bootvorgang

USB-Geräte

Diese Seite zeigt die aktuell angeschlossenen Geräte an. Hier können Sie ein bestimmtes Gerät basierend auf seiner Hersteller- und Produkt-ID aktivieren. Nur aktivierte Geräte werden vom System erkannt und können zusätzliche Anschlüsse und Schnittstellen bereitstellen.

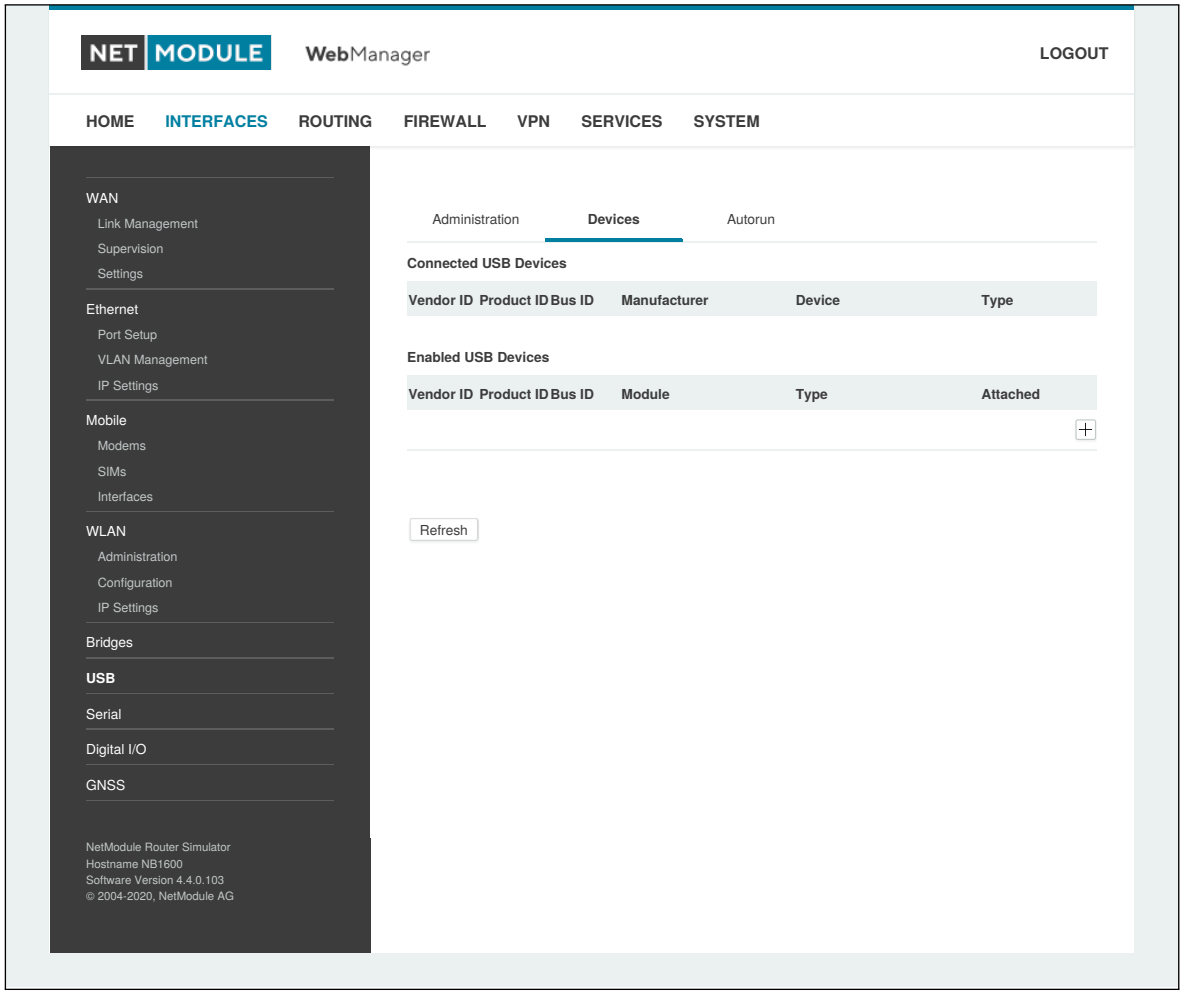


Abbildung 5.21.: USB-Geräteverwaltung

Parameter	USB-Geräte
Vendor ID	Die Herstellerkennung (Vendor ID) des USB-Geräts
Product ID	Die Produktkennung (Product ID) des USB-Geräts
Module	Das USB-Modul und der Typ des Treibers, der für dieses Gerät verwendet werden soll

Kennungen ID muss in hexadezimaler Schreibweise angegeben werden, Wildcards werden unterstützt (z. B. `AB[0-1][2-3]` oder `AB*`). Ein USB-Netzwerkgerät wird als LAN10 bezeichnet.

5.3.7. Serial

Auf dieser Seite können Sie die seriellen Schnittstellen verwalten. Eine serielle Schnittstelle kann verwendet werden von:

Parameter	Verwendung der seriellen Schnittstelle
none	Die serielle Schnittstelle wird nicht verwendet
login console	Über die serielle Schnittstelle wird eine Konsole geöffnet, auf die von einem Client mit seriellem Terminal von der Gegenseite aus zugegriffen werden kann. Sie bietet hilfreiche Start- und Kernel-Meldungen und erzeugt eine Anmeldeshell, über die sich Benutzer beim System anmelden können. Wenn mehr als eine serielle Schnittstelle vorhanden ist, kann jeweils eine serielle Schnittstelle als Anmeldekonsole konfiguriert werden.
device server	Die serielle Schnittstelle wird über einen TCP/IP-Port freigegeben und kann zur Implementierung eines seriellen/IP-Gateways verwendet werden.
modem bridge	Überbrückt die serielle Schnittstelle zum Modem TTY eines integrierten WWAN-Modems.
modem emulator	Emuliert ein klassisches mit AT-Befehlen gesteuertes Modem auf der seriellen Schnittstelle. Nähere Informationen finden Sie unter http://wiki.netmodule.com/app-notes/hayes-modem-at-simulator .
SDK	Die serielle Schnittstelle wird für SDK-Skripte reserviert.

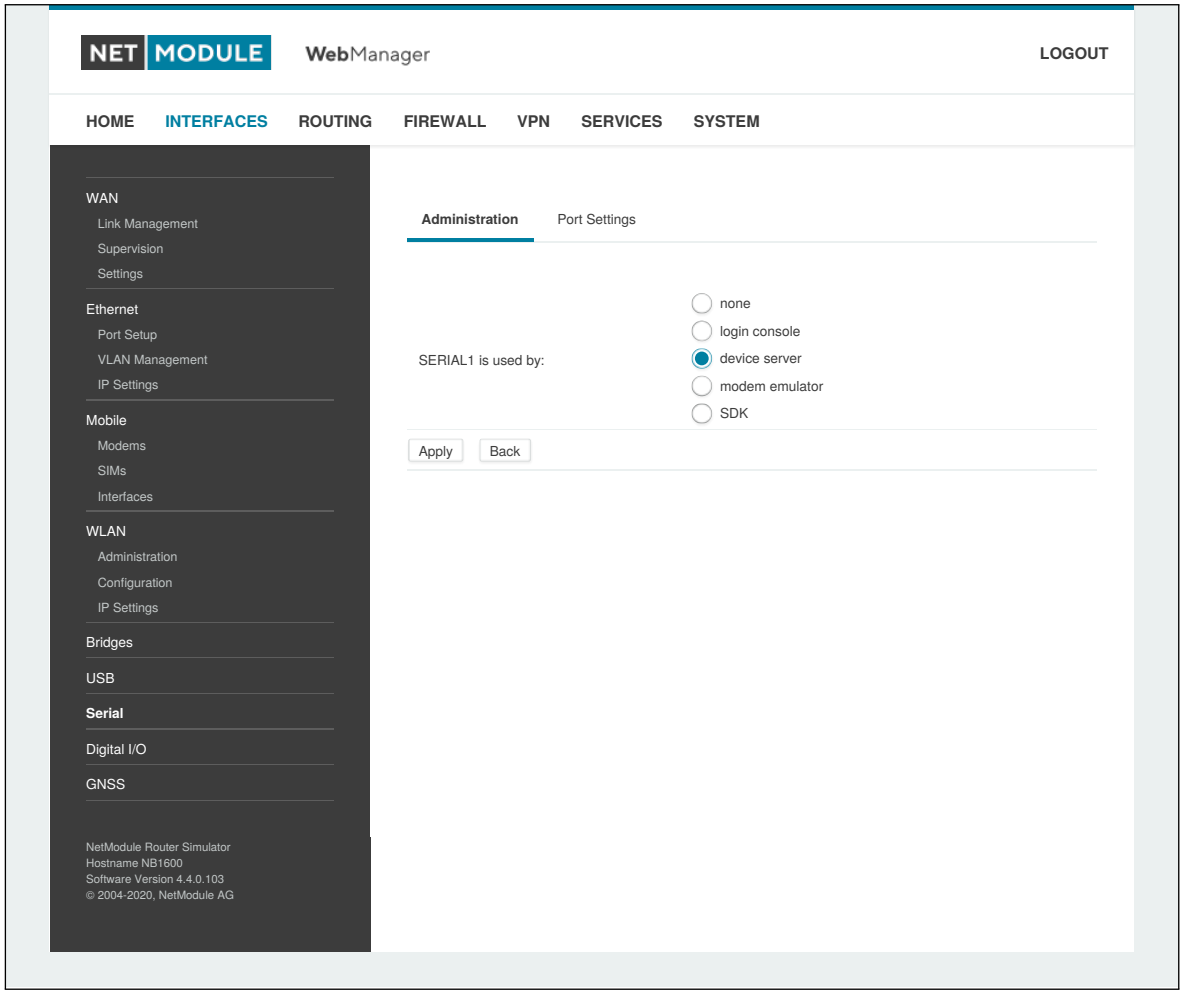


Abbildung 5.22.: Verwaltung der seriellen Schnittstelle

Beim Betrieb eines Geräteservers sind die folgenden Einstellungen verfügbar:

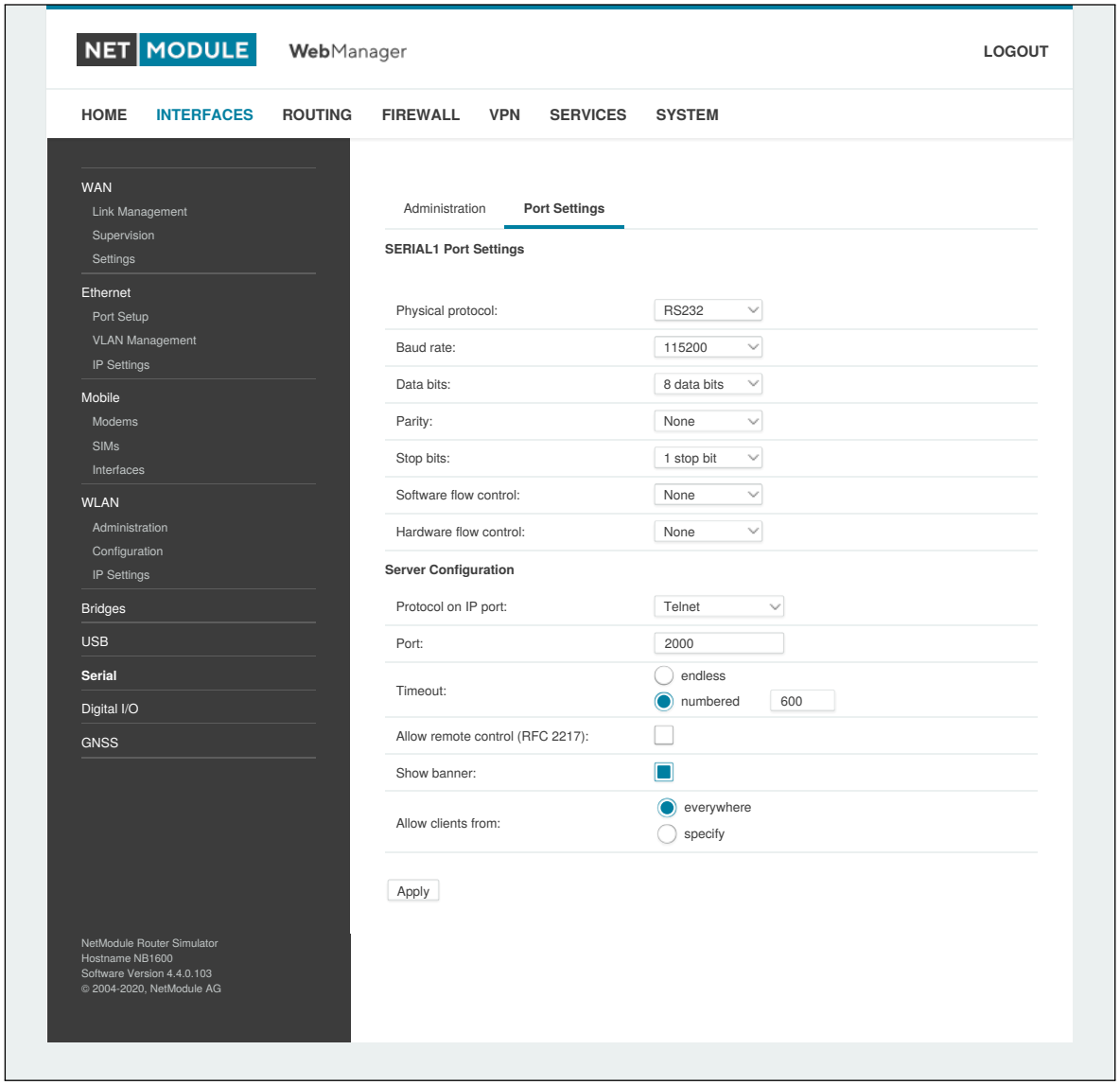


Abbildung 5.23.: Einstellungen der seriellen Schnittstelle

Parameter	Einstellungen der seriellen Schnittstelle
Physical protocol	Wählt das gewünschte physikalische Protokoll auf der seriellen Schnittstelle
Baud rate	Gibt die Geschwindigkeit an, mit der die serielle Schnittstelle betrieben wird
Data bits	Gibt die Anzahl der Datenbits an, die in jedem Frame enthalten sind
Parity	Gibt die Parität an, die für jeden gesendeten oder empfangenen Frame verwendet wird

Parameter	Einstellungen der seriellen Schnittstelle
Stop bits	Legt die Anzahl der Stoppbits fest, die verwendet werden, um das Ende eines Frames anzuzeigen
Software flow control	Legt die Software-Datenflusssteuerung für die serielle Schnittstelle fest; `XOFF` sendet ein Stoppzeichen, `XON` ein Startzeichen an die Gegenstelle, um die eingehenden Daten zu steuern
Hardware flow control	Sie können die RTS/CTS-Hardware-Datenflusssteuerung aktivieren, sodass die RTS- und CTS-Leitungen zur Steuerung des Datenflusses verwendet werden können
Protocol on TCP/IP	Sie können die IP-Protokolle `Telnet` oder `TCP raw` für den Geräteserver wählen.
Port	Der TCP-Port für den Geräteserver
Timeout	Das Zeitlimit, bis ein Client als nicht mehr verbunden betrachtet wird

Parameter	Server-Einstellungen
Protocol on IP port	Legt das IP-Protokoll fest (TCP oder Telnet)
Port	Legt den TCP-Port fest, auf dem der Server erreichbar sein soll
Timeout	Zeit (in Sekunden) bis zum Trennen der Verbindung, wenn auf dem Anschluss keine Aktivität verzeichnet wird Ein Wert von 0 deaktiviert diese Funktion.
Allow remote control	Lässt die (nach RFC 2217) der seriellen Schnittstelle zu
Show banner	Zeigt ein Banner an, wenn Clients eine Verbindung herstellen
Stop bits	Legt die Anzahl der Stoppbits fest, die verwendet werden, um das Ende eines Frames anzuzeigen
Allow clients from	Legt fest, welche Clients eine Verbindung zum Server herstellen dürfen

Bitte beachten Sie, dass der Geräteserver keine Authentifizierung oder Verschlüsselung bietet und Clients von überall aus eine Verbindung herstellen können. Ziehen Sie in Erwägung, den Zugriff auf ein begrenztes Netzwerk/einen bestimmten Host zu beschränken oder Pakete mit Hilfe der Firewall zu blockieren.

Wenn die serielle Schnittstelle als AT-Modem-Emulator betrieben wird, stehen die folgenden Einstellungen zur Verfügung:

Parameter	Einstellungen der seriellen Schnittstelle
Physical protocol	Wählt das gewünschte physikalische Protokoll auf der seriellen Schnittstelle
Baud rate	Gibt die Geschwindigkeit an, mit der die serielle Schnittstelle betrieben wird

Parameter	Einstellungen der seriellen Schnittstelle
Hardware flow control	Sie können die RTS/CTS-Hardware-Datenflusssteuerung aktivieren, sodass die RTS- und CTS-Leitungen zur Steuerung des Datenflusses verwendet werden können

Parameter	Eingehende Verbindungen über Telnet
Port	Der TCP-Port für den Geräteserver

Parameter	Telefonbucheinträge
Number	Rufnummer, die einen Alias erhalten soll
IP address	IP-Adresse, die der Nummer zugewiesen wird
Port	Anschlussbezeichnung (Port) der IP-Adresse

5.3.8. Digitale Ein-/Ausgänge

Diese Seite zeigt den aktuellen Status der Ein-/Ausgänge an. Für die Ausgangsports gibt es die Einstellungen `on` oder `off`.

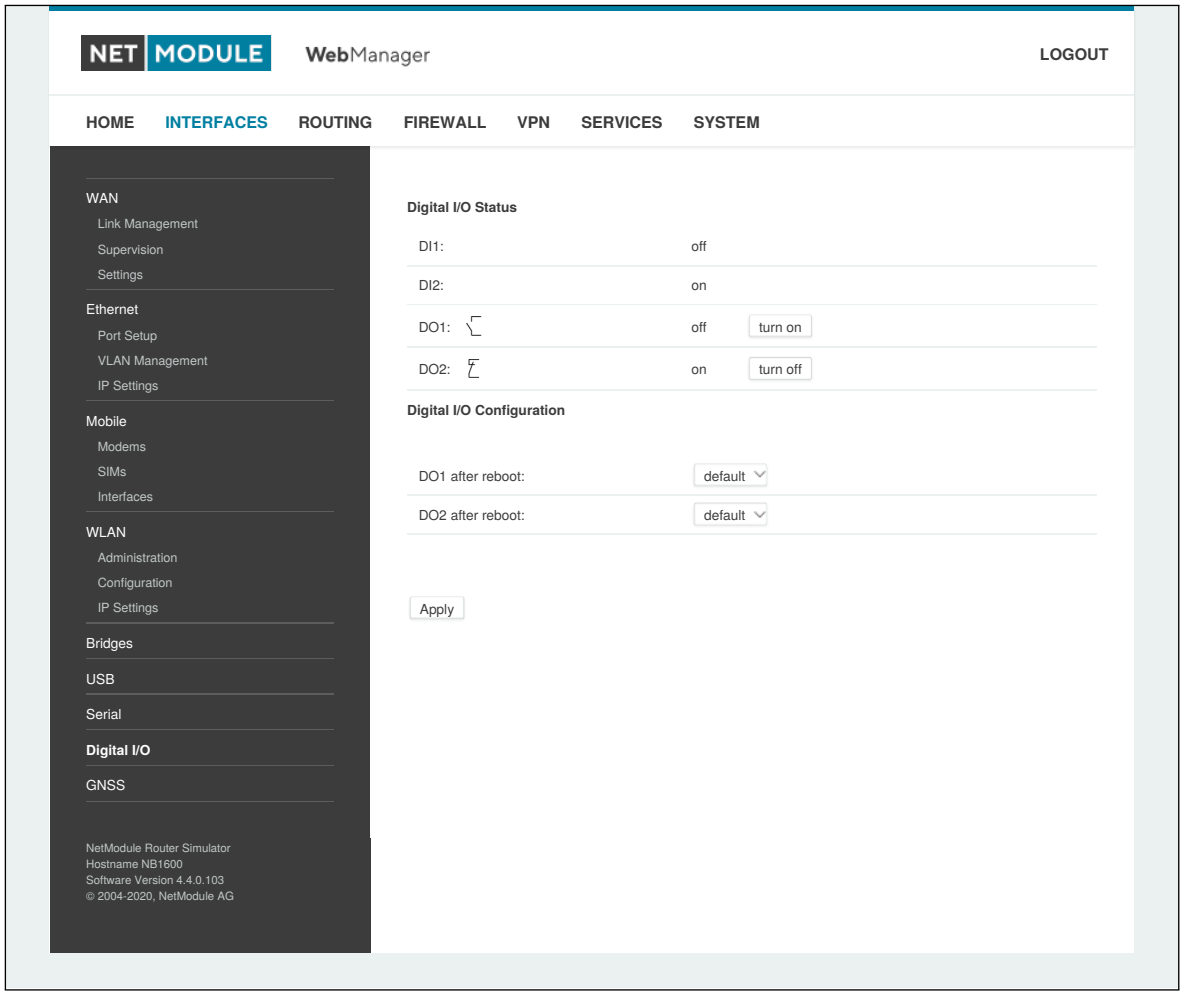


Abbildung 5.24.: Digitale Ein-/Ausgänge

Es stehen die folgenden Einstellungen zur Verfügung:

Parameter	Einstellungen des digitalen Ein-/Ausgangs
DO1 after reboot	Ausgangszustand von DO1 nach dem Hochfahren des Systems
DO2 after reboot	Ausgangszustand von DO2 nach dem Hochfahren des Systems

Neben `on` und `off` können Sie auch die Einstellung `default` erhalten, die die Hardware nach dem Einschalten initialisiert hat.
Die digitalen Ein- und Ausgänge können auch durch SDK-Skripte überwacht und gesteuert werden.

5.3.9. Bluetooth Low Energy

Wenn eine Bluetooth-Schnittstelle vorhanden ist, kann sie entweder mit der SDK-Scripting-Engine verwendet oder an die Virtualisierung weitergeleitet werden.

Bluetooth-Einstellungen

Auf dieser Seite können Sie das Bluetooth-Modul entweder dem SDK oder der Virtualisierung zuordnen oder aber die Bluetooth-Funktion ausschalten.

Es bestehen die folgenden Konfigurationsmöglichkeiten:

Parameter	Bluetooth-Einstellungen
Administrative status	Aktiviert das Modul für das SDK oder die Virtualisierung

Wenn Sie das Modul für die SDK-Nutzung aktivieren, benötigen Sie ein SDK-Skript, das die Hardwareschnittstelle verwaltet. Sie können dabei den Advertising- (Anmeldungs-) oder den Scan- (Empfangs-) Modus starten und Parameter über das SDK einrichten. Eine detaillierte Beschreibung finden Sie in der SDK-API.

Wenn Sie das Modul für die Virtualisierung aktivieren, erfolgt vom Hostsystem aus keine Interaktion mit dem Modul. Verantwortlich für die richtige Verwendung ist der Anwender. Bitte beachten Sie auch unsere Beispiele und die Dokumentation im öffentlichen Wiki.

5.4. ROUTING

5.4.1. Statisches Routing

In diesem Menü werden alle Routing-Einträge des Systems angezeigt. Sie werden normalerweise durch ein Adresse-Netzmaske-Paar gebildet (dargestellt in IPv4-Dezimalpunktschreibweise), die das Ziel eines Pakets angeben. Die Pakete können entweder an ein Gateway oder an eine Schnittstelle oder an beide adressiert werden. Wenn die Schnittstelle auf ANY eingestellt ist, wählt das System die Routenschnittstelle automatisch aus, abhängig vom am besten passenden Netzwerk, das für eine Schnittstelle konfiguriert ist.

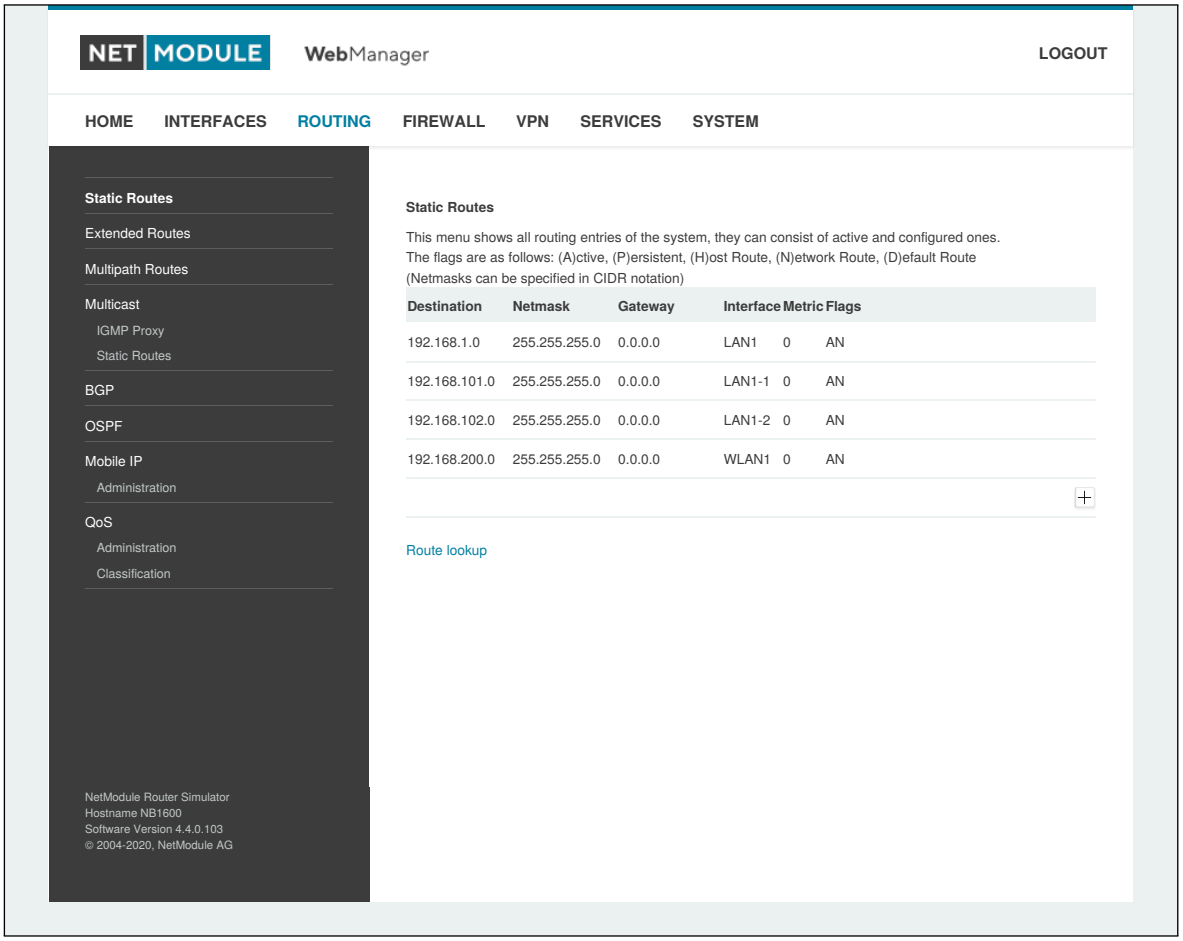


Abbildung 5.25.: Statisches Routing

Im Allgemeinen haben Hostrouten Vorrang vor Netzwerkrouten und Netzwerkrouten Vorrang vor Standardrouten. Zusätzlich kann die Priorität einer Route bestimmt werden; ein Paket geht in die Richtung mit dem niedrigsten Routenmesswert, falls ein Ziel mehreren Routen entspricht.

Netzmasken können in CIDR-Notation angegeben werden (d. h. /24 wird interpretiert als 255.255.255.0).

Parameter	Konfiguration des statischen Routing
Destination	Die Zieladresse eines Pakets
Netmask	Die Netzmaske, die in Kombination mit dem Ziel das zu adressierende Netzwerk definiert. Ein einzelner Host kann durch eine Netzmaske von 255.255.255.255 angegeben werden; eine Standardroute entspricht 0.0.0.0.
Gateway	Der nächste Hop, der als Gateway für dieses Netzwerk fungiert (kann bei Peer-to-Peer-Verbindungen weggelassen werden)
Interface	Die Netzwerkschnittstelle, auf der ein Paket übertragen wird, um das dahinterliegende Gateway oder Netzwerk zu erreichen
Metric	Routenmesswert der Schnittstelle (Standardwert 0); je höher der Wert, desto ungünstiger die Route
Flags	(A)ctive, (P)ersistent, (H)ost Route, (N)etwork Route, (D)efault Route

Die Flags haben folgende Bedeutung:

Flag	Beschreibung
A	Die Route wird als aktiv betrachtet; sie kann inaktiv sein, wenn die Schnittstelle für diese Route noch nicht fertig aktiviert ist.
P	Die Route ist persistent, d. h. es handelt sich um eine konfigurierte Route; ansonsten entspricht sie einer Schnittstellenroute.
H	Die Route ist eine Host-Route; typischerweise ist die Netzmaske auf 255.255.255.255 gesetzt.
N	Die Route ist eine Netzwerkroute, bestehend aus einer Adresse und einer Netzmaske, die das zu adressierende Subnetz bildet.
D	Die Route ist eine Standard-Route; Adresse und Netzmaske sind auf 0.0.0.0 gesetzt und passen somit zu jedem Paket.

Tabelle 5.47.: Statische Routen-Flags

5.4.2. Erweitertes Routing

Mit dem erweiterten Routing können richtlinienbasierte Routen genutzt werden; sie haben in der Regel Vorrang vor statischen Routen.

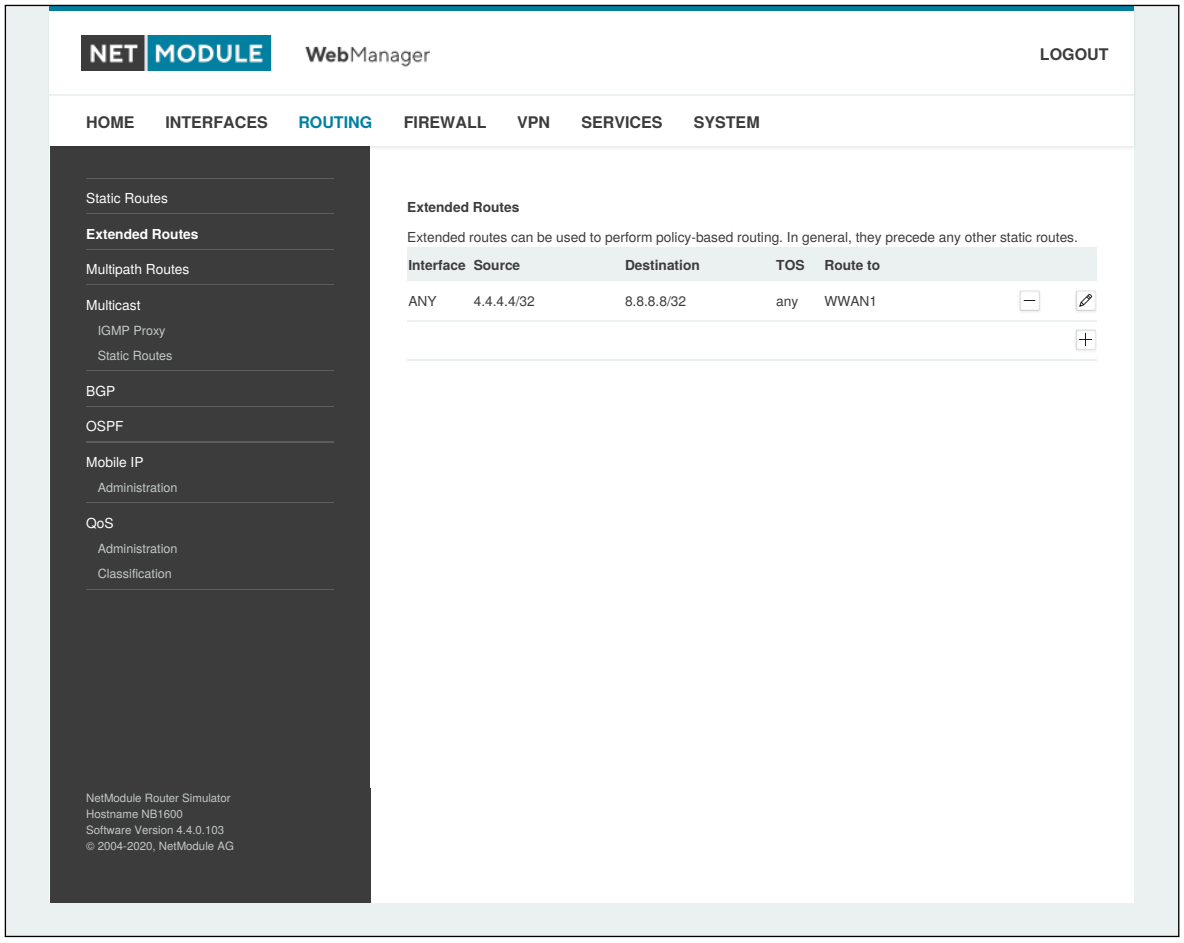


Abbildung 5.26.: Erweitertes Routing

Im Gegensatz zu statischen Routen können erweiterte Routen nicht nur eine Zieladresse/Netzmaske, sondern auch eine Quelladresse/Netzmaske, die eingehenden Schnittstelle und den Diensttyp (TOS) der Pakete enthalten.

Parameter	Konfiguration des erweiterten Routing
Source address	Die Quelladresse eines Pakets
Source netmask	Die Quelladressmaske eines Pakets
Destination address	Die Zieladresse eines Pakets
Destination netmask	Die Zieladressmaske eines Pakets
Incoming interface	Die Schnittstelle, über die das Paket in das System gelangt
Type of service	Der TOS-Wert im Header des Pakets
Route to	Legt die Zielschnittstelle oder das Zielgateway an, an die das Paket weitergeleitet werden soll

Parameter	Konfiguration des erweiterten Routing
discard if down	Pakete verwerfen, wenn die angegebene Schnittstelle ausgefallen ist

5.4.3. Multipath-Routing

Multipath-Routen führen eine gewichtete IP-Sitzungsverteilung für bestimmte Subnetze über mehrere Schnittstellen durch.

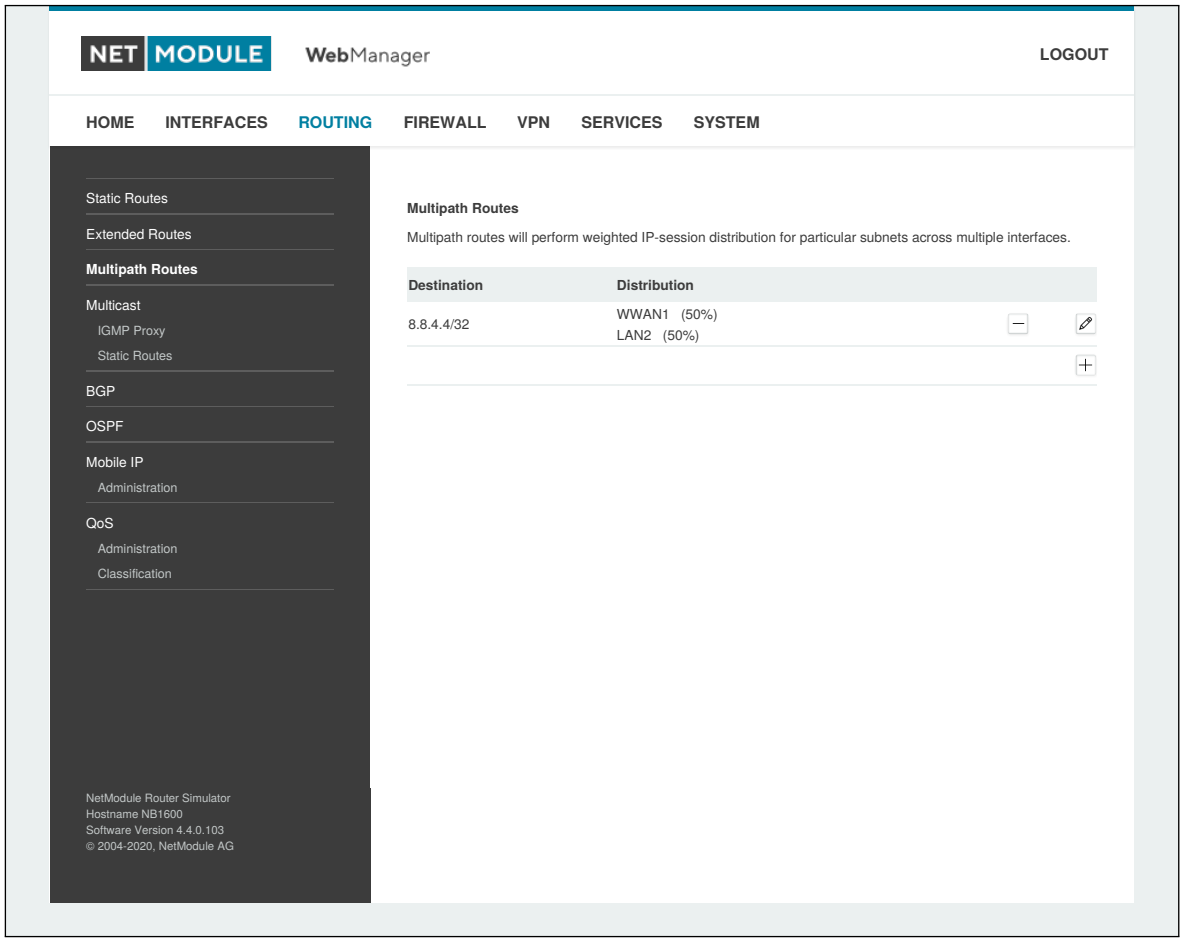


Abbildung 5.27.: Multipath-Routing

Für die Einrichtung des Multipath-Routings müssen mindestens zwei Schnittstellen definiert sein. Weitere Schnittstellen können mit dem Pluszeichen hinzugefügt werden.

Parameter	Multipath-Routen hinzufügen
Target network/netmask	Definiert das Zielnetzwerk, für das Multipath-Routing angewendet werden soll
Interface	Wählt die Schnittstelle für einen Pfad aus
Weight	Last der konkreten Schnittstelle im Verhältnis zu den anderen
NextHop	Überschreibt das Standard-Gateway dieser Schnittstelle

5.4.4. Multicast-Routing

Multicast ist die Zustellung von IP-Paketen einer Quelle an mehrere Empfänger. Die Empfänger senden Multicast-Nachrichten um sich für eine Multicast-Gruppe anzumelden und erhalten dann die Daten in Form von Multicast-Paketen. Die Multicast-Nachrichten werden also von der Paketsenke and die Paketquelle gesendet.

Multicast-Routing (MCR) dient der gezielten weiterleitung von Multicast-Paketen von einem Netzwerk in ein Anderes.

Achtung:
Da Multicast zur Verteilung von Nachrichten an mehrere Empfänger innerhalb eines einzelnen Netzwerkes eingesetzt wird, ist es üblich, dass Programme, die Testdaten hierfür generieren, die TTL von Multicast-Paketen auf 1 setzen, um zu verhindern, dass diese in andere Netze übermittelt werden. Sollen Pakete von einem Netz in ein anderes geroutet werden, so muss sichergestellt werden, dass die TTL der versendeten Pakete größer als 1 ist.

Multicast-Routing (MCR) kann von einem Daemon konfiguriert und verwaltet werden. Es kann jeweils nur ein MCR-Daemon verwendet werden.

NetModule-Router werden mit zwei verschiedenen MCR-Daemons ausgeliefert; die Auswahl richtet sich nach den vorhandenen Abhängigkeiten im System

Parameter	Verwaltungsstatus
IGMP proxy	Weiterleitung von Multicast-Nachrichten, die auf einer bestimmten Schnittstelle dynamisch erkannt werden, an eine andere Schnittstelle
static routes	Liste der MCR-Regeln zur Weiterleitung von Nachrichten einer bestimmten Quelle und Gruppe von einer bestimmten Schnittstelle zu einer anderen
disabled	Deaktiviert das Routing von Multicast-Nachrichten

IGMP proxy

IGMP-Proxy, der Multicast-Gruppen auf einer bestimmten Schnittstelle verwalten kann und eingehende Multicast-Pakete in Richtung der Downstream-Schnittstellen verteilen kann, an denen Hosts Multicast-Gruppen beigetreten sind.

Parameter	Einstellungen für Multicast-Routing
Incoming interface	Legt die Upstream-Schnittstelle fest, auf der Hosts Multicast-Gruppen beitreten können und auf der Multicast-Pakete ankommen
Sender network	Legt die Netzwerkadresse der Multicast-Quelle fest
Sender netmask	Legt die Netzmaske der Multicast-Quelle fest
Distribute to	Legt die Downstream-Schnittstellen fest, an die Multicast-Pakete weitergeleitet werden sollen

Statisches Routing

Leitet Multicast-Pakete je nach Ursprung und Gruppe in unterschiedliche Richtungen, basierend auf vorgegebenen MCR-Regeln:

Parameter	Einstellungen für statisches Multicast-Routing
Group	IP-Adresse der MCR-Gruppe
Source	IP der Paketquelle
Incoming interface	Schnittstelle zum Netz der Quelle der Multicast-Pakete
Outgoing interface	Schnittstelle an die Multicast-Pakete weitergeleitet werden

5.4.5. BGP

Auf der allgemeinen BGP-Registerkarte (BGP General Settings) können Peerings des NetModule Routers mit anderen Routern eingerichtet werden, die das Border Gateway Protocol (BGP) beherrschen.

Parameter	Allgemeine BGP-Einstellungen
Administrative status	Legt fest, ob das BGP-Routingprotokoll aktiv ist
Router ID	Eine optionale Router-ID kann im punkt-separierten IPv4-Format vorgegeben werden. Gibt es keine Vorgabe, so wird der BGP-Daemon versuchen, eine gültige ID zu finden oder auf 0.0.0.0 zurückfallen
AS number	Die Nummer des autonomen Systems (AS), zu dem der NetModule-Router gehört (1-4294967295)
Redistribute connected routes	Routen an Netzwerke umverteilen, die direkt mit dem NetModule-Router verbunden sind
Redistribute local routes	Umverteilen von Routen entsprechend der eigenen Routing-Tabelle des NetModule-Routers
Redistribute OSPF routes	Legt fest, dass über das OSPF-Routingprotokoll erlernte Routen weitergeleitet werden
Disable when redundancy backup	Deaktiviert das BGP, wenn der Router durch das VRRP-Redundanzprotokoll in den Slave-Modus versetzt wird
Keepalive timer	Die Zeit in Sekunden, nach dem eine Keepalive-Nachricht gesendet wird
Holddown timer	Die Zeit in Sekunden, die der Router auf eintreffende BGP-Nachrichten wartet, bis er annimmt, dass der Nachbar ausgefallen ist

Auf der Registerkarte BGP Neighbors werden alle BGP-Router konfiguriert, zu denen eine Peer-Verbindung aufgebaut werden soll (Nachbarn).

Parameter	BGP-Nachbarn
IP address	IP-Adresse des Peer-Routers
As number	Nummer des Peer-Routers im autonomen System (1-4294967295)
Password	Passwort für die Authentifizierung beim Peer-Router. Wenn das Passwort leer ist, wird die Authentifizierung deaktiviert.
Multihop	Ermöglicht mehrere Hops zwischen diesem Router und dem Peer-Router, ohne dass der Peer direkt verbunden sein muss.
Address Family	Es kann ausgewählt werden, ob ipv4-unicast oder l2vpn-evpn als Adressentyp verwendet werden soll
Weight	Gibt die Standardlast für die Nachbarroute an

Auf der Netzwerk-Registerkarte (BGP Networks) können IP-Netzwerkpräfixe hinzugefügt werden, die über BGP verteilt werden sollen, und zwar zusätzlich zu den Netzwerken, die aus anderen Quellen verteilt werden, wie auf der Registerkarte Allgemein definiert.

Parameter	BGP-Netzwerke
Prefix	Präfix des zu verteilenden Netzwerks
Prefix length	Länge des Präfixes des zu verteilenden Netzwerks

5.4.6. OSPF

Im OSPF-Menü können Sie den NetModule-Router zu einem Netzwerk von OSPF-Routern hinzufügen.

Parameter	Allgemeine OSPF-Einstellungen
Administrative status	Legt fest, ob das OSPF-Routingprotokoll aktiv ist
Router ID	Die Router-ID ist eine eindeutige Identität für den NetModule-Router. Wenn keine Router-ID angegeben ist, wählt das System automatisch die höchste IP-Adresse als Router-ID aus
Redistribute connected routes	Routen an Netzwerke umverteilen, die direkt mit dem NetModule-Router verbunden sind
Redistribute local routes	Umverteilen von Routen entsprechend der eigenen Routing-Tabelle des NetModule-Routers
Redistribute BGP routes	Legt fest, dass über das BGP-Routingprotokoll erlernte Routen weitergeleitet werden
Redistribute default route	Verteilt die Standardroute des Routers weiter
Disable when redundancy backup	Deaktiviert das OSPF, wenn der Router durch das VRRP-Redundanzprotokoll in den Slave-Modus versetzt wird

Auf der Schnittstellen-Registerkarte werden OSPF-spezifische Einstellungen für die IP-Schnittstellen des Routers festgelegt. Wenn für eine bestimmte Schnittstelle keine Einstellungen definiert sind, werden die Standardeinstellungen verwendet.

Parameter	OSPF-Schnittstellen
Interface	Name der Schnittstelle, für die Einstellungen definiert werden sollen
Authentication	Das Authentifizierungsprotokoll, das auf der Schnittstelle zur Authentifizierung von OSPF-Paketen verwendet werden soll
Key	Der für die Authentifizierung verwendete Schlüssel
Key ID	Die ID des Schlüssels, der für die Authentifizierung verwendet werden soll (1-255)
Cost	Die Kosten für das Senden von Paketen über diese Schnittstelle. Wenn die Abgabe fehlt oder gleich 0 ist, werden die OSPF-Standardwerte verwendet.
Passive	Legt fest, dass keine OSPF-Pakete auf dieser Schnittstelle versendet werden

Auf der Netzwerke-Registerkarte wird festgelegt, für welche IP-Netzwerke das OSPF zuständig ist und zu welchem Routing-Bereich sie gehören.

Parameter	OSPF-Netzwerke
Prefix	Präfix des Netzwerks
Prefix length	Länge des Präfixes
Bereich	Routing-Bereich, zu dem diese Schnittstelle gehört (0-65535, 0 bedeutet Backbone)

5.4.7. Mobile IP

Die Mobile IP (MIP) ermöglicht einen nahtlosen Wechsel zwischen verschiedenen Arten von WAN-Verbindungen (z. B. WWAN/WLAN). Der Befehl `mobile node` ist dabei stets über die gleiche IP-Adresse erreichbar (`home address`), unabhängig von der verwendeten WAN-Verbindung. Effektiv verursacht jeder Wechsel der WAN-Verbindung während des Umschaltevorgangs kurzzeitige Ausfälle, während alle IP-Verbindungen aktiv gehalten werden.

Außerdem unterstützen NetModule-Router auch NAT-Traversal für mobile Knoten, die hinter einer Firewall laufen (und NAT ausführen), wodurch mobile Knoten auch dort von einer Zentrale aus über ihre Home-Adresse erreichbar sind und komplizierte VPNs umgangen werden.

Der `home agent` bewerkstelligt dies durch den Aufbau eines Tunnels (ähnlich einem VPN-Tunnel) zwischen sich selbst und dem `mobile node`. Der Wechsel von WAN-Verbindungen funktioniert so: Der `home agent` wird benachrichtigt, dass die WAN-IP-Adresse (bei MIP als `care-of address` bezeichnet) des `mobile node` sich geändert hat. Der `home agent` verkapselt dann Pakete, die für die Home-Adresse eines `mobile node`bestimmt sind, in einem Umpaket mit der aktuellen `care-of address` des `mobile node` als Zieladresse.

Um Probleme mit Firewalls und privater IP-Adressierung zu vermeiden, wird bei der MIP-Implementierung immer ein Reverse Tunneling eingesetzt, was bedeutet, dass der gesamte Datenverkehr, der von einem `mobile node` gesendet wird, über den Tunnel an den `home agent` weitergeleitet wird statt direkt an den Zielort. Dank dieses Verhaltens kann MIP auch als vereinfachter VPN-Ersatz (ohne Payload-Geheimhaltung) verwendet werden.

Die MIP-Implementierung unterstützt RFC 3344, 5177, 3024 und 3519. Für Anwendungen, die eine große Anzahl von mobilen Knoten erfordern, wurde die Interoperabilität mit der `home agent` - Implementation der Cisco-2900-Serie getestet. Da jedoch NetModule-Router sowohl einen `mobile node` als auch einen `home agent` implementieren, können MIP-Netzwerke mit bis zu 10 mobilen Knoten eingerichtet werden, ohne dass teure Router von Drittanbietern erforderlich sind.

Wenn das MIP als `mobile node` ausgeführt wird, stehen die folgenden Einstellungen zur Verfügung:

Parameter	Konfiguration von Mobile IP
Primary home agent address	Die Adresse des primären `home agent`
Secondary home agent address	Die Adresse des sekundären `home agent`. Der mobile Knoten wird versuchen, sich hier anzumelden, wenn der primäre `home agent` nicht erreichbar ist.
Home address	Die permanenten Home-Adresse des `mobile node` über den der mobile Router jederzeit erreichbar ist.
SPI	Der Security Parameter Index (SPI), der den Sicherheitskontext für den mobilen IP-Tunnel zwischen dem `mobile node` und dem `home agent`. Auf diese Weise werden mobile Knoten voneinander unterschieden. Daher muss jedem mobilen Knoten ein eindeutiger SPI zugewiesen werden. Dies ist ein 32-Bit-Hexadezimalwert.

Parameter	Konfiguration von Mobile IP
Authentication type	Der verwendete Authentifizierungsalgorithmus. Dies kann prefix-suffix-md5 (Standard bei MIP) oder hmac-md5 sein.
Shared secret	Die Passphrase (Shared Secret), das für die Authentifizierung des `mobile node` beim `home agent` genutzt wird. Dies kann ein 128-Bit-Hexadezimalwert oder eine ASCII-Zeichenkette beliebiger Länge sein.
Life time	Die Gültigkeitsdauerdauer von Sicherheitszuordnungen in Sekunden.
MTU	Die maximale Grösse eines Pakets in Byte, Default Wert 1468
UDP encapsulation	Legt fest, ob die UDP-Kapselung verwendet werden soll. Um NAT-Traversal zu ermöglichen, muss die UDP-Kapselung aktiviert sein.
Mobile network address	Gibt optional ein Subnetz an, das an den `mobile node` weitergeleitet werden soll, Diese Information wird über die Erweiterungen der Netzwerkmobilität (NEMO) an den `home agent`weitergeleitet. Der. `home agent` kann dann automatisch IP-Routen für das Subnetz über den `mobile node` hinzufügen. Hinweis: Diese Funktion wird nicht von allen `home agent` -Implementationen von Drittanbietern unterstützt.
Mobile network mask	Die Netzmaske für das optionale geroutete Netzwerk.

Wenn das MIP als `home agent`ausgeführt wird, müssen Sie zunächst eine Home-Adresse und eine Netzmaske für den `home agent` festlegen. Anschließend müssen Sie die Konfiguration für alle mobilen Knoten hinzufügen.

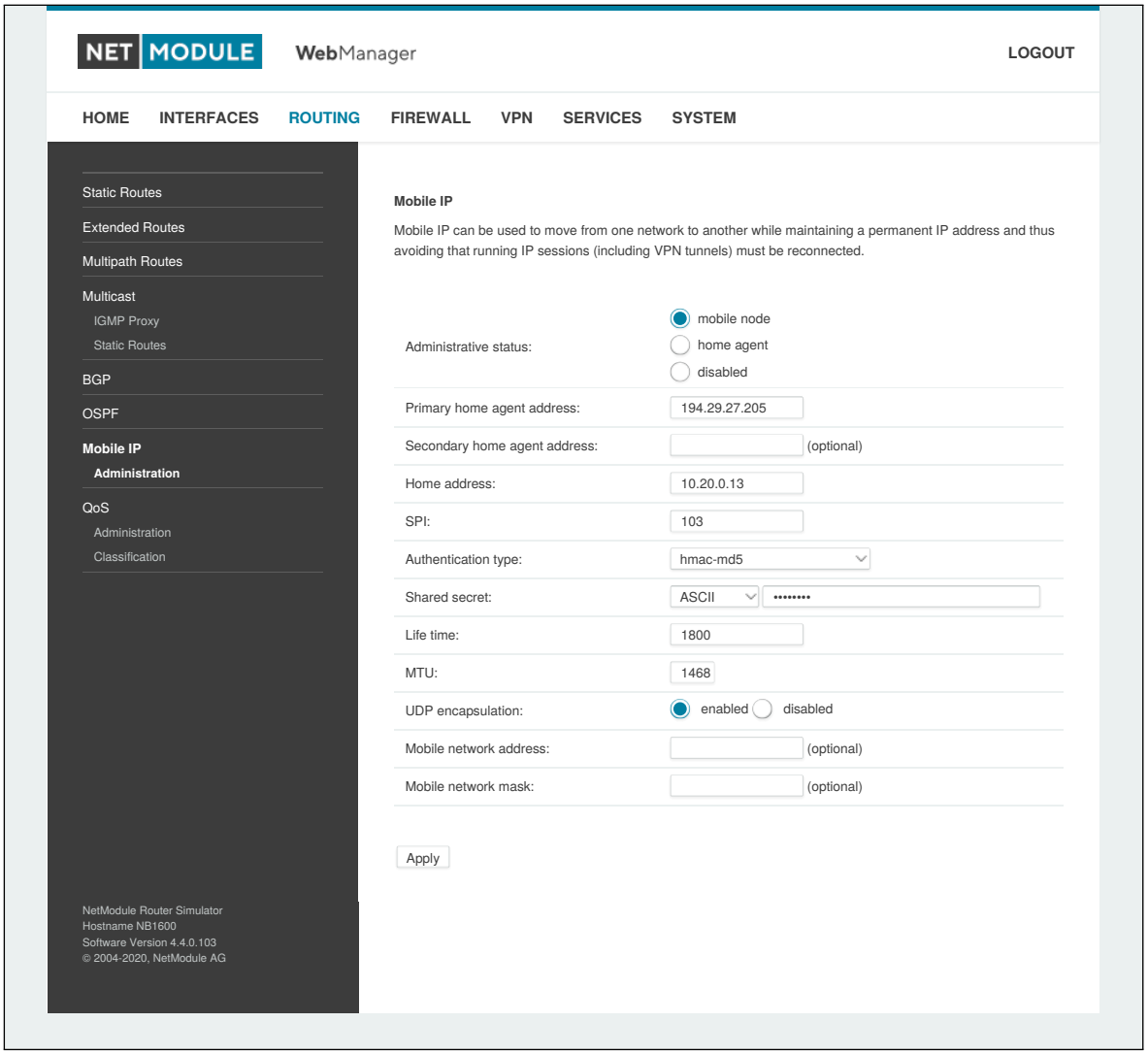


Abbildung 5.28.: Mobile IP

Parameter	Konfiguration home agent
Home network address	Home network IP Adresse
Home network mask	Home network mask

5.4.8. Quality of Service

NetModule-Router können bestimmte Arten von IP-Datenverkehr priorisieren und ausgestalten (Shaping). Diese ist derzeit auf den Ausgang beschränkt, d. h. es kann nur ausgehender Datenverkehr gestaltet werden.
Die aktuelle QoS-Lösung verwendet SFQ-Klassen (Stochastic Fairness Queuing) in Kombination mit HTB-QDiscs (Hierarchy Token Bucket). Sein Funktionsprinzip lässt sich als Obergrenze des Durchsatzes pro Verbindung und Gestaltung des Datenverkehrs unter Berücksichtigung der angegebenen Warteschlangenprioritäten zusammenfassen. Im Allgemeinen erhält die niedrigste Prioritätsnummer in einer Warteschlange den größten Anteil der verfügbaren Bandbreite.
Bei Bedarf an anderen Klassen- oder qdisc-Algorithmen wenden Sie sich bitte an unser Support-Team, um den besten Ansatz für die betreeffende Anwendung zu ermitteln.

QoS-Verwaltung

Auf dieser Seite können Sie QoS aktivieren und deaktivieren.

QoS-Klassifikation

Im Klassifizierungsabschnitt können Sie festlegen, auf welchen WAN-Schnittstellen QoS aktiv sein soll.

Parameter	QoS-Schnittstellenparameter
Interface	Die WAN-Schnittstelle, auf der QoS aktiv sein soll
Bandwidth congestion	Die Methode der Bandbreitenüberlastung. Bei der Einstellung `auto` versucht das System, die Grenzwerte bestmöglich anzuwenden. Es wird jedoch empfohlen, feste Bandbreitenbeschränkungen festzulegen, da diese auch eine Möglichkeit zur Optimierung des QoS-Verhaltens bieten.
Downstream bandwidth	Die verfügbare Bandbreite für eingehenden Datenverkehr
Upstream bandwidth	Die verfügbare Bandbreite für ausgehenden Datenverkehr
IP to ping (primary)	Eine IP, die auf ICMP-Echo-Anfragen antwortet, um die Bandbreite der Verbindung zu ermitteln
IP to ping (secondary)	Eine IP, die auf ICMP-Echo-Anfragen antwortet, um die Bandbreite der Verbindung zu ermitteln

Bei der Definition von Limits sollten Sie zumindest mögliche Bandbreitengrenzen berücksichtigen, da die meisten Shaping- und Queue-Algorithmen nicht korrekt arbeiten, wenn die angegebenen Limits nicht erreicht werden können. Insbesondere WWAN-Schnittstellen, die in einer mobilen Umgebung betrieben werden, leiden oft unter schwankenden Bandbreiten, weshalb eher niedrigere Werte verwendet werden sollten.

Wenn eine Schnittstelle aktiviert wurde, legt das System automatisch die folgenden Warteschlangen an:

Parameter	QoS-Standardwarteschlangen
high	Eine Warteschlange mit hoher Priorität, die möglicherweise latenzkritische Dienste (z. B. VoIP) enthält.
default	Eine Standardwarteschlange, die alle anderen Dienste verarbeitet
low	Eine Warteschlange mit niedriger Priorität, die möglicherweise weniger kritische Dienste enthält, für die Shaping vorgesehen ist

Es bestehen die folgenden Konfigurationsmöglichkeiten:

Parameter	QoS Queue Parameters
Name	Der Name der QoS-Warteschlange
Priority	Eine numerische Priorität für die Warteschlange; niedrigere Werte zeigen höhere Prioritäten an
Bandwidth	Die maximal mögliche Bandbreite für diese Warteschlange, falls die Gesamtbandbreite aller Warteschlangen die bei den QoS-Schnittstellenparametern eingestellte Upstream-Bandbreite überschreitet
Set TOS	Der TOS/DiffServ-Wert, der für abzugleichende Pakete festgelegt werden soll

Sie können nun die einzelnen Warteschlangen konfigurieren und ihnen beliebige Dienste zuweisen. Es bestehen die folgenden Parameter:

Parameter	QoS-Dienstparameter
Interface	Die QoS-Schnittstelle der Warteschlange
Queue	Die QoS-Warteschlange, der dieser Dienst zugewiesen werden soll
Source	Legt eine Netzwerkadresse und Netzmaske fest, die verwendet wird, um die Quelladresse von Paketen abzugleichen
Destination	Legt eine Netzwerkadresse und Netzmaske fest, die verwendet wird, um die Zieladresse von Paketen abzugleichen
Protokoll	Legt das Protokoll für Pakete fest, die abgeglichen werden sollen
Source Port	Legt den Quellport für Pakete fest, die abgeglichen werden sollen
Destination Port	Legt den Zielport für Pakete fest, die abgeglichen werden sollen
Type of Service	Legt den TOS/DiffServ-Wert für Pakete fest, die abgeglichen werden sollen

5.5. FIREWALL

5.5.1. Verwaltung

NetModule-Router verwenden das Linux-Firewall-Framework netfilter/iptables
(Näheres siehe http://www.netfilter.org), die eine zustandsabhängige Inspektion unterstützt, d. h. gleiche Berechtigungen für vererbte Verbindungen innerhalb einer IP-Sitzung gewährt (z. B. wenn FTP eine Steuer- und Datenverbindung aufbaut).

Auf der Verwaltungsseite können Sie die Firewall aktivieren und deaktivieren. Beim Einschalten kann über eine Tastenkombination ein vordefinierter Satz von Regeln erzeugt werden, die standardmäßig die Administration (über HTTP, HTTPS, SSH oder TELNET) zulassen, aber alle anderen von der WAN-Schnittstelle kommenden Pakete blockieren.

5.5.2. Adress-/Portgruppen

In diesem Menü können Sie Adress- oder Portgruppen bilden, die später für Firewall-Regeln verwendet werden können, um die Anzahl der Regeln zu reduzieren. Wenn auf Adress- oder Portgruppen verwiesen wurde, reicht es für eine Übereinstimmung, wenn eine beliebige der konfigurierten Adress- oder Portgruppen auf das Paket passt.

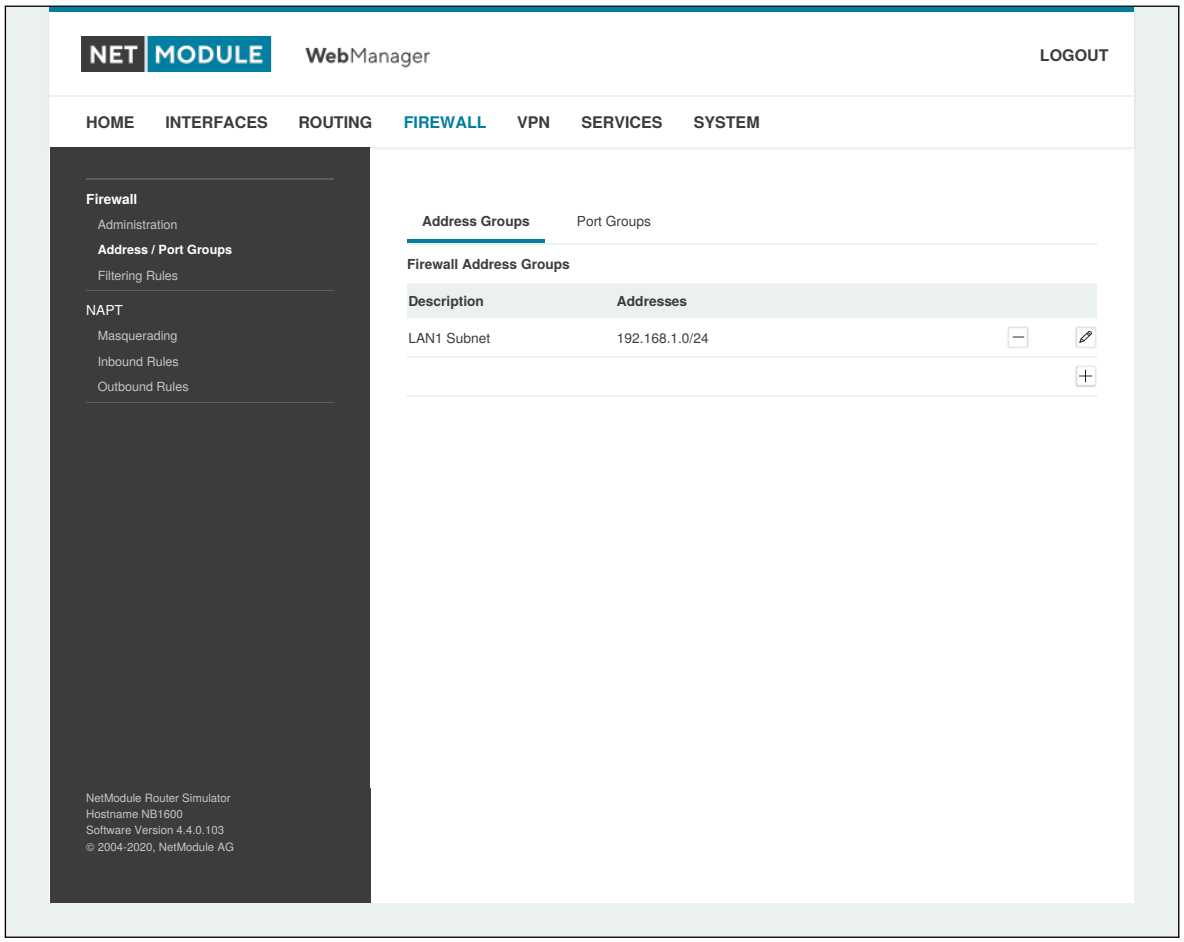


Abbildung 5.29.: Firewall-Gruppen

5.5.3. Regeln

Eine Firewall besteht hauptsächlich aus einer Reihe von Regeln, die festlegen, ob ein bestimmtes Paket den Router passieren darf oder blockiert wird. Die Regeln werden der Reihe nach abgearbeitet, d. h. die Liste wird von oben nach unten durchlaufen, bis eine passende Regel gefunden wird. Pakete, die keiner der konfigurierten Regeln entsprechen, werden zugelassen (ALLOWED).

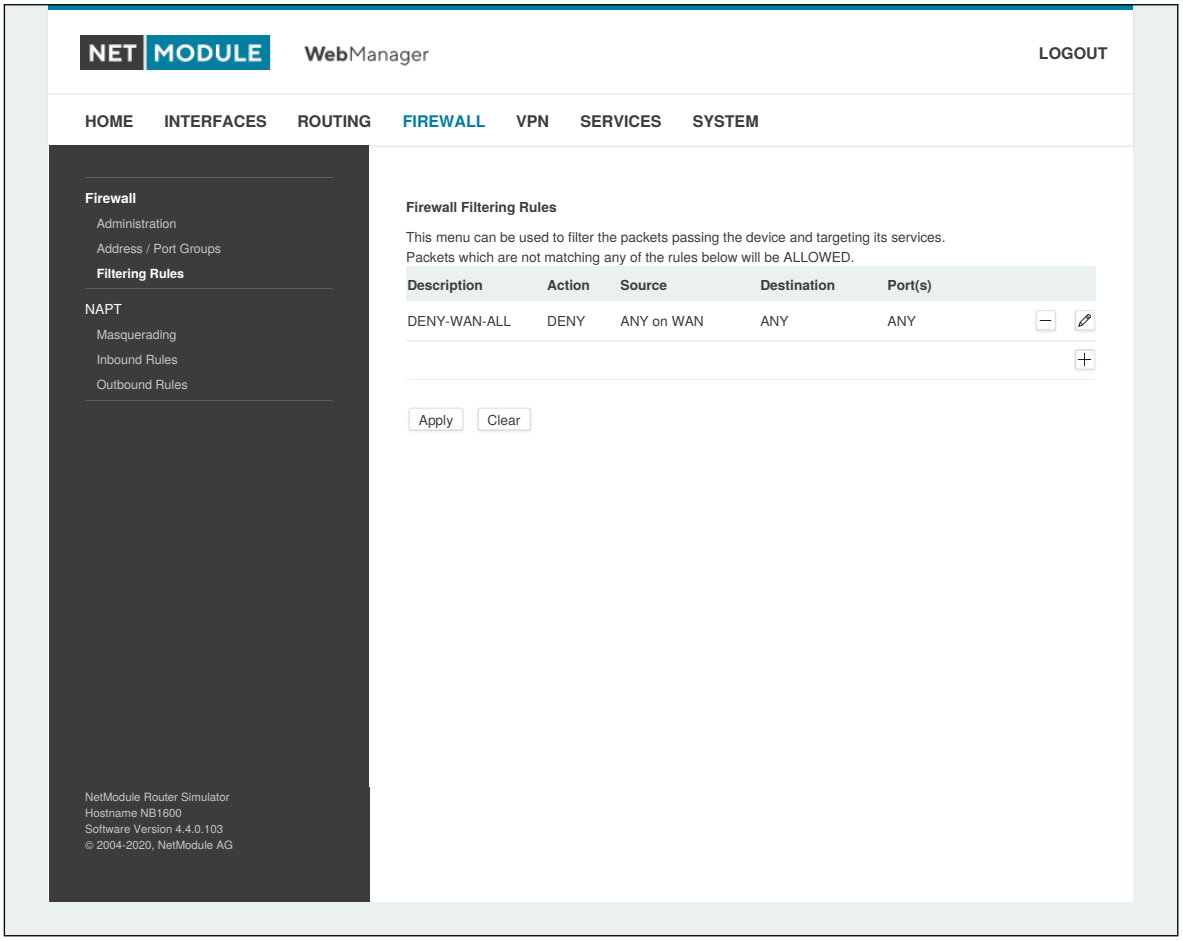


Abbildung 5.30.: Firewall-Regeln

Parameter	Konfiguration der Firewall-Regeln
Description	Eine aussagekräftige Beschreibung über den Zweck dieser Regel
Action	Legt fest, ob die dieser Regel entsprechenden Pakete blockiert oder zugelassen werden sollen
log matches	Legt fest, dass eine Syslog-Meldung ausgegeben wird, wenn die Regel passt
Source	Die Quelladresse der übereinstimmenden Pakete; kann beliebig sein oder als Adresse/Netzwerk angegeben werden. Die Auswahl nach Quell-MAC-Adressen ist ebenfalls möglich.

Parameter	Konfiguration der Firewall-Regeln
Destination	Die Zieladresse der übereinstimmenden Pakete, kann ANY, LOCAL (an das System selbst adressiert) oder durch Adresse/Netzwerk angegeben sein
Incoming interface	Die Schnittstelle, an der passende Pakete empfangen werden
Outgoing interface	Die Schnittstelle, an der passende Pakete gesendet werden
Protocol	Das verwendete IP-Protokoll der passenden Pakete (UDP, TCP, ICMP, ESP, GRE oder OSPF)

Auf der Statistik Seite können Sie prüfen, ob Pakete angekommen sind, auf die eine oder mehrere Regeln gepasst haben. Sie ist eine praktische Möglichkeit zur Fehlersuche in der Firewall.

5.5.4. NAPT

Auf dieser Seite können Sie die Netzwerkadress- und Portübersetzung (network and port translation, NAPT) für Pakete konfigurieren, die durch das System transportiert werden. NAPT ändert dabei IP-Adressen oder/und TCP/UDP-Ports in passenden IP-Paketen. Diese Verbindungen werden verfolgt, und auch die zurückkehrenden Pakete einer IP-Sitzung werden automatisch angepasst.

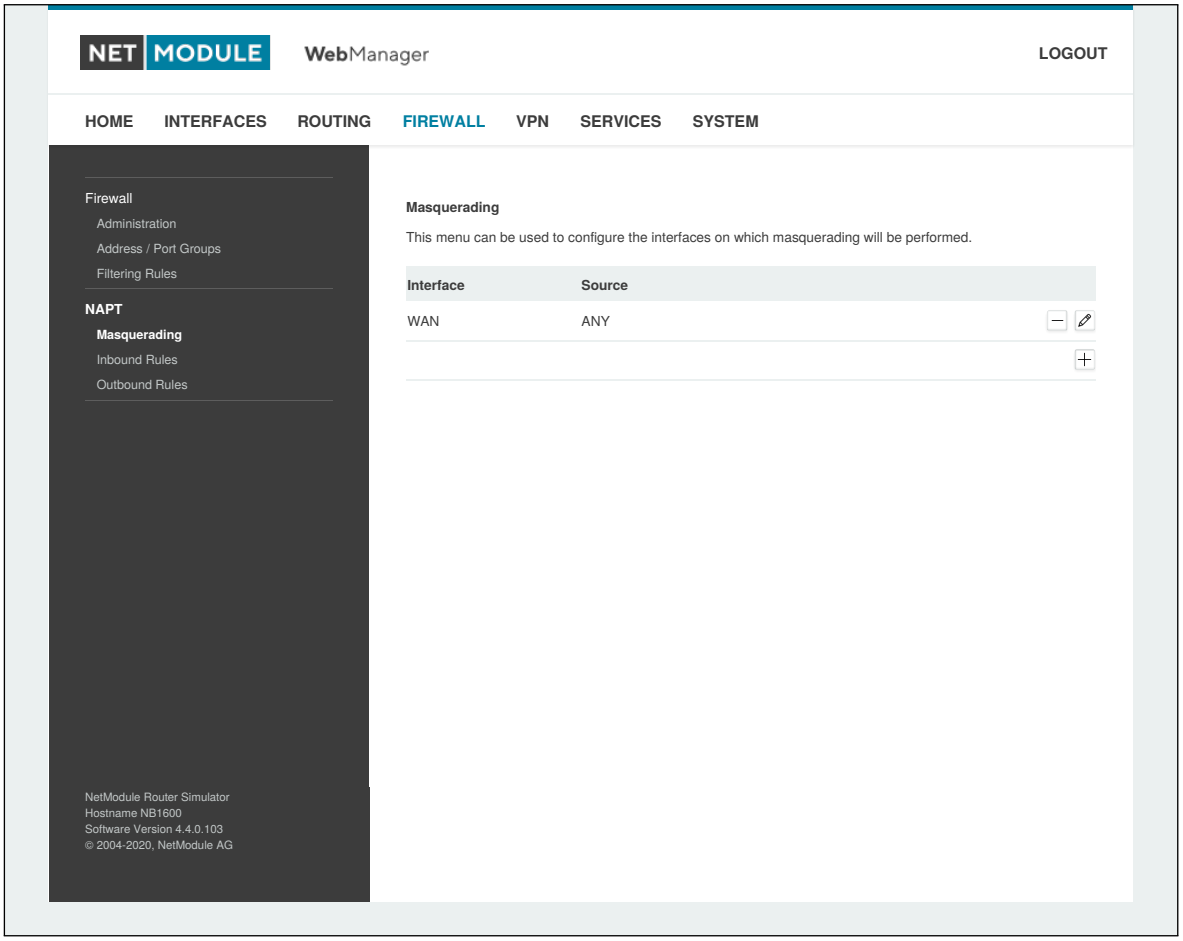


Abbildung 5.31.: Maskierung (Masquerading)

Auf der Verwaltungsseite können Sie die Schnittstellen angeben, auf denen die Maskierung durchgeführt werden soll. NAPT verwendet dabei die Adresse der gewählten Schnittstelle und wählt einen zufälligen Quellport für ausgehende Verbindungen.

NAPT ermöglicht so die Kommunikation zwischen Hosts von einem privaten lokalen Netzwerk zu Hosts im öffentlichen Netzwerk.

Parameter	Masquerading-Regeln
Interface	Die Schnittstelle (Ausgang), auf der Verbindungen maskiert werden
Source address	Die Quelladresse oder das Netzwerk, von dem passende Pakete maskiert werden

Parameter	Masquerading-Regeln
Source netmask	Die Quellnetzmaske des Netzwerks, aus dem passende Pakete maskiert werden

NAPT-Regeln für eingehende Pakete

Mit Regeln für eingehende Pakete können den Zielbereich von IP-Paketen ändern und z. B. einen Dienst oder Port an einen internen Host weiterleiten. So können Sie diesen Dienst verfügbar machen und über das Internet verfügbar machen. Sie können auch ein 1:1-NAPT-Mapping für einen einzelnen Host einrichten, indem Sie zusätzliche NAPT-Regeln für abgehende Pakete

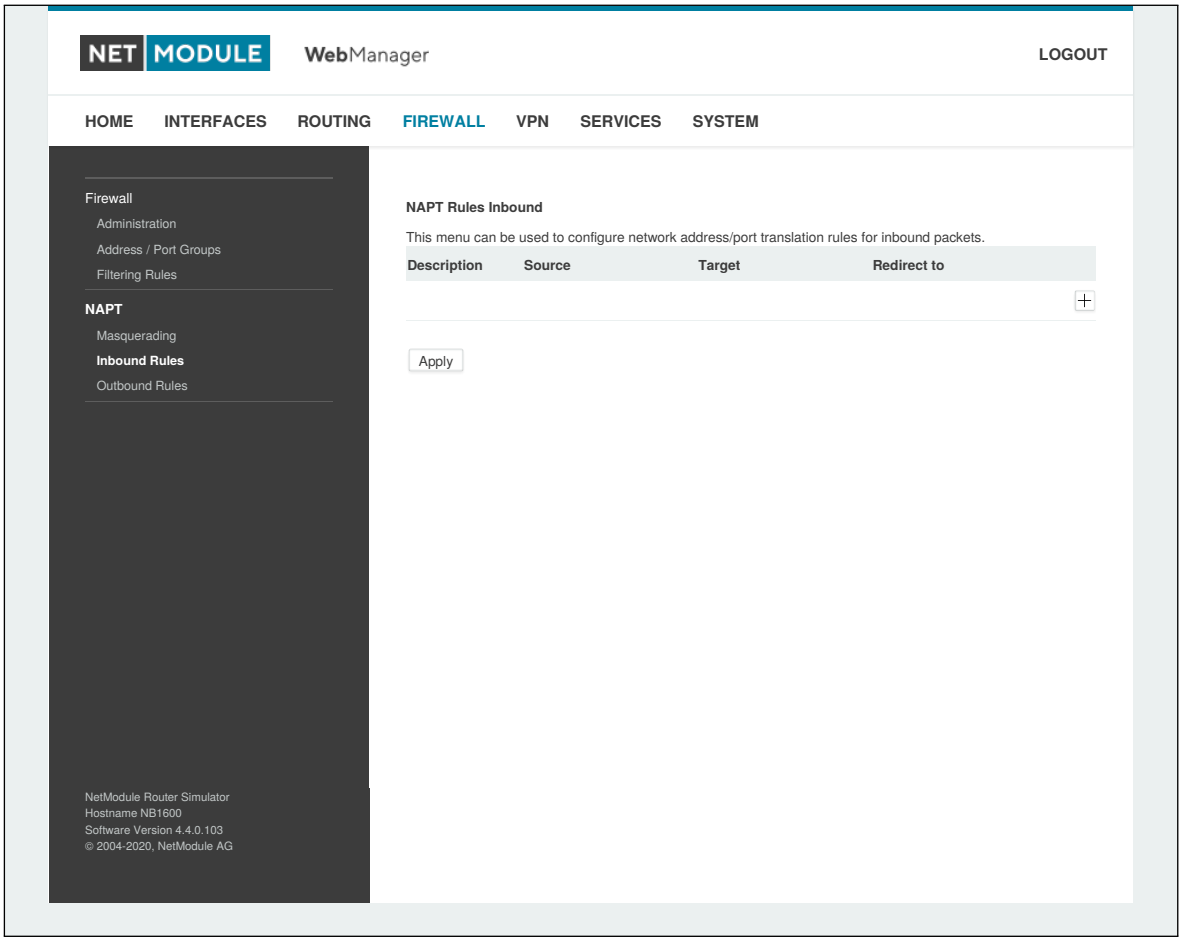


Abbildung 5.32.: NAPT-Regeln für eingehende Pakete

Die Regeln werden der Reihe nach abgearbeitet; die Liste wird von oben nach unten durchlaufen, bis eine passende Regel gefunden wird. Wenn keine passende Regel gefunden wird, wird das Paket unverändert zugelassen.

Parameter	NAPT-Regeln für eingehende Pakete
Description	Eine aussagekräftige Beschreibung über den Zweck dieser Regel

Parameter	NAPT-Regeln für eingehende Pakete
Map	Kontext für diese Regel: Host, Netzwerk oder Port-Bereich - siehe Tabelle unten
Incoming interface	Die Schnittstelle, an der passende Pakete empfangen werden
Source	Die Quelladresse oder das Netzwerk, von dem passende Pakete maskiert werden
Target address	Die Zieladresse der passenden Pakete (optional)
Protocol	Das verwendete Protokoll der passenden Pakete
Ports	Der verwendete UDP/TCP-Port der passenden Pakete
Redirect to	Die Adresse, an die passende Pakete umgeleitet werden sollen
Redirect port	Der Port, an den passende Pakete umgeleitet werden sollen

Wählen Sie den Zuordnungskontext entsprechend den herrschenden Anforderungen aus:

Parameter	Zuordnungskontext
host	Zieladresse und Port für einen bestimmten Host umschreiben (z. B. 10.0.0.1:8080 → 192.168.1.100:80
network	Zieladresse für ein vollständiges Netzwerk umschreiben (z. B. 10.0.0.0/24 → 192.168.1.0/24
port range	Zieladresse und Port in Abhängigkeit vom Eingangsport umschreiben (z. B. 10.0.0.1:22000-22000 → 192.168.1.0:22). Es gibt keine entsprechende Portbereichsübersetzung in Regeln für abgehende Pakete. Verwenden Sie dort das netzwerkbasierte Mapping.

NAPT-Regeln für abgehende Pakete

NAPT-Regeln für abgehende Pakete ändern den Quellbereich von IP-Paketen und können verwendet werden, um 1:1-NAPT-Mappings zu erreichen, aber auch, um Pakete an einen bestimmten Dienst umzuleiten.

Parameter	NAPT-Regeln für abgehende Pakete
Description	Eine aussagekräftige Beschreibung über den Zweck dieser Regel
Outgoing interface	Die Schnittstelle, von der passende Pakete gesendet werden
Target	Die Zieladresse oder das Netzwerk, für das die passenden Pakete bestimmt sind
Source address	Die Quelladresse der passenden Pakete (optional)
Protocol	Das verwendete Protokoll der passenden Pakete
Ports	Der verwendete UDP/TCP-Port der passenden Pakete
Rewrite source address	Die Adresse, zu der die Quelladresse passender Pakete umgeschrieben werden soll

Parameter	NAPT-Regeln für abgehende Pakete
Rewrite source port	Der Port, zu der der Quellport passender Pakete umgeschrieben werden soll

5.6. VPN

5.6.1. OpenVPN

Verwaltung von OpenVPN

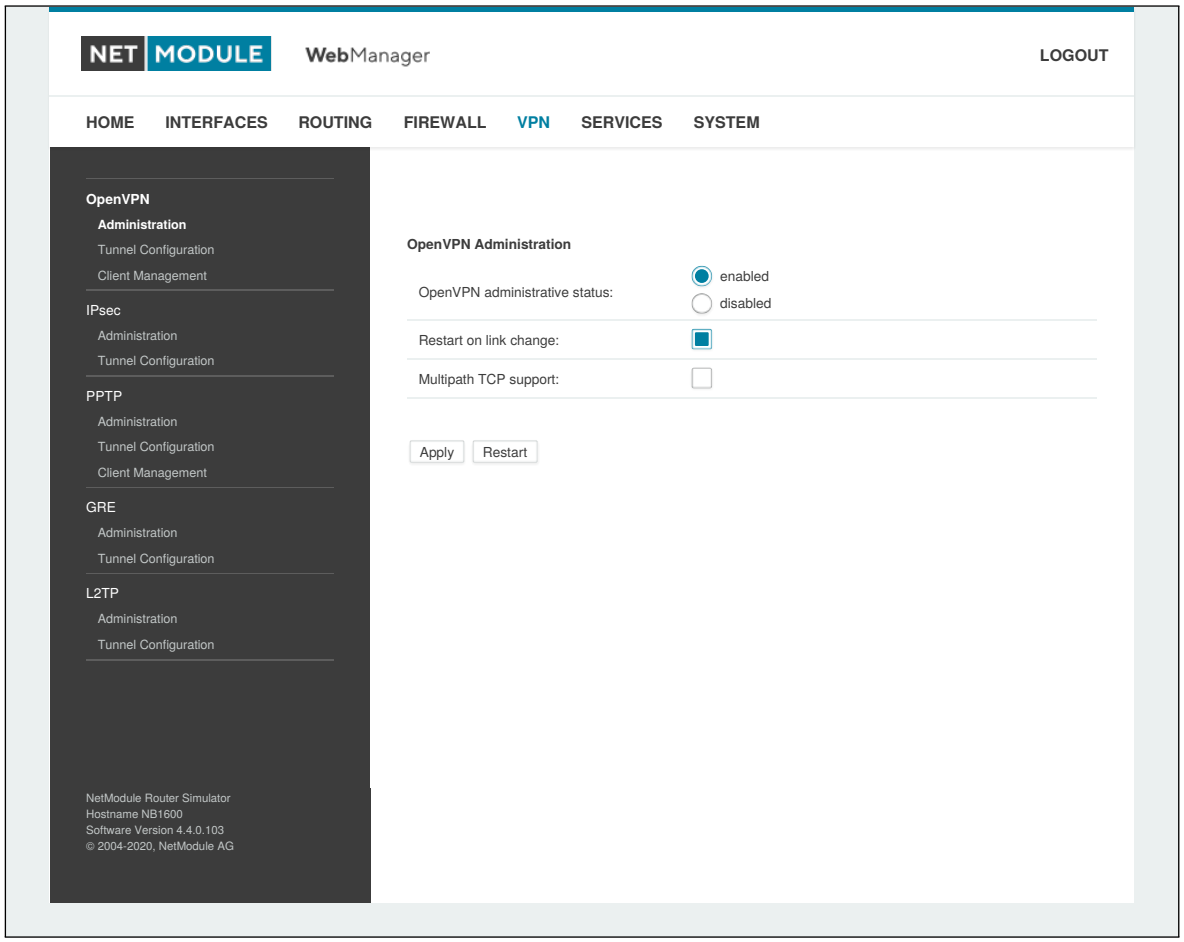


Abbildung 5.33.: Verwaltung von OpenVPN

Parameter	Verwaltung von OpenVPN
Administrative status	Legt fest, ob OpenVPN aktiv ist
Restart on link change	Legt fest, ob der OpenVPN-Dämon bei einer Änderung der WAN-Verbindung neu gestartet wird
Multipath TCP support	Aktiviert die Multipath-TCP-Unterstützung

Tunnel-Konfiguration

NetModule-Router unterstützen einen Server-Tunnel und bis zu vier Client-Tunnel. Sie können die Tunnelparameter entweder in der Standardkonfiguration angeben oder eine zuvor erstellte Expertendatei hochladen. In Kapitel 5.6.1 erfahren Sie mehr über das Verwalten von Clients und das Erstellen der Dateien.

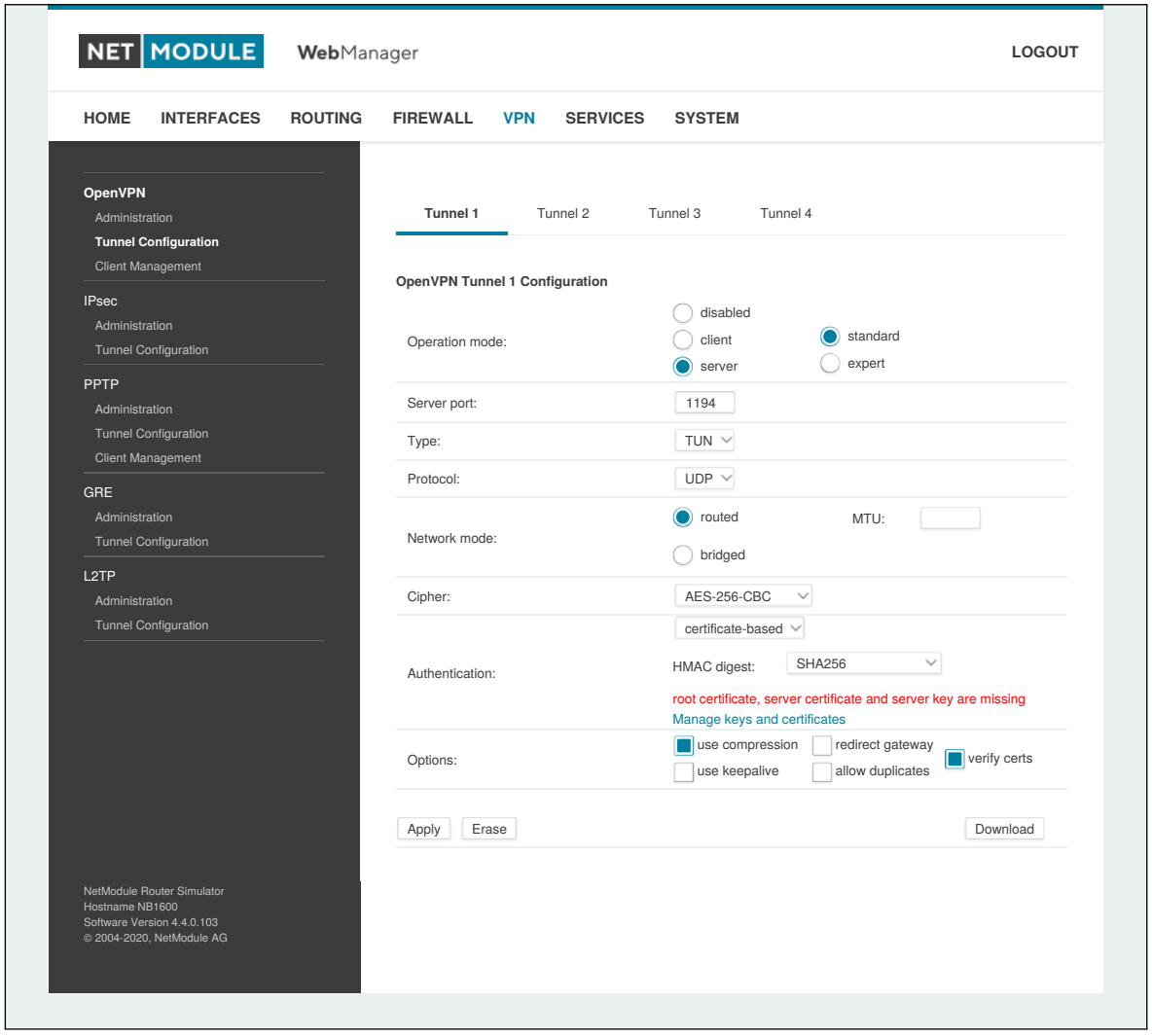


Abbildung 5.34.: Konfiguration von OpenVPN

Parameter	Konfiguration von OpenVPN
Operation mode	Legt fest, ob für diesen Tunnel der Client- oder der Server-Modus verwendet wird, sowie ob der Tunnel normal konfiguriert oder ob eine Expertendatei verwendet werden soll.

Wenn der Tunnel im Clientmodus betrieben wird, stehen die folgenden Einstellungen zur Verfügung:

Parameter	OpenVPN-Clientkonfiguration
Peer selection	Legt fest, wie die Gegenstelle ausgewählt werden soll. Sie können einen einzelnen Server konfigurieren, aber auch mehrere, die dann bei Ausfällen entweder nacheinander ("Failover") oder nach Last ("Load Balancing") ausgewählt werden können
Server	Die Adresse oder der Hostname des Remote-Servers
Port	Der Port des Remote-Servers (standardmäßig 1194)

Mit den folgenden Einstellungen können Sie einen Tunnel konfigurieren (Client- und Server-Modus):

Parameter	Konfiguration von OpenVPN
Interface type	Der Gerätetyp für diesen Tunnel: entweder TUN (typischerweise für geroutete Verbindungen verwendet) oder TAP (erforderlich für gebrückte Netzwerke)
Protocol	Das Tunnelprotokoll, das für diese Transportverbindung verwendet werden soll
Network mode	Legt fest, wie die Pakete weitergeleitet werden sollen, die entweder geroutet oder von/zu einer bestimmten LAN-Schnittstelle gebrückt werden können. Bei Bedarf können Sie auch die maximale Größe einer Übertragungseinheit für die Tunnelschnittstelle angeben.
MTU	Maximale Größe einer Übertragungseinheit für die Tunnelschnittstelle
Encryption	Der geforderte Verschlüsselungsalgorithmus
Digest	Der zur Authentifizierung verwendete Digest-Algorithmus

Die Authentifizierung kann auf folgende Arten erfolgen:

Parameter	OpenVPN-Authentifizierung
certificate-based	Zertifikate und Schlüssel für die Authentifizierung des Tunnels. Achten Sie darauf, dass die richtigen Schlüssel/Zertifikate hochgeladen bzw. erzeugt wurden (siehe Kapitel 5.8.8).
credential-based	Zur Authentifizierung werden Benutzername und Passwort verwendet.
both	Für den Zugang zum Tunnel werden Zertifikate und Anmeldeinformationen benötigt.
none	Tunnel erfordert keine Authentifizierung (nicht empfohlen)

Es stehen die folgenden weiteren Optionen zur Verfügung:

Parameter	OpenVPN-Optionen
use compression	Legt fest, ob die LZO-Paketkomprimierung aktiv ist
use keepalive	Kann verwendet werden, um ein periodisches Keepalive-Paket zu senden, damit der Tunnel trotz Inaktivität aufrechterhalten bleibt
redirect gateway	Durch die Umleitung des Gateways werden alle Pakete an den VPN-Tunnel weitergeleitet. Sie müssen sicherstellen, dass wesentliche Dienste (z. B. DNS- oder NTP-Server) am Netzwerk hinter dem Tunnel erreichbar sind. Im Zweifelsfall legen Sie eine zusätzliche statische Route an, die auf die richtige Schnittstelle zeigt.
allow duplicates	Ermöglicht mehreren Clients mit demselben Namen die gleichzeitige Verbindung (nur im Server-Modus).
verify certs	Überprüft das Zertifikat der Gegenstelle anhand der lokalen CRL (nur im Server-Modus).
negotiate DNS	Legt fest, ob das System die Nameserver nutzt, die über den Tunnel ausgehandelt wurden.

OpenVPN-Expertenkonfiguration (Client)

Die Expertenkonfiguration bietet eine unkomplizierte Möglichkeit, einen Tunnel zu konfigurieren. Hierzu wird ein ZIP-Paket hochgeladen, das die erforderlichen Konfigurations- und optional auch die Schlüssel-/Zertifikatdateien enthält. Ein Client-Tunnel erfordert normalerweise die folgenden Dateien:

Parameter	Client-Expertendateien
client.conf	OpenVPN-Konfigurationsdatei. Verfügbare Parameter siehe `http://www.openvpn.net`
ca.crt	Root-Zertifizierungsstellendatei
client.crt	Zertifikatsdatei
client.key	Datei mit privatem Schlüssel
client.p12	PKCS#12-Datei
ta.key	Datei mit dem TLS-Authentifizierungsschlüssel

Sie können zwar beliebige Dateinamen vergeben, das Suffix der Konfigurationsdatei muss jedoch `.conf` lauten, und alle Dateien, auf die in der Konfigurationsdatei verwiesen wird, müssen korrekte relative Pfadnamen besitzen.

OpenVPN-Expertenkonfiguration (Server)

Ein Server-Tunnel erfordert normalerweise die folgenden Dateien:

Parameter	Server-Expertendateien
server.conf	OpenVPN-Konfigurationsdatei
ca.crt	Root-Zertifizierungsstellendatei
server.crt	Zertifikatsdatei
server.key	Datei mit privatem Schlüssel
dh1024.pem	Diffie-Hellman-Parameterdatei
ccd	Ein Verzeichnis mit clientspezifischen Konfigurationsdateien

Hinweis: Ein Zertifikat wird erst ab dem Beginn des Gültigkeitszeitraums gültig. Daher muss vor dem Erstellen von Zertifikaten und dem Aufbau einer Tunnelverbindung eine genaue Systemzeit eingestellt werden. Stellen Sie sicher, dass alle NTP-Server erreichbar sind. Für die Verwendung von Hostnamen ist außerdem ein funktionierender DNS-Server erforderlich.

Client-Verwaltung

Sobald der OpenVPN-Server-Tunnel erfolgreich eingerichtet ist, können Sie Clients, die sich mit Ihrem Dienst verbinden, verwalten und aktivieren. Die aktuell verbundenen Clients werden auf dieser Seite angezeigt, einschließlich der Verbindungszeit und der IP-Adresse. Sie können angeschlossene Clients durch Deaktivieren trennen.

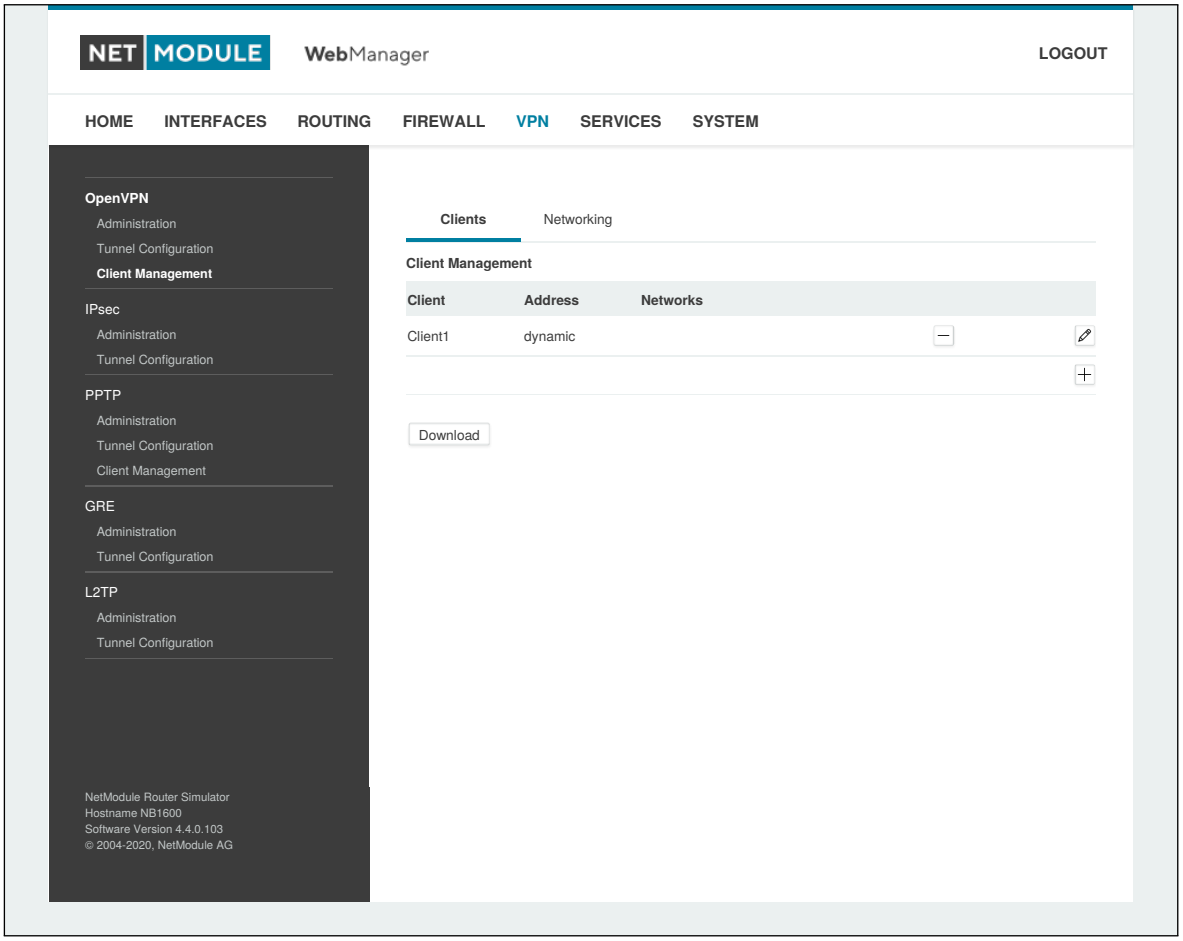


Abbildung 5.35.: OpenVPN-Client-Verwaltung

Im Networking-Abschnitt können Sie für jeden Client eine feste Adresse für den Tunnelendpunkt vergeben. Wenn Sie für einen bestimmten Client eine feste Adresse verwenden wollen, müssen Sie auch für die anderen Clients feste Adressen verwenden.

Sie können das Netzwerk hinter den Clients sowie die Routen angeben, die an jeden Client übergeben werden. Dies kann für Routing-Zwecke nützlich sein, z. B. für den Fall, dass Sie den Verkehr für bestimmte Netzwerke zum Server umleiten möchten. Ein Routing zwischen den Clients ist im Allgemeinen nicht zulässig; Sie können es jedoch bei Bedarf aktivieren.

Schließlich können Sie alle Expertendateien für aktivierte Clients erstellen und herunterladen und damit die Clients einfach bestücken.

Beim Betrieb im Server-Modus mit Zertifikaten ist es möglich, einen bestimmten Client mit einem möglicherweise gestohlenen Client-Zertifikat zu sperren (siehe 5.8.8).

5.6.2. IPsec

IPsec ist eine Protokoll-Suite zur Absicherung der IP-Kommunikation, wobei jedes Paket einer Sitzung authentifiziert und verschlüsselt wird und damit ein sicheres virtuelles privates Netzwerk entsteht.
IPsec enthält verschiedene kryptografische Protokolle und Chiffren für den Schlüsselaustausch und die Datenverschlüsselung und gilt unter Sicherheitsgesichtspunkten als eines der stärksten VPN-Technologien. IPsec verwendet die folgenden Mechanismen:

Mechanis	Beschreibung
AH	Authentication Headers (AH) bieten verbindungslose Integrität, Authentifizierung der Datenquelle IP-Datagramme und gewährleisten Schutz vor Replay-Angriffen.
ESP	Encapsulating Security Payloads (ESP) bieten Vertraulichkeit, Authentifizierung der Datenquelle, verbindungslose Integrität, einen Anti-Replay-Dienst und begrenzte Vertraulichkeit des Datenverkehrs.
SA	Security Associations (SA) bieten einen sicheren Kanal und ein Bündel von Algorithmen, die die notwendigen Parameter für den Betrieb der AH- und/oder ESP-Operationen bereitstellen. Das ISAKMP (Internet Security Association Key Management Protocol) ist ein Framework für den authentifizierten Schlüsselaustausch.

Das Aushandeln von Schlüsseln für die Verschlüsselung und Authentifizierung erfolgt im Allgemeinen über das Internet Key Exchange-Protokoll (IKE), das aus zwei Phasen besteht:

Phase	Beschreibung
IKE phase 1	IKE authentifiziert in dieser Phase die Gegenstelle für eine sichere ISAKMP-Zuordnung. Dies kann in den Modi `main` oder `aggressive` erfolgen. Im Modus `main` arbeitet das Protokoll mit dem Diffie-Hellman-Schlüsselaustausch und die Authentifizierung wird immer mit dem ausgehandelten Schlüssel verschlüsselt. Im Modus `aggressive` werden nur Hashes des Pre-Shared Key verwendet. Dieser Modus stellt daher einen weniger sicheren Mechanismus dar und sollte generell vermieden werden sollte, da er anfällig für Wörterbuchangriffe ist.
IKE phase 2	IKE handelt abschließend IPSec-SA-Parameter und -Schlüssel aus (SA: Security Association) und richtet in den Gegenstellen passende IPSec-SAs ein, die später für AH/ESP benötigt werden.

Verwaltung

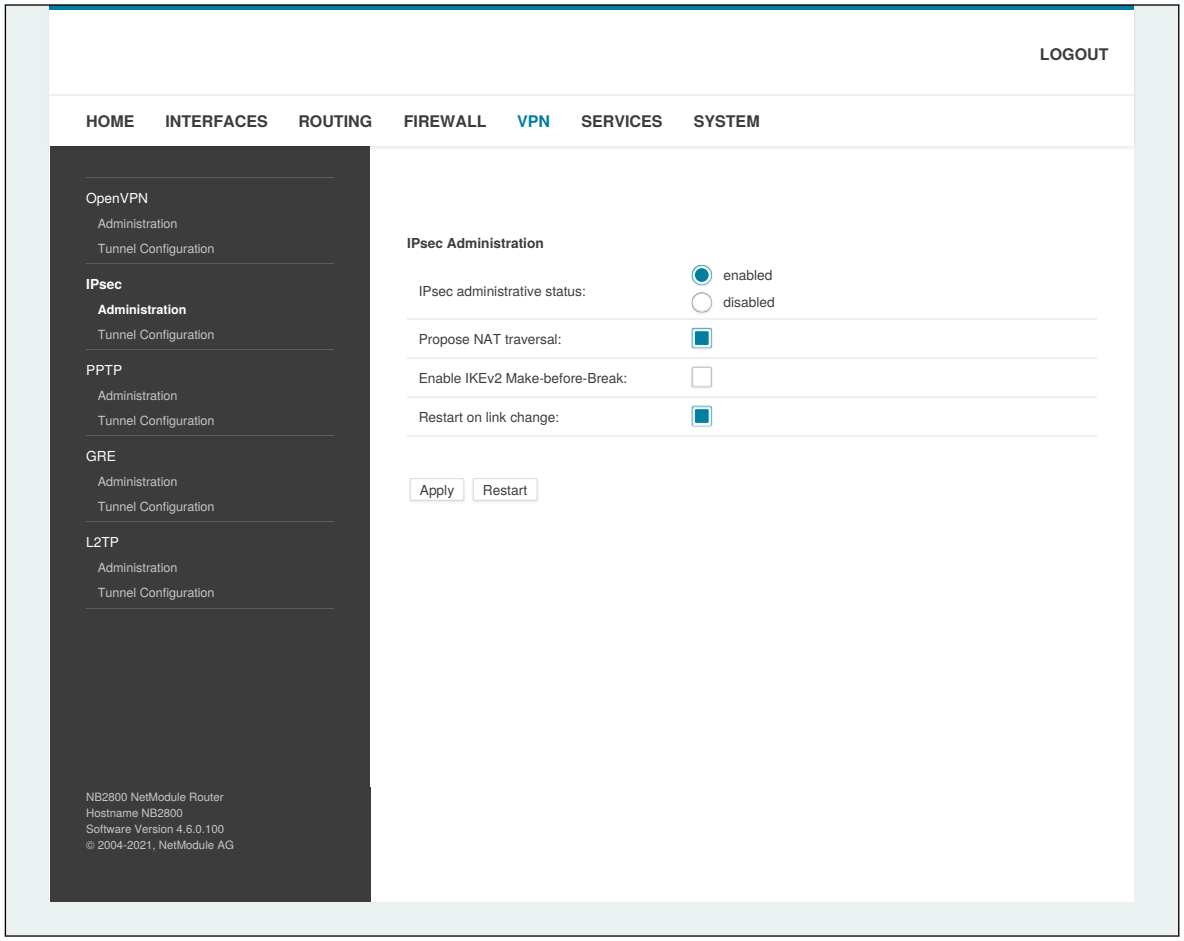


Abbildung 5.36.: IPSec-Verwaltung

Auf dieser Seite können Sie IPSec aktivieren/deaktivieren. Sie können zusätzlich auch angeben, ob die Optionen NAT-Traversal und IKEv2 Make-before-Break verwendet werden sollen.

NAT-Traversal wird hauptsächlich für Verbindungen verwendet, die einen Transportweg durchlaufen, bei dem ein Router die IP-Adresse/Port von Paketen verändert. Es kapselt Pakete in UDP und bedingt daher einen gewissen Overhead, der beim Ausführen über kleine MTU-Schnittstellen berücksichtigt werden muss.

Hinweis: Bei Ausführung von NAT-Traversal verwendet IKE den UDP-Port 4500 und nicht 500. Dies muss bei der Einrichtung von Firewall-Regeln berücksichtigt werden.

Make-before-Break ist eine IKEv2 Option welche die in regelmäßigen Abständen notwendige Reauthentifizierung optimiert, indem erst eine überlappende SA erzeugt wird (=make), bevor die aktuell verwendete SA abgebaut wird (=break). Auf diese Weise wird die Unterbrechung des Datenstroms minimiert. Um diese Option verwenden zu können müssen beide Seiten überlappende SAs unterstützen.

Konfiguration

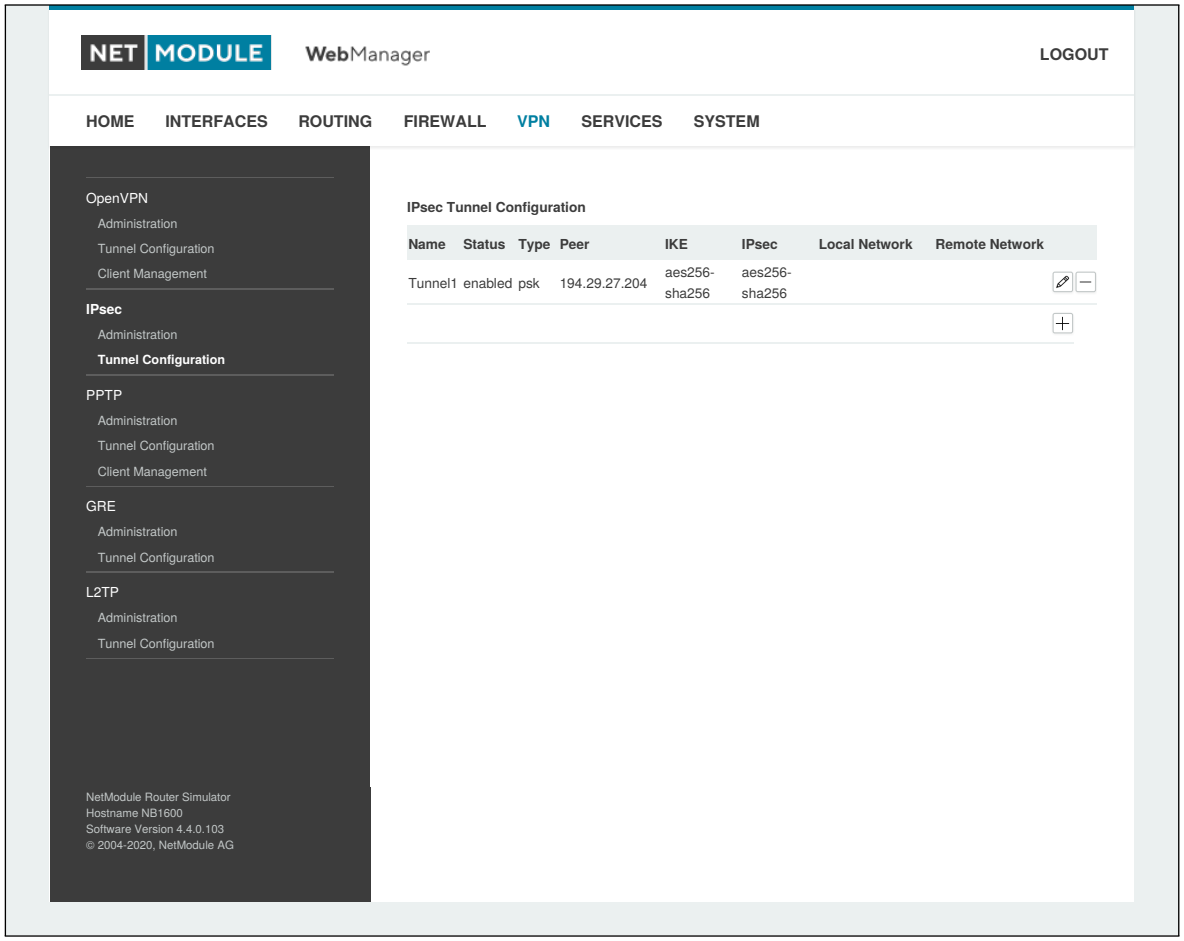


Abbildung 5.37.: IPSec-Konfiguration

Allgemeines

Zum Einrichten des Tunnels müssen Sie zunächst die folgenden Parameter konfigurieren:

Parameter	Allgemeine IPsec-Einstellungen
Local IP	Die IP-Adresse der lokalen Schnittstelle. 0.0.0.0 lässt eine beliebige IP-Adresse zu.
Remote peer	IP-Adresse oder Hostname der Remote-IPSec-Gegenstelle. 0.0.0.0 macht die Nutzung als Responder für Road-Warrior-Clients möglich.
DPD Status	Legt fest, ob ausgefallene Gegenstellen erkannt werden sollen (Dead Peer Detection, siehe RFC 3706). DPD erkennt alle unterbrochenen IPSec-Verbindungen, insbesondere den ISAKMP-Tunnel, und aktualisiert die entsprechenden SAs (Security Associations) und SPIs (Security Payload Identifier) für einen schnelleren Wiederaufbau des Tunnels.

Parameter	Allgemeine IPsec-Einstellungen
Detection cycle	Die Zeit (in Sekunden) zwischen DPD-Keepalive-Paketen, die für diese Verbindung gesendet werden (Standard 30 Sekunden)
Failure threshold	Anzahl der unbeantworteten DPD-Anfragen, nach der die IPsec-Gegenstelle als ausgefallen gilt (der Router versucht dann automatisch, eine unterbrochene Verbindung wieder aufzubauen)
Action	Die Aktion, die ausgeführt werden soll, wenn eine Gegenstelle die Verbindung trennt. Mögliche Aktionen sind das Löschen, Halten oder der Neustart der Gegenstelle.

IKE-Authentifizierung

NetModule-Router unterstützen die IKE-Authentifizierung über Pre-Shared Keys (PSK) oder Zertifikate innerhalb einer Public-Key-Infrastruktur. Die erweiterte Authentifizierung (XAUTH) nutzt eine RADIUS-ähnliche Authentifizierung und für die Zugriffskontrolle auf Benutzerebene über IPSec verwendet werden.
Für die Nutzung von PSK sind folgende Einstellungen erforderlich:

Parameter	IPSec-IKE-Authentifizierungseinstellungen
PSK	Der Pre-Shared Key, der zur Authentifizierung bei der Gegenstelle verwendet wird
Local ID Type	Die Art der Identifizierung für die lokale ID. Es gibt folgende Möglichkeiten: `FQDN`, `Benutzername>@FQDN` oder `IP-Adresse`
Local ID	Der lokale ID-Wert
Remote ID Type	Die Art der Identifizierung für die lokale ID
Remote ID	Der Remote-ID-Wert

Bei der Verwendung von Zertifikaten müssten Sie die Betriebsart angeben. Beim Betrieb als PKI-Client (Initiator) können Sie im Bereich Zertifikate einen Certificate Signing Request (CSR) erstellen, der bei Ihrer Zertifizierungsstelle eingereicht und anschließend in den Router importiert werden muss. Im PKI-Server-Modus (Konzentrator) stellt der Router die Zertifizierungsstelle dar und stellt die Zertifikate für Gegenstellen aus; diese sind widerruflich.
Bei Verwendung von XAUTH stehen die folgenden Einstellungen zur Verfügung:

Parameter	IPsec-XAUTH-Einstellungen
User name	Der Name des XAUTH-Benutzers
User password	Das Passwort des XAUTH-Benutzers
Group name	Die Gruppen-ID
Group password	Die Gruppenpassphrase

IKE Proposal

In diesem Abschnitt können Sie die Einstellungen der Phase 1 konfigurieren:

Parameter	IPsec-IKE-Vorschlagseinstellungen
Negotiation mode	Legt den Verhandlungsmodus fest. Vorzugsweise sollte der Modus `main` verwendet werden, aber der Modus `aggressive` könnte in Verbindung mit dynamischen Endpunktadressen sinnvoll sein.
Encryption algorithm	Die gewählte IKE-Verschlüsselungsmethode (empfohlen wird AES256)
Authentication algorithm	Die gewählte IKE-Authentifizierungsmethode (SHA1 sollte gegenüber MD5 bevorzugt werden)
IKE Diffie-Hellman Group	Die IKE-Diffie-Hellman-Gruppe
SA life time	Die Gültigkeitsdauerdauer von Security Assocations (SA)
Pseudo-random function	Pseudozufallszahlen-Algorithmen, die optional verwendet werden können.

IKE-Vorschläge (Proposals)

In diesem Abschnitt können Sie die Einstellungen der Phase 2 konfigurieren:

Parameter	Einstellungen für IPsec-Vorschläge
Encapsulation mode	Der gewählte Kapselungsmodus (Tunnel oder Transport)
IPsec protocol	Das gewählte IPsec-Protokoll aus (AH oder ESP)
Encryption algorithm	Die gewählte IKE-Verschlüsselungsmethode (empfohlen wird AES256)
Authentication algorithm	Die gewählte IKE-Authentifizierungsmethode (SHA1 sollte gegenüber MD5 bevorzugt werden)
SA life time	Die Gültigkeitsdauerdauer von Security Assocations (SA)
Perfect forward secrecy (PFS)	Legt fest, ob Perfect Forward Secrecy (PFS) verwendet wird. Diese Funktion erhöht die Sicherheit, da PFS Eindringen in das Schlüsselaustauschprotokoll vermeidet und die Kompromittierung früherer Schlüssel verhindert.
Force encapsulation	Erzwingt die UDP-Kapselung für ESP-Pakete, auch wenn keine NAT-Situation erkannt wird.

Netzwerke

Bei der Erstellung von Security Associations (SA) Sicherheitsassoziationen behält IPsec die gerouteten Netzwerke innerhalb des Tunnels im Auge. Pakete werden nur übertragen, wenn eine gültige SA mit passendem Quell- und Zielnetz vorliegt. Daher müssen Sie möglicherweise die Netzwerke neben

den Endpunkten in den folgenden Einstellungen angeben:

Parameter	IPsec-Netzwerkeinstellungen
Local network	Die Adresse des lokalen Netzwerks
Local netmask	Die Netzmaske des lokalen Netzwerks
Peer network	Die Adresse des Remote-Netzwerks hinter der Gegenstelle
Peer netmask	Die Netzmaske des Remote-Netzwerks hinter der Gegenstelle
NAT address	Optional können Sie NAT (Masquerading) für Pakete anwenden, die aus einem anderen lokalen Netzwerk stammen. Die NAT-Adresse muss sich in dem Netzwerk befinden, das zuvor als lokales Netzwerk angegeben wurde. Sollte NAT address aktiviert, jedoch keine Adresse festgelegt werden, so wird der Router versuchen, automatisch eine geeignete Adresse zu finden (nicht empfohlen).

Client-Verwaltung

Sobald der IPsec-Tunnel erfolgreich eingerichtet ist, können Sie Clients, die sich mit dem Dienst verbinden, verwalten und aktivieren. Sie können Expertendateien für aktivierte Clients erstellen und herunterladen und damit die Clients einfach bestücken.

5.6.3. PPTP

Das Point-to-Point Tunneling Protocol (PPTP) ist eine Methode zur Implementierung von virtuellen privaten Netzwerken zwischen zwei Hosts. PPTP ist einfach zu konfigurieren und unter den Servern von Microsoft-Dial-up-Netzwerken (DUN) weit verbreitet. Aufgrund seiner schwachen Verschlüsselungsalgorithmen wird es heutzutage als unsicher angesehen, bietet aber dennoch eine einfache Möglichkeit, Tunnel einzurichten.

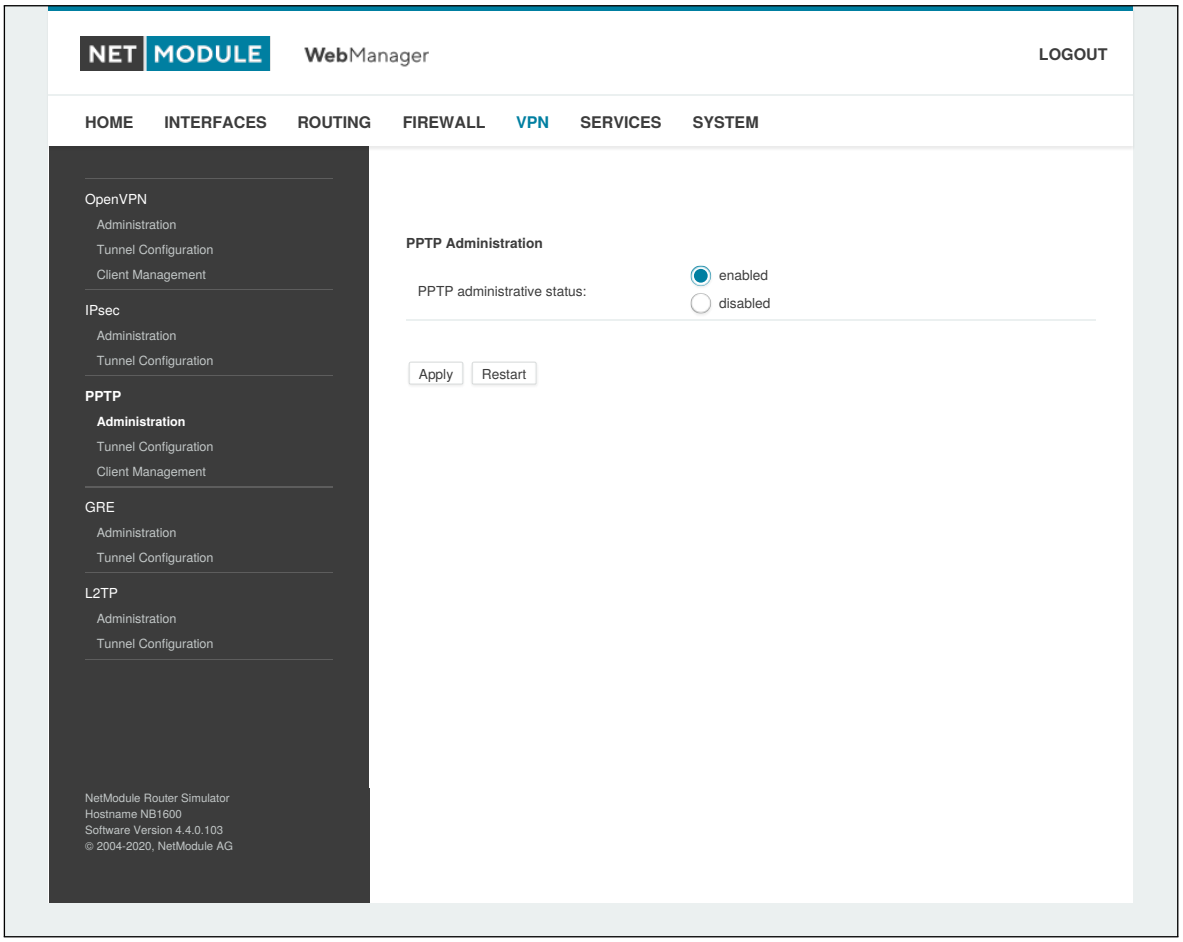


Abbildung 5.38.: PPTP-Verwaltung

Beim Einrichten eines PPTP-Tunnels müssten Sie zwischen den Betriebsarten Server und Client wählen. Für einen Client-Tunnel müssen die folgenden Einstellungen festgelegt werden:

Parameter	PPTP-Client-Einstellungen
Server address	Die Adresse des Remote-Servers
Username	Der für die Authentifizierung verwendete Benutzername
Password	Das zur Authentifizierung verwendete Passwort

Hinweis: Beim Einrichten von Clients mit festen Adressen werden Benutzername und Passwort nicht verwendet.

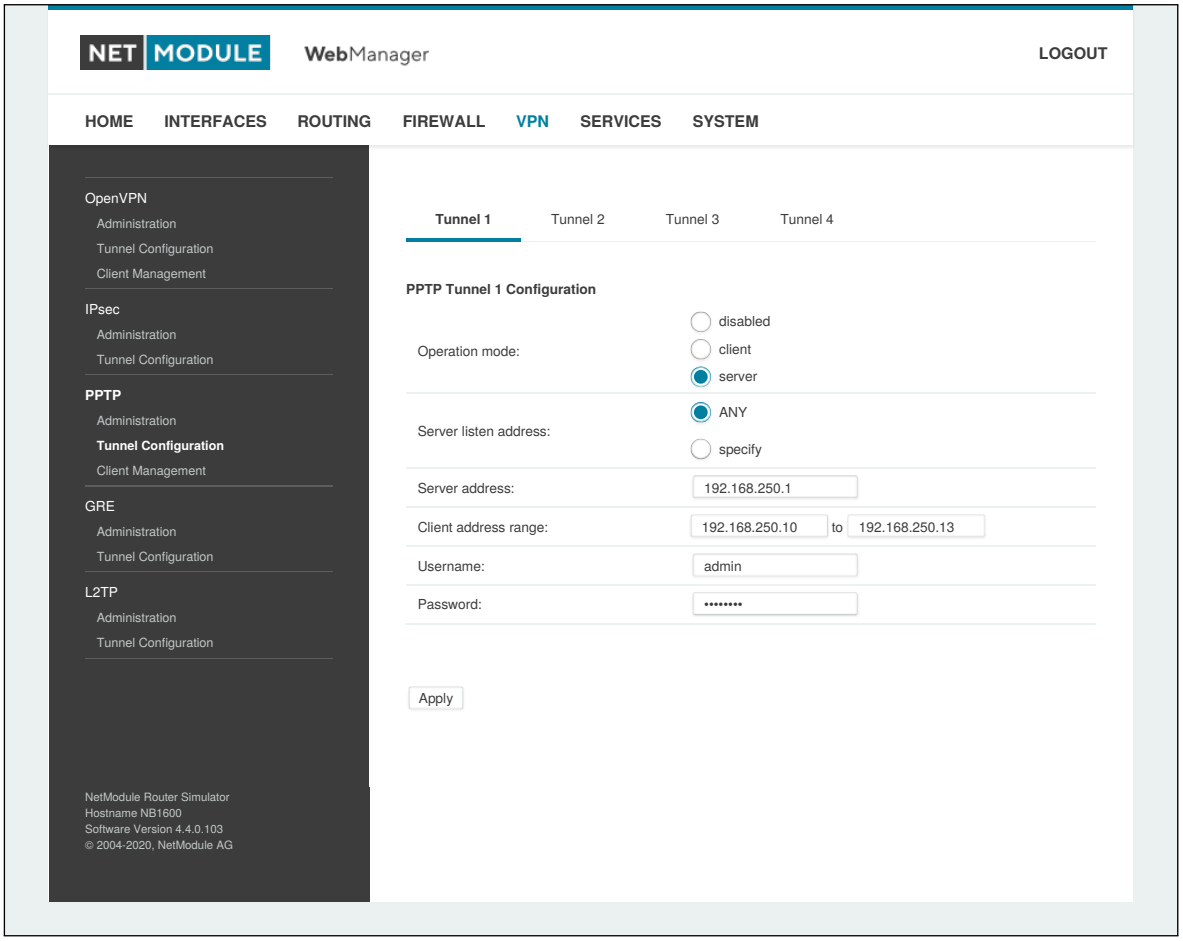


Abbildung 5.39.: Konfiguration eines PPTP-Tunnels

Für einen Server-Tunnel sind die folgenden Einstellungen erforderlich:

Parameter	PPTP-Servereinstellungen
Listen address	Legt fest, auf welcher IP-Adresse eingehende Client-Anfragen erwartet werden
Server address	Die Serveradresse innerhalb des Tunnels
Client address range	Legt einen Bereich fest, aus dem den Clients IP-Adressen zugewiesen werden

PPTP-Client-Verwaltung

Auf dieser Seite müssen die PPTP-Clients für einen Server-Tunnel konfiguriert werden. Hierzu werden Benutzername und Passwort benötigt. Den Clients kann eine feste IP-Adresse zugewiesen werden, über die beliebige Routen auf einen dedizierten Tunnel geleitet werden können.

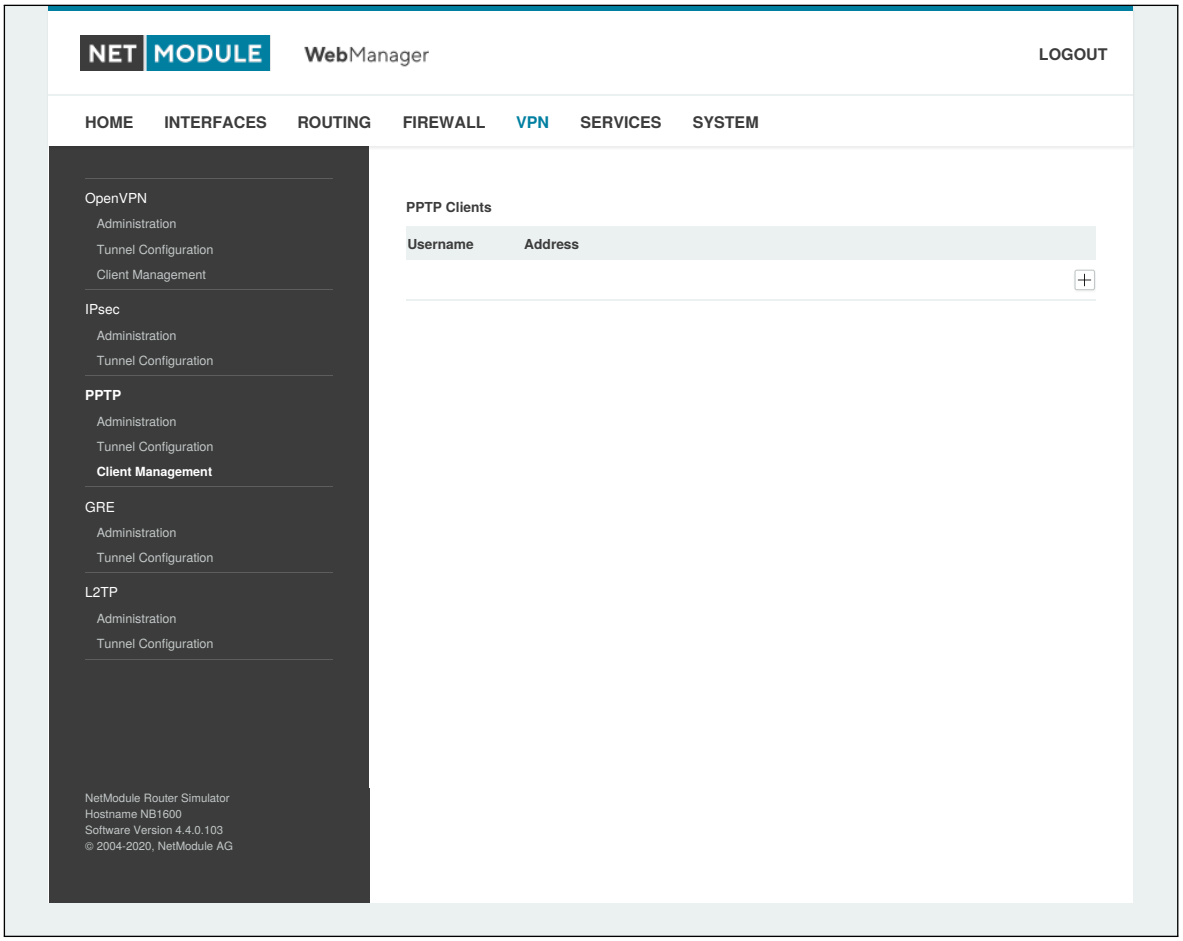


Abbildung 5.40.: PPTP-Client-Verwaltung

5.6.4. GRE

Generic Routing Encapsulation (GRE) ist ein Tunneling-Protokoll, das eine Vielzahl von Netzwerkschichtprotokollen in virtuelle Punkt-zu-Punkt-Verbindungen über IP einkapseln kann. GRE ist in RFC 1701, 1702 und 2784 definiert. Es bietet weder Verschlüsselung noch Autorisierung, kann jedoch auf Adressbasis für Tunneling-Zwecke zusätzlich zu anderen VPN-Techniken (z. B. IPSec) verwendet werden.

Zum Einrichten eines Tunnels sind die folgenden Parameter erforderlich:

Parameter	GRE-Konfiguration
Local address	Die IP-Adresse, die als Absender der GRE-Pakete genutzt wird (optional)
Peer address	Die IP-Adresse der Remote-Gegenstelle
Interface	Der Gerätetyp für diesen Tunnel
Local tunnel address	Die lokale IP-Adresse des Tunnels
Local tunnel netmask	Die lokale Netzmaske des Tunnels
Remote network	Die Remote-Netzwerkadresse des Tunnels
Remote netmask	Die Remote-Subnetzmaske des Tunnels
Tunnel key	Ein GRE-Tunnel-Schlüssel ermöglicht es dem Remote-Server, GRE-Pakete von verschiedenen Kommunikationspartnern voneinander zu unterscheiden

Normalerweise darf die lokale Tunneladresse/Netzmaske nicht mit anderen Schnittstellenadressen in Konflikt geraten. Das entfernte Netzwerk/die entfernte Netzmaske ergibt einen zusätzlichen Routeneintrag, damit gesteuert werden kann, welche Pakete eingekapselt und über den Tunnel übertragen werden sollen.

5.6.5. L2TP (Layer-2-Tunneling-Protokoll)

Das Layer-2-Tunneling-Protokoll ist ein Tunneling-Protokoll, das weder Verschlüsselung noch Vertraulichkeit unterstützt. Es verlässt sich auf ein Verschlüsselungsprotokoll, das es innerhalb des Tunnels durchläuft, um Vertraulichkeit zu gewährleisten.
Zum Einrichten eines Tunnels sind die folgenden Parameter erforderlich:

Parameter	L2TP-Konfiguration
Transport protocol	Das zu verwendende Transportportokoll
Local IP	Die lokale IP-Adresse des Tunnels
Remote IP	Die Remote-IP-Adresse des Tunnels
Local port	Die lokale Port-Adresse des Tunnels
Remote port	Die Remote-Port-Adresse des Tunnels
Local tunnel ID	Die lokale Tunnel-ID identifiziert den Tunnel, in dem die Sitzung erstellt wird
Remote tunnel ID	Die Remote-Tunnel-ID identifiziert den von der Gegenstelle zugewiesenen Tunnel
Local Session ID	Die lokale Session-ID identifiziert die zu erstellende Sitzung
Remote Session ID	Die Remote-Session-ID identifiziert die von der Gegenstelle zugewiesene Sitzung
Local Cookie	Setzt einen optionalen Cookie-Wert, der der Sitzung zugewiesen wird
Remote Cookie	Setzt einen optionalen oberen Cookie-Wert, der der Sitzung zugewiesen wird
MTU	Maximale Größe einer Übertragungseinheit für die Tunnelschnittstelle
Bridge interface	Die Schnittstelle, mit der die Host-Schnittstelle gebrückt werden soll

5.6.6. Einwahl (Dial-In)

Auf dieser Seite können Sie den Einwahlserver konfigurieren, um Point-to-Point- (PPP-) Datenverbindungen über Mobilfunk (GSM) anbieten zu können. Hierfür würde man in der Regel 2G als erforderlichen Diensttyp angeben, sodass sich das Modem nur bei GSM anmelden kann. Eine gleichzeitige Verwendung ausgehender WWAN-Schnittstellen und Einwahlverbindungen ist natürlich nicht möglich.

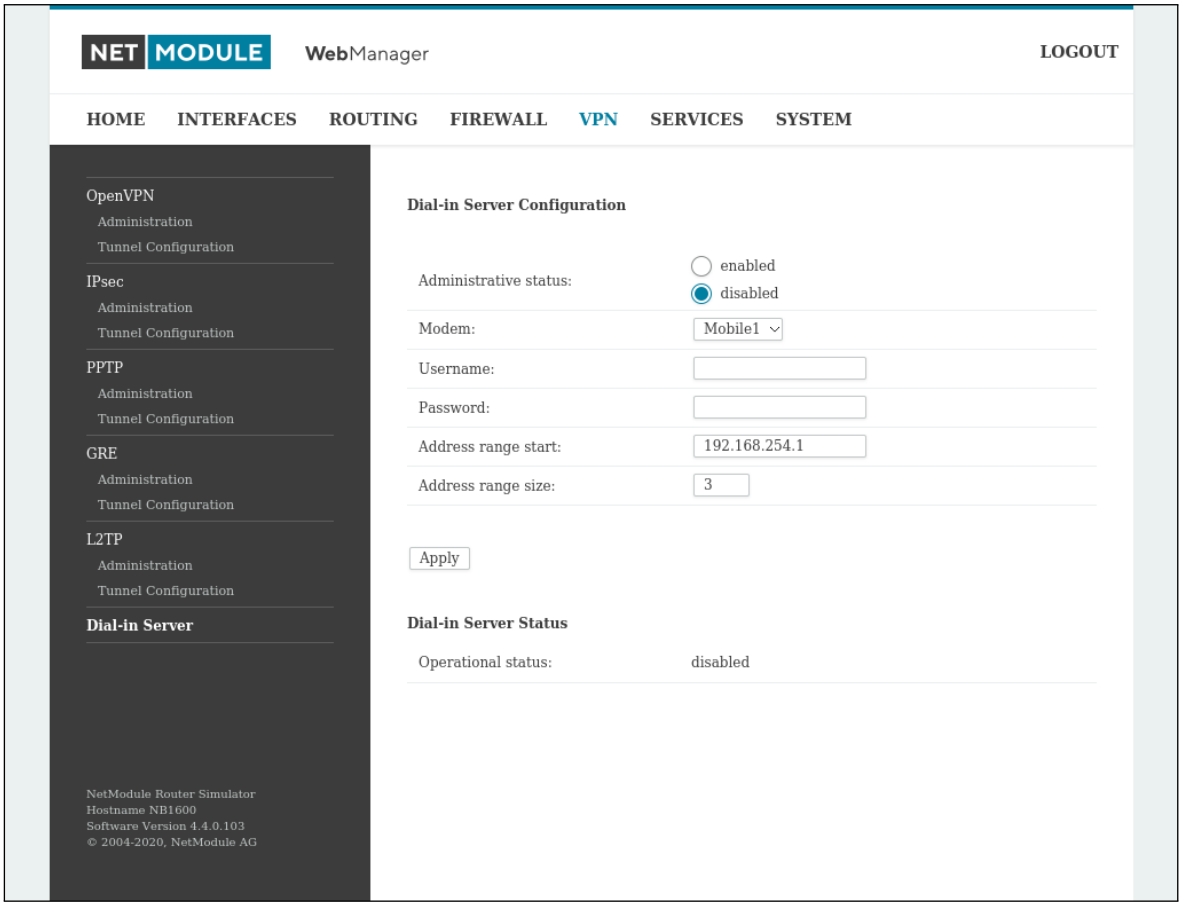


Abbildung 5.41.: Einwahlserver-Einstellungen

Es stehen die folgenden Einstellungen zur Verfügung:

Parameter	Einwahlserver-Konfiguration
Administrative status	Legt fest, ob eingehende Anrufe angenommen werden sollen
Modem	Legt das Modem fest, über das Anrufe eingehen können
User	Legt den Benutzernamen für die eingehende PPP-Verbindung fest
Password	Legt das Passwort für die eingehende PPP-Verbindung fest
Address range start	Beginn des IP-Adressbereichs, der den anrufenden Clients zugewiesen wird
Address range size	Anzahl der Adressen für den Client-IP-Adressbereich

Ganz generell wird von Einwahlverbindungen abgeraten. Da sie als GSM-Sprachanrufe implementiert sind, zeichnen sie sich durch Unzuverlässigkeit und sehr geringe Bandbreite aus.

5.7. DIENSTE

5.7.1. SDK

NetModule-Router werden mit einem Software Development Kit (SDK) ausgeliefert. Mit seiner Hilfe können Sie einfach und schnell kundenspezifische Funktionen und Anwendungen implementieren. Das SDK umfasst die folgenden Komponenten:

1. Einen SDK-Host, der die Laufzeitumgebung (die sogenannte Sandbox) definiert, d. h. den Zugriff auf die Systemressourcen (z. B. Arbeitsspeicher, Speicher und CPU) kontrolliert und damit für die benötigte Skalierbarkeit sorgt
2. Eine Interpretersprache namens `arena`, eine einfache, für eingebettete Systeme optimierte Skriptsprache, die eine ANSI-C-ähnliche Syntax verwendet, aber zusätzlich Ausnahmen, automatische Speicherverwaltung und Laufzeitpolymorphismus unterstützt
3. Eine NetModule-spezifische Anwendungs-Programmierschnittstelle (API) mit einem umfassenden Satz von Funktionen für den Zugriff auf Hardware-Schnittstellen (z. B. digitale IO-Ports, GPS, externe Speichermedien, serielle Schnittstellen), aber auch für die Abfrage von Systemstatus-Parametern, das Versenden von E-Mail- oder SMS-Nachrichten oder die Konfiguration des Routers

Wer einige Erfahrung mit der Programmiersprache C hat, wird eine Umgebung vorfinden, in die man sich leicht einarbeiten kann. Sie können uns jedoch gerne über support@netmodule.com kontaktieren - wir unterstützen Sie gerne dabei, ein Programm für Ihr spezielles Problem zu finden.

Sprachelemente

Die Skripting-Sprache `arena` umfasst eine breite Palette von POSIX-Funktionen (wie `printf` oder `open`) und bietet zusammen mit maßgeschneiderten API-Funktionen eine einfache Plattform für das Erstellen von Anwendungen aller Art, die Geräte oder Dienste mit dem Router verbinden.
Ein kurzes Beispiel:

```
/* We are going to eavesdrop on the first serial port
 * and turn on lights via a digital I/O output port,
 * otherwise we'd have to send a short message.
 */

for (attempts = 0; attempts < 3; attempts++) {
  if (nb_serial_read("serial0") == "Klopf klopf!") {
    nb_serial_write("serial0", "Wer ist da?");

    if (nb_serial_read("serial0") == "Weihnachtsmann") {
      printf("Hurra!\n");
      nb_dio_set("out1", 1);
    }
  }
}
nb_sms_send("+123456789", "Diesmal keine Geschenke:(")
```

Eine Reihe von Beispielskripten kann direkt vom Router heruntergeladen werden. Eine Liste finden Sie im Anhang. Das Handbuch kann abgerufen werden von der NetModule-Supportseite Es enthält eine detaillierte Einführung in die Sprache. einschließlich einer Beschreibung aller Funktionen.

API-Funktionen des SDK

Mit den derzeit verfügbaren API-Funktionen können Sie die folgenden Aufgaben lösen:

1. SMS senden/abrufen
2. E-Mail senden
3. Vom seriellen Gerät lesen und dorthin schreiben
4. Digitale Ein-/Ausgänge steuern
5. TCP/UDP-Server ausführen
6. IP/TCP/UDP-Clients ausführen
7. Auf Dateien von eingebundenen Medien (z. B. einem USB-Stick) zugreifen
8. Statusinformationen vom System abrufen
9. Konfigurationsparameter abrufen oder setzen
10. Ins Systemprotokoll schreiben
11. Dateien über HTTP/FTP übertragen
12. Konfigurations-/Software-Updates durchführen
13. Die LED steuern
14. Systemereignisse abrufen, Dienste neu starten oder System neu starten
15. Nach Netzwerken in Reichweite suchen
16. Eigene Webseiten erstellen
17. Sprachsteuerungsfunktionen nutzen
18. SNMP-Funktionen nutzen
19. CAN-Socket-Funktionen nutzen
20. Verschiedene netzwerkbezogene Funktionen nutzen
21. Andere systembezogene Funktionen nutzen

Das SDK-API-Handbuch (das vom Router heruntergeladen werden kann) gibt einen Überblick, erklärt aber auch alle Funktionen im Detail.

Hinweis: Für einige Funktionen müssen die entsprechenden Dienste (z. B. E-Mail, SMS) oder Schnittstellen (z. B. CAN) vor der Nutzung im SDK richtig konfiguriert werden.

Wir widmen uns zuerst der sehr mächtigen API-Funktion `nb_status`. Mit ihr können die Statuswerte des Routers auf die gleiche Weise abgefragt werden, wie sie mit der CLI angezeigt werden. Sie liefert eine Struktur von Variablen für einen bestimmten Abschnitt zurück (eine Liste der verfügbaren Abschnitte erhalten Sie mit `cli status -h`).
Mit der Funktion `dump` können Sie sich den Inhalt der zurückgegebenen Struktur ausgeben lassen:

```
/* dump current location */

dump(nb_status("location"));
```

Das Skript erzeugt dann eine Ausgabe wie diese:

```
struct(8): {
  .LOCATION_STREET       = string[11]: "Bahnhofquai"
  .LOCATION_CITY         = string[10]: "Zurich"
  .LOCATION_COUNTRY_CODE = string[2]:  "ch"
  .LOCATION_COUNTRY      = string[11]: "Switzerland"
  .LOCATION_POSTCODE     = string[4]:  "8001"
  .LOCATION_STATE        = string[6]:  "Zurich"
  .LOCATION_LATITUDE     = string[9]:  "47.3778058"
  .LOCATION_LONGITUDE    = string[8]:  "8.5412757"
}
```

In Kombination mit der Funktion `nb_config_set` kann bei Statusänderungen eine Neukonfiguration beliebiger Teile des Systems gestartet werden. Mögliche Abschnitte und Parameter können Sie wieder mit der CLI abfragen:

```
~ $ cli get -c wanlink.0
cli get -c wanlink.0
Konfigurationsentitäten anzeigen (wie "wanlink.0"):

wanlink.0.mode          wanlink.0.multipath     wanlink.0.name
wanlink.0.options       wanlink.0.passthru      wanlink.0.prio
wanlink.0.suspend       wanlink.0.switchback    wanlink.0.weight
```

Wenn Sie mit der CLI im interaktiven Modus ausführen, können Sie die möglichen Konfigurationsparameter mit der Taste `TABULATOR` auch schrittweise durchblättern.

Hier ist ein Beispiel, wie man diese Funktionen nutzen könnte:

```
/* Aktuellen Ort finden und 2. WAN-Verbindung aktivieren  */

location = nb_status("location");
if (location) {
    city = struct_get(location, "LOCATION_CITY");

    if (city == "Wonderland") {
        for (led = 0; led < 5; led++) {
            nb_led_set(led, LED_BLINK_FAST|LED_COLOR_RED);
        }
    } else {
        printf("You'll never walk alone in %s ...\n", city);
        nb_config_set("wanlink.1.mode=1");
    }
}
```

Arbeiten mit dem SDK

Im Zusammenhang mit dem SDK sprechen wir von Skripten und Triggern, aus denen sich die diversen Jobs zusammensetzen.

Ein `arena` -Skript kann auf den Router hochgeladen oder mit Hilfe spezieller Benutzerkonfigurationspakete importiert werden. Sie können das Skript auch direkt im Web Manager bearbeiten oder eines der mitgelieferten Beispiele auswählen. Außerdem steht auf dem Router ein Testbereich zur Verfügung, in dem Sie Ihre Syntax überprüfen oder Testläufe durchführen können.

Nach dem Hochladen müssen Sie einen Trigger angeben, d. h. dem Router mitteilen, wann das Skript ausgeführt werden soll. Trigger können entweder zeitbasiert sein (z. B. "jeden Montag") oder durch eines der vordefinierten Systemereignisse ausgelöst werden (z. B. wan-up), wie beschrieben im Kapitel 5.7.7. Mit einem Skript und einem Trigger können Sie einen SDK-Job einrichten. Das Ereignis `test` ist in der Regel eine gute Möglichkeit, zu überprüfen, ob der Job ordnungsgemäß läuft. Der Admin-Bereich bietet außerdem Möglichkeiten zur Fehlerbehebung und zur Kontrolle laufender Jobs.

Der SDK-Host (sdkhost) entspricht dem Daemon, der die Skripte und ihre Aktionen verwaltet und Schäden am System verhindert. Er begrenzt CPU- und Speicherressourcen für die Ausführung von Skripten und stellt außerdem einen vordefinierten Teil des verfügbaren Speicherplatzes auf dem Speichergerät zur Verfügung. Sie können den Speicherplatz mit einem externen USB-Speicher oder (je nach Modell) mit weiterem Flash-Speicher erweitern. Dateien, die auf `/tmp` geschrieben werden, werden im Speicher gehalten und nach einem Neustart des Skripts wieder gelöscht. Da Ihre Skripte in der Sandbox laufen, haben Sie keinen Zugriff auf Systemtools (wie `ifconfig`).

Verwaltung

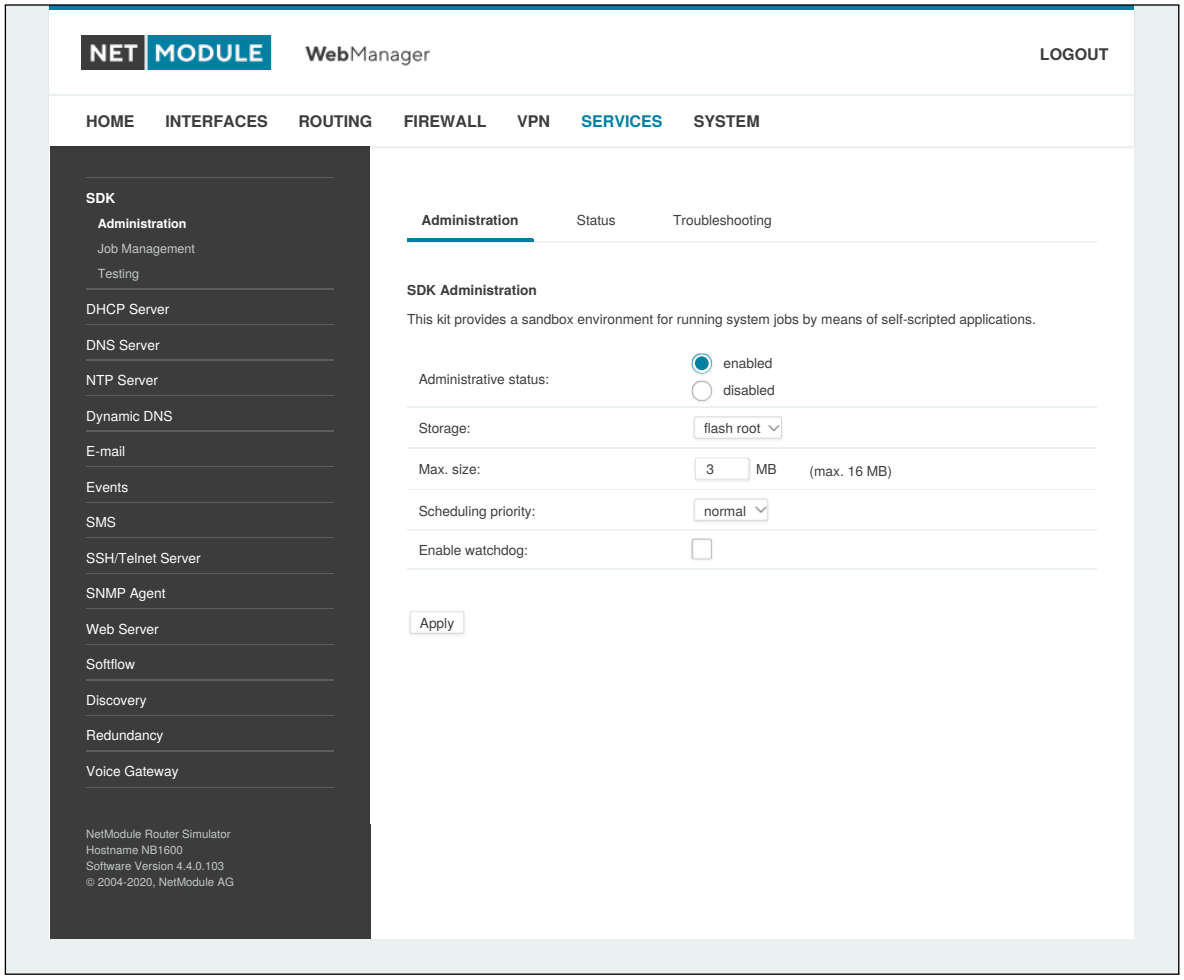


Abbildung 5.42.: SDK-Verwaltung

Auf dieser Seite können Sie den SDK-Host steuern und die folgenden Einstellungen vornehmen:

Parameter	SDK-Verwaltungseinstellungen
Administrative status	Legt fest, ob SDK-Skripte ausgeführt werden sollen oder nicht
Storage	Das Speichergerät, auf dem die Sandbox gespeichert werden soll (siehe Kapitel 5.8.1)
Max. size	Den maximalen Platz (in MB), die Skripte auf dem Speichergerät nutzen können
Scheduling priority	Legt die Prozesspriorität des sdkhost fest. Höhere Prioritäten beschleunigen die Ausführung der Skripte, niedrigere haben geringere Auswirkungen auf das Hostsystem
Enable watchdog	Aktiviert die Watchdog-Überwachung für jedes Skript. Sie bewirkt einen Neustart des Systems, wenn das Skript nicht reagiert oder mit einem Exit-Code ungleich Null gestoppt wird.

Die Statusseite informiert über den aktuellen Status des SDK. Sie liefert eine Übersicht über alle abgeschlossenen Jobs. Sie können dort auch einen laufenden Job stoppen und die Skriptausgabe im Bereich Fehlerbehebung einsehen, wo Sie auch Links zum Herunterladen der Handbücher und Beispiele finden.

Job-Verwaltung

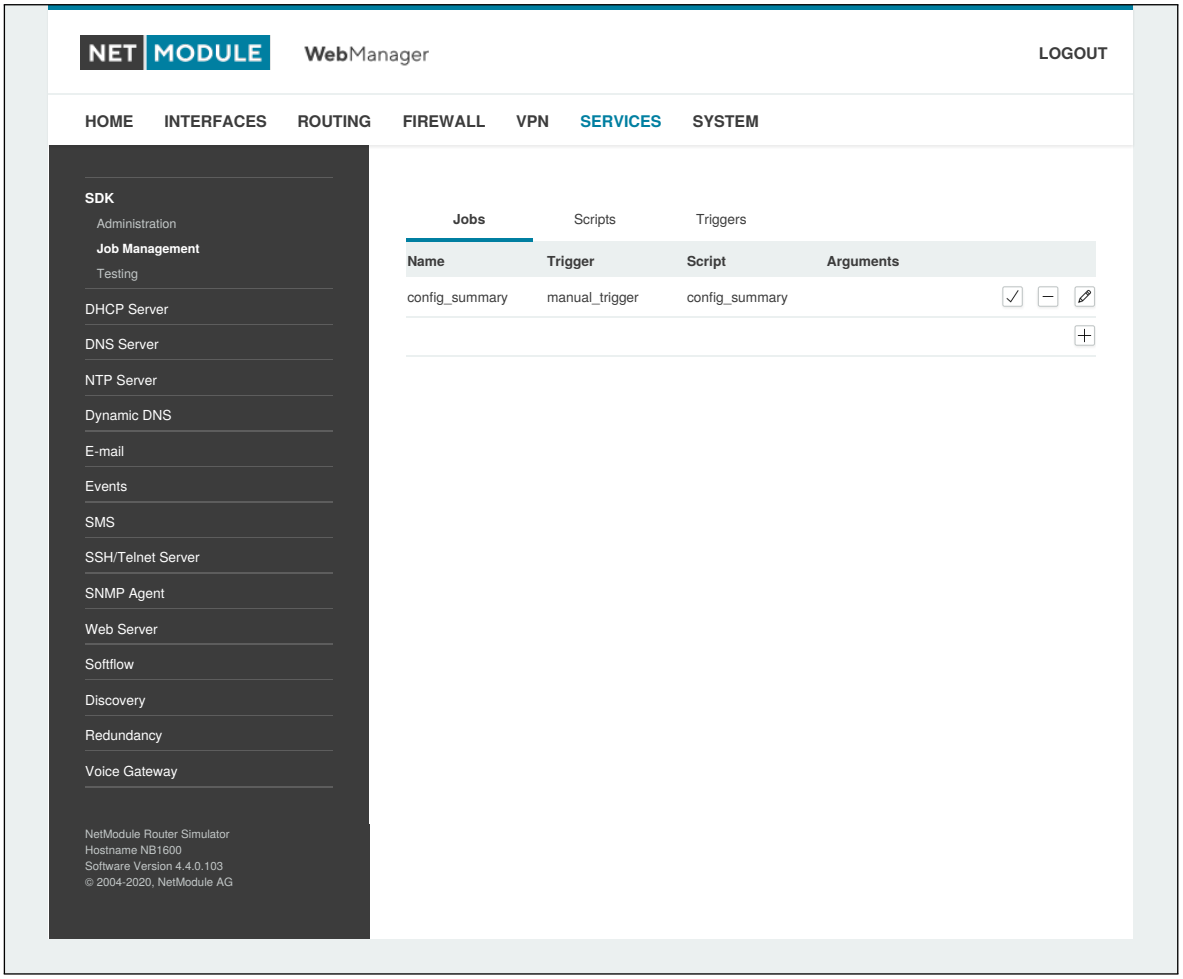


Abbildung 5.43.: SDK-Jobs

Auf dieser Seite können Sie Skripte, Trigger und Jobs einrichten. In der Regel ist es sinnvoll, zunächst einen Trigger zu erstellen, der sich aus den folgenden Parametern zusammensetzt:

Parameter	SDK-Triggerparameter
Name	Ein aussagekräftiger Name zur Identifizierung des Triggers
Type	Der Typ des Triggers - zeitbasiert oder ereignisbasiert
Bedingung	Legt die Zeitbedingung für zeitbasierte Trigger fest (z. B. stündlich)
Timespec	Der Zeitpunkt, der zusammen mit der Bedingung die Zeit(en) angibt, zu denen der Trigger ausgelöst wird
Event	Das Systemereignis, bei dem der Trigger ausgelöst werden soll

Sie können nun Ihr persönliches Skript hinzufügen, für das Sie die folgenden Parameter anwenden:

Parameter	SDK-Skriptparameter
Name	Ein aussagekräftiger Name zur Identifizierung des Skripts
Description	Eine Beschreibung des Skripts (optional)
Arguments	Ein Satz von Argumenten, die an das Skript übergeben werden (unterstützt Quoting) (optional)
Action	Sie können ein Skript bearbeiten, es hochladen oder eines der Beispielskripte oder ein bereits hochgeladenes Skript auswählen

Als nächstes können Sie einen Job einrichten, der mit den folgenden Parametern erstellt werden kann:

Parameter	SDK-Jobparameter
Name	Ein aussagekräftiger Name zur Identifizierung des Jobs
Trigger	Legt den Trigger fest, der den Job starten soll
Script	Legt das auszuführende Skript fest
Arguments	Definiert Argumente, die an das Skript übergeben werden (unterstützt Quoting); sie werden den Argumenten vorangestellt, die Sie eventuell zuvor selbst dem Skript zugewiesen haben

Sie können jeden konfigurierten Job direkt auslösen, was zu Testzwecken hilfreich sein kann.

Seiten

Alle programmierten SDK-Seiten werden hier angezeigt.

SDK-Tests

Die Testseite enthält einen Editor und ein Eingabefeld für optionale Argumente, mit denen Sie Testläufe Ihres Skripts durchführen oder bestimmte Teile davon testen oder eine ganze Datei hochladen können. Hinweis Sie müssen die Argumente eventuell in Anführungszeichen setzen, da sie sonst durch Leerzeichen getrennt werden.

```
/* arguments: 'Schnick Schnack "S c h n u c k"'

for (i = 0; i < argc; i++) {
    printf("argv%d: %s\n", i, argv[i]);
}

/* generates:
 *       argv0: Skriptname
 *       argv1: Schnick
 *       argv2: Schnack
 *       argv3: S c h n u c k
 */
```

Bei Syntaxfehlern gibt `arena` normalerweise Fehlermeldungen wie die folgende aus (mit Angabe der Zeile und der Position, an der der Parsing-Fehler auftrat):

```
/scripts/testrun:2:10:FATAL: parse error, unexpected $, expecting ';'
```

SDK-Beispielanwendung

Als Einführung können Sie eine Beispielanwendung durchgehen - ein SMS-Steuerungsskript, das die Fernsteuerung von Kurznachrichten implementiert und den Systemstatus zum Absender zurückgeben kann. Der Quellcode ist im Anhang enthalten.

Nach der Aktivierung können Sie eine Nachricht an die mit einer SIM-Karte/einem Modem verbundene Telefonnummer senden. In der Regel muss in der ersten Zeile ein Passwort und in der zweiten Zeile ein Befehl angegeben werden, z. B.:

```
admin01
status
```

Wir empfehlen dringend, eine Authentifizierung zu verwenden, um unbeabsichtigte Zugriffe zu vermeiden. Sie können dies jedoch mit `noauth` als Argument deaktivieren und so die erste Zeile mit dem Passwort überspringen. Wenn Sie sich das Skript genauer ansehen, werden Sie feststellen, dass Sie auch die Liste der zulässigen Absender einschränken können. Bitte prüfen Sie das Systemprotokoll, um eventuelle Probleme zu beheben.

Die folgenden Befehle werden unterstützt:

Befehl	Action
status	Beantwortet eine Nachricht an den Absender mit einer kurzen Systemübersicht
connect	Aktiviert die erste auf dem System konfigurierte WAN-Verbindung
disconnect	Deaktiviert die erste auf dem System konfigurierte WAN-Verbindung
reboot	Leitet einen Neustart des Systems ein
output 1 on	Aktiviert den ersten digitalen Ausgang
output 1 off	Deaktiviert den ersten digitalen Ausgang
output 2 on	Aktiviert den zweiten digitalen Ausgang
output 2 off	Deaktiviert den zweiten digitalen Ausgang

Tabelle 5.95.: SMS-Steuerbefehle

Die Antwort auf den status-Befehl sieht typischerweise so aus:

```
System: NB2700 hostname (00:11:22:AA:BB:CC)
WAN1: WWAN1 is up (10.0.0.1, Mobile1, UMTS, -83 dBm, LAI 12345)
GPS: lat 47.377894, lon 8.540055, alt 282.200
OVPN: client on tun0 is up (10.0.8.4)
DIO: IN1=off, IN2=off, OUT1=on, OUT2=off
```

5.7.2. DHCP-Server

In diesem Abschnitt kann der DHCP-Dienst (Dynamic Host Configuration Protocol) für jede LAN-Schnittstelle individuell konfiguriert werden, der den Hosts im lokalen Netzwerk dynamische IP-Adressen zuweist. Sie können die Statusseite mit einer Übersicht über ausgehandelte Client-Adressen einsehen.

Hier tauchen auch die WLAN-Schnittstellen (für alle SSIDs) auf, falls Sie jeweils einen Access Point konfiguriert haben.

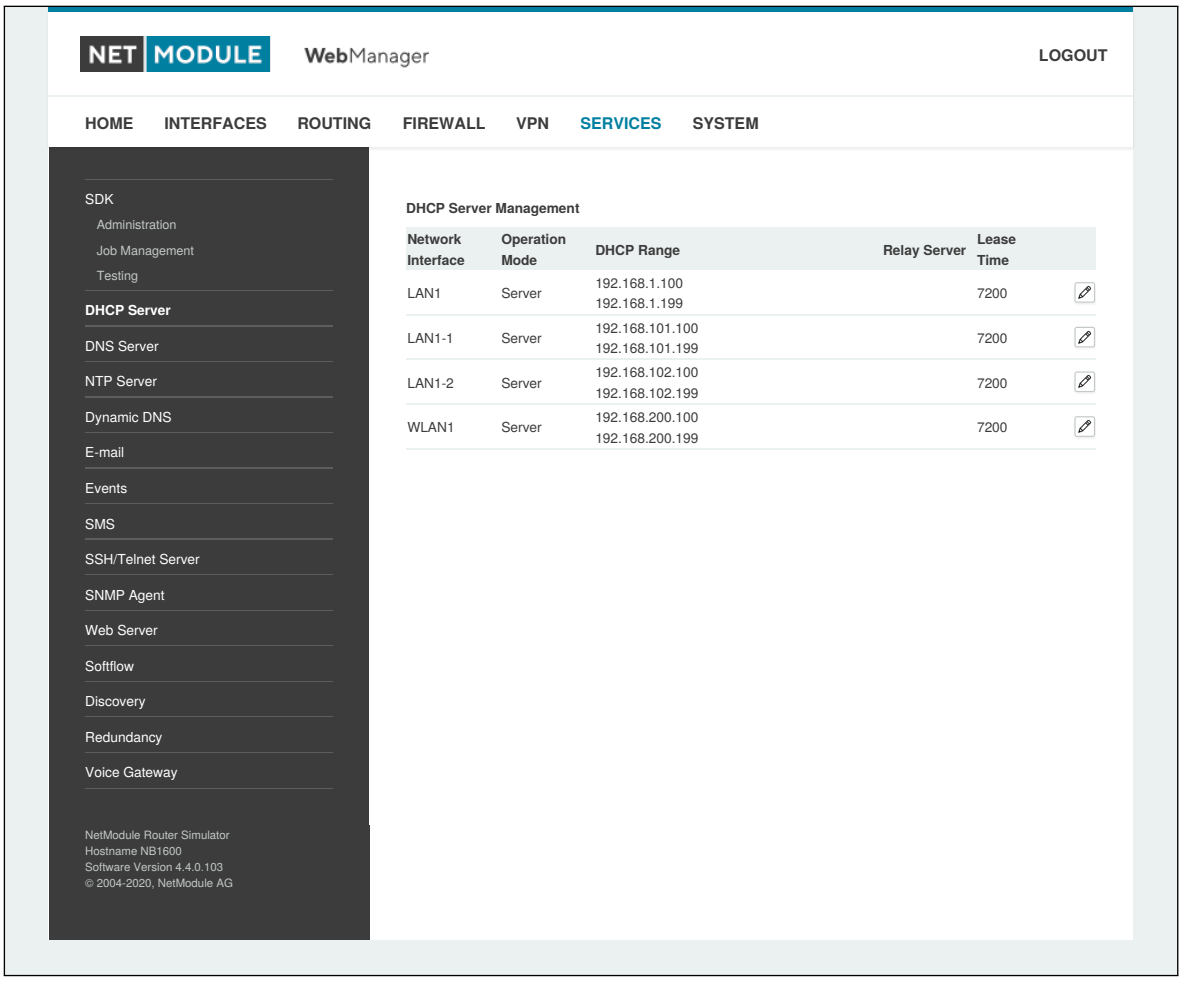


Abbildung 5.44.: DHCP-Server

Es stehen die folgenden Einstellungen für die jeweilige Schnittstelle zur Verfügung:

Parameter	DHCP-Verwaltungseinstellungen
Operation mode	Legt den DHCP-Modus fest: server, relay, disabled

Parameter	DHCP-Servereinstellungen
First lease address	Die erste Adresse aus dem Bereich der IP-Adressen, die an Hosts vergeben werden
Last lease address	Die letzte Adresse aus diesem Bereich
Lease duration	Zeit in Sekunden, für die eine Vergabe gültig sein soll, bis er erneut angefordert werden muss
Persistent leases	Aktiviert die Speicherung einer Vergabe und Erneuerung durch den Router auch nach einem Neustart. Dies kann sicherstellen, dass einem bestimmten Host immer dieselbe IP-Adresse zugewiesen wird.
DHCP options	Standardmäßig vergibt der DHCP die Schnittstellenadresse als Standard-Gateway und die Adressen des aktuellen DNS-Servers, wenn nicht anders konfiguriert. Sie können hier feste Adressen angeben.
Only allow static hosts	Alle Anfragen, die von nicht-statischen Hosts kommen, werden ignoriert.

Parameter	DHCP Options
Gateway address	Die Standard-Gateway Adresse
Primary DNS	Der primäre Namensserver
Secondary DNS	Der sekundäre Namensserver
Primary WINS	Der primäre WINS-Server
Secondary WINS	Der sekundäre WINS-Server
Agent ID	Die Relay-Agent-ID (DHCP-Option 82)

Parameter	DHCP-Relay-Einstellungen
Primary relay server	Der primäre DHCP-Relay-Server
Secondary relay server	Der sekundäre DHCP-Relay-Server

Es ist auch möglich, bestimmte Adressen für bestimmte Clients zu vergeben.

Parameter	DHCP-Einstellungen für statische Hosts
IP address	Die vergebene IP-Adresse
Identified by	Legt fest, nach welchen Kriterien der Client identifiziert werden soll
MAC address	Die MAC-Adresse des Clients
hostname	Die Client-ID (DHCP-Option 61)
port	Der Ethernet-Port, an dem die DHCP-Anforderung empfangen wird

Zusätzliche DHCP-Optionen können mithilfe der benutzerdefinierten DHCP-Optionen angelegt werden.

Parameter	DHCP Custom Options
Key	Die zu sendende Option als Dezimalzahl oder als „option:<option-name>“ (RFC2132)
Value	Der Wert der zusätzlich zu sendenden DHCP-Option als String

5.7.3. DNS-Server

Der DNS-Server kann DNS-Anfragen an Server im Netz weiterleiten, die z. B. bei der Herstellung der WAN-Verbindung ausgehandelt wurden. Indem man DNS-Anfragen an den Router weiterleitet, kann man den ausgehenden DNS-Verkehr reduzieren, da er bereits aufgelöste Namen zwischenspeichert. Sie können den DNS-Server auch für die Vergabe fester Adressen für bestimmte Hosts nutzen.

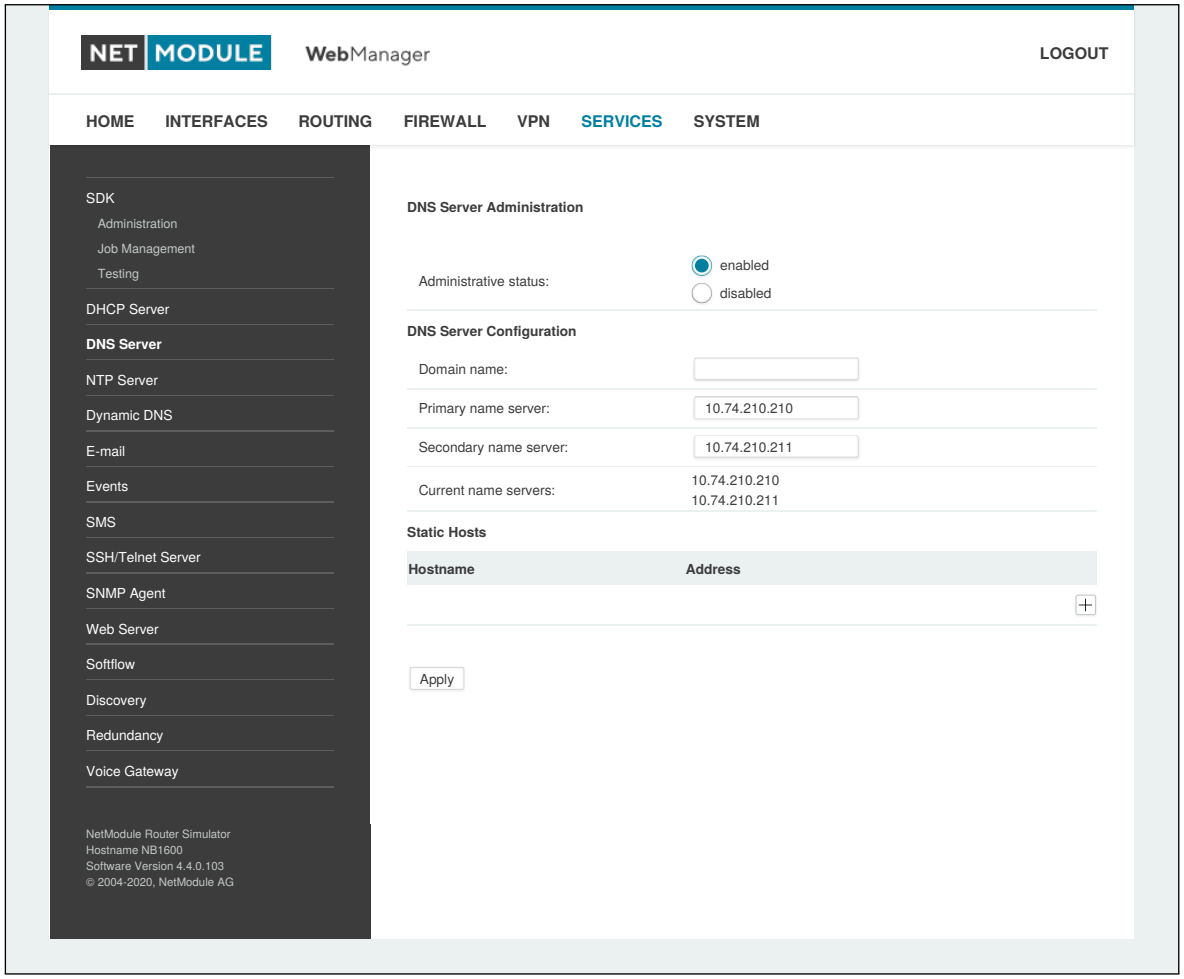


Abbildung 5.45.: DNS-Server

Es stehen die folgenden Einstellungen zur Verfügung:

Parameter	DNS-Servereinstellungen
Administrative status	Legt fest, ob der DNS-Server aktiviert ist
Domain name	Der Domainname, der für die Suche nach Kurznamen verwendet wird
Primary name server	Der standardmäßige primäre Nameserver, der anstelle der ausgehandelten Nameserver verwendet wird
Secondary name server	Der standardmäßige sekundäre Nameserver, der anstelle der ausgehandelten Nameserver verwendet wird

Sie können außerdem statische Hosts konfigurieren, um feste IP-Adressen für verschiedene Hostnamen bereitzustellen.

Parameter	DNS-Einstellungen für statische Hosts
Address	Die IP-Adresse des statischen Hosts
Hostname	Der Hostname des statischen Hosts

Denken Sie daran, DNS-Lookups lokaler Hosts auf die Adresse des Routers zu verweisen.

5.7.4. NTP-Server

In diesem Abschnitt können Sie die NTP-Serverfunktion (Network Time Protocol) individuell konfigurieren.

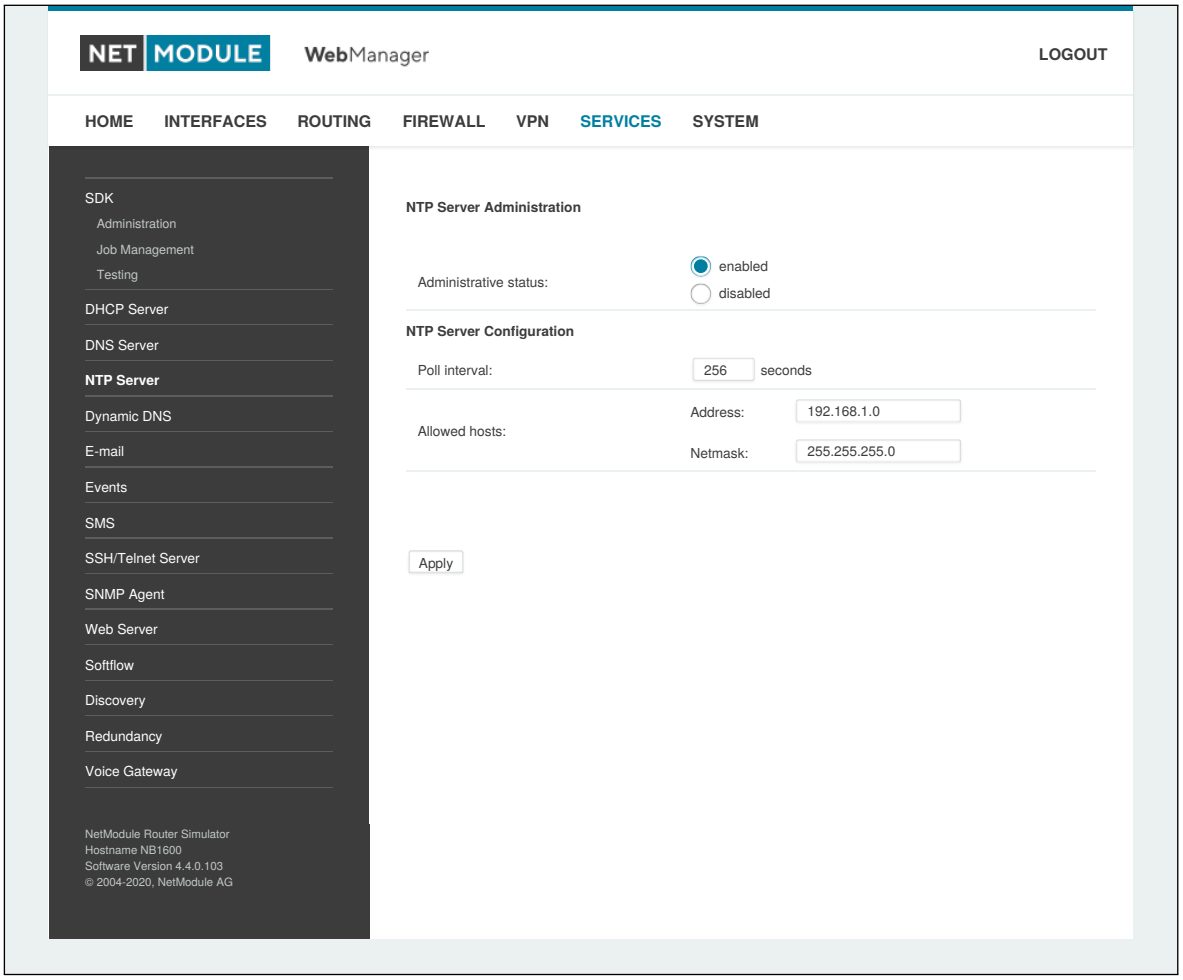


Abbildung 5.46.: NTP-Server

Es stehen die folgenden Einstellungen für die jeweilige Schnittstelle zur Verfügung:

Parameter	NTP-Servereinstellungen
Administrative status	Legt fest, ob der NTP-Server aktiviert ist
Poll interval	Definiert das Abfrageintervall (64..2048 Sekunden) für die Synchronisation der Zeit mit den Hauptzeitservern
Allowed hosts	Legt den IP-Adressbereich fest, aus dem der NTP-Server abgefragt werden darf

Zum Einstellen der Systemzeit des Geräts siehe Kapitel 5.8.1.

5.7.5. Dynamic DNS

Mit dem Dynamic-DNS-Client können Sie einem oder mehreren DynDNS-Anbietern die aktuelle IP-Adresse Ihres Systems mitteilen. Diese Adresse kann von der aktuellen Hotlink-Schnittstelle oder der Ausgangsschnittstelle abgeleitet werden, die für die Kontaktaufnahme mit dem Server verwendet wird Unterstützt wird außerdem den CheckIP-Dienst bei dyndns.org, um die aktuelle Internetadresse zu erhalten, was in NAT-Szenarien nützlich sein kann.

Der DynDNS-Client wird immer dann aktiviert, wenn eine WAN- oder VPN-Verbindung aufgebaut wird.

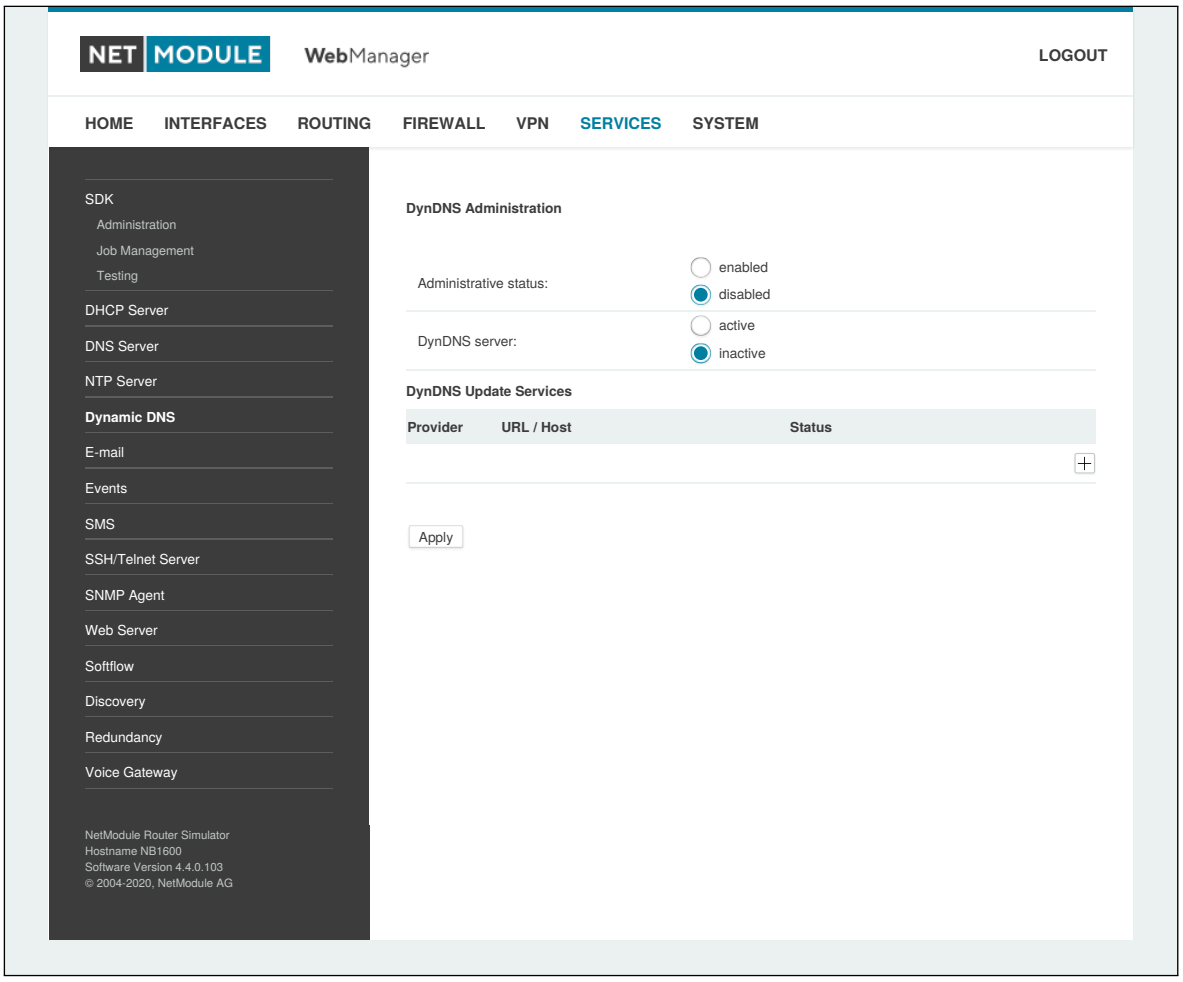


Abbildung 5.47.: Einstellungen für Dynamic DNS

Es werden eine Reihe gängiger DynDNS-Betreiber unterstützt, aber auch benutzerdefinierte Update-URLs sind möglich.

Hinweis: Der NetModule-Router kann auch selbstständig als DynDNS-Server arbeiten, sofern die Hosts auf den DNS-Dienst des Routers verweisen..

Außerdem werden das GnuDIP-Protokoll und RFC2136-ähnliche dynamische DNS-Updates unterstützt. Letztere ist in der Regel durch einen TSIG-Schlüssel gesichert.

Ein DynDNS-Dienst kann die folgenden Parameter verarbeiten:

Parameter	Einstellungen für Dynamic DNS
Provider	Sie können einen der aufgelisteten Anbieter wählen oder eine eigene URL angeben
Dynamic address	Legt fest, ob die Adresse aus dem Hotlink oder über einen externen Dienst bezogen wird
Hostname	Der vom DynDNS-Dienst bereitgestellte Hostname (z. B. my-box.dyndns.org)
Port	Der HTTP-Port des Dienstes (normalerweise 80)
Username	Der zur Authentifizierung beim Dienst verwendete Benutzername
Password	Das zur Authentifizierung verwendete Passwort
Protokoll	Das zur Authentifizierung verwendete Protokoll (HTTP, HTTPS)
Server address	Die Adresse des Servers, der aktualisiert werden soll
Server port	Der Port des Servers, der aktualisiert werden soll
TSIG key name	Der Name des TSIG-Schlüssels, der Updates durchführen darf
TSIG key	Der in base64 codierte TSIG-Schlüssel

5.7.6. E-Mail

Mit dem E-Mail-Client können Sie bei bestimmten Ereignissen oder über SDK-Skripte Benachrichtigungen an eine bestimmte E-Mail-Adresse senden.

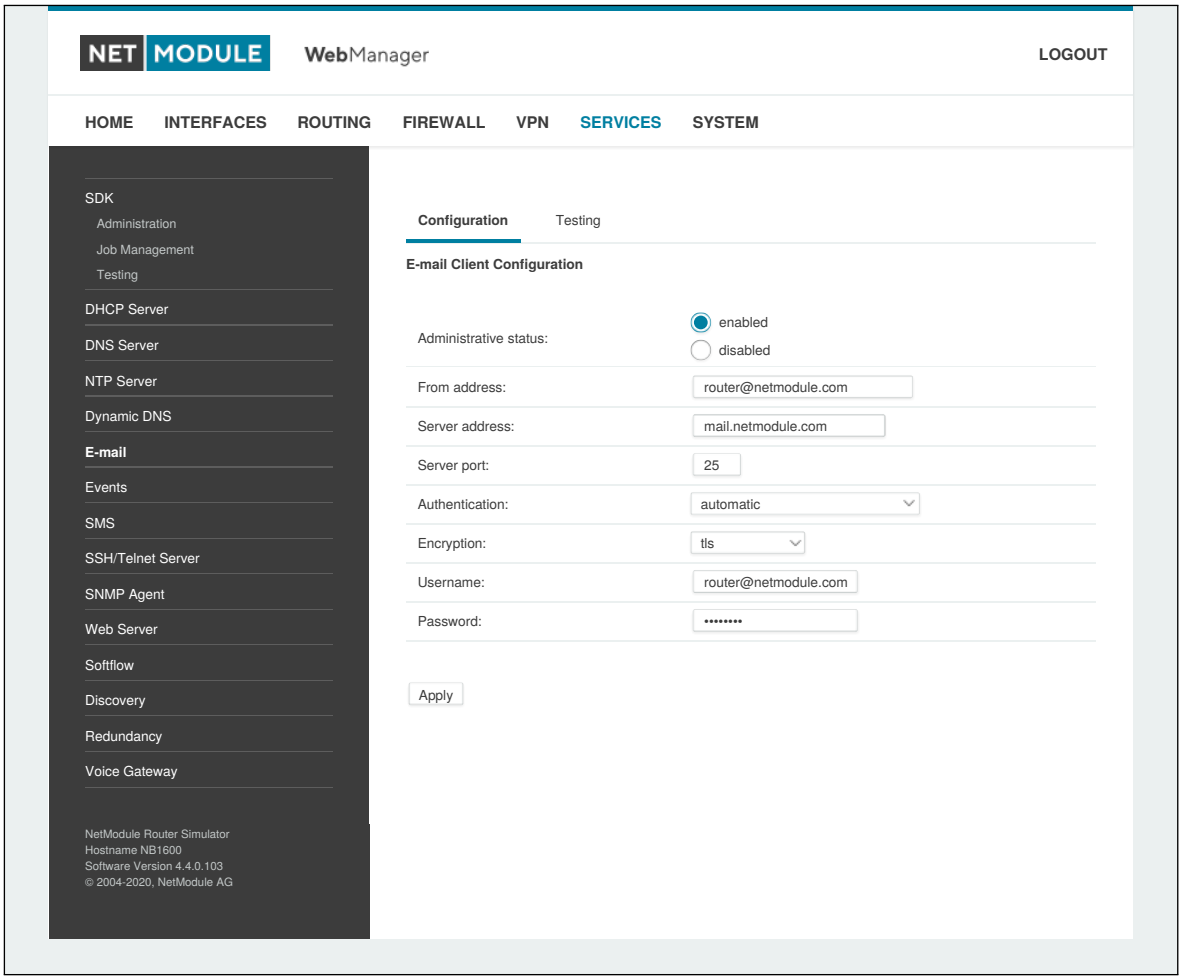


Abbildung 5.48.: E-Mail-Einstellungen

E-Mail kann mit den folgenden Einstellungen aktiviert werden.

Parameter	Einstellungen des E-Mail-Clients
E-mail client status	Verwaltungsstatus des E-Mail-Clients
From e-mail address	E-Mail-Adresse des Absenders
Server address	Adresse des SMTP-Servers
Server port	SMTP-Server-Port (typischerweise 25)
Authentication method	Legt die Authentifizierungsmethode fest, die zur Authentifizierung gegenüber dem SMTP-Server verwendet werden soll
Encryption	Legt die Art der Verschlüsselung fest. Mögliche Werte: STARTTLS, none

Parameter	Einstellungen des E-Mail-Clients
Username	Für die Authentifizierung verwendeter Benutzername
Password	Passwort, das zur Authentifizierung verwendetet wird

5.7.7. Ereignismanager

Mit dem Ereignismanager können Sie Remote-Systeme über Systemereignisse informieren. Benachrichtigungen können per E-Mail, SMS oder SNMP-Traps gesendet werden.

Parameter	Einstellungen für Ereignisbenachrichtigungen
E-Mail address	Die E-Mail-Adresse, an die die Benachrichtigung gesendet werden soll (E-Mail-Client muss aktiviert sein)
Phone number	Die Rufnummer, an die die Benachrichtigung gesendet werden soll (SMS-Dienst muss aktiviert sein)
SNMP host	Der SNMP-Host oder die SNMP-Adresse, an die der Trap gesendet werden soll
SNMP port	Der Port des entfernten SNMP-Dienstes
Username	Der Benutzername für den Zugriff auf den entfernten SNMP-Dienst
Password	Das Passwort für den Zugriff auf den entfernten SNMP-Dienst
Authentication	Der Authentifizierungsalgorithmus für den Zugriff auf den entfernten SNMP-Dienst (MD5 oder SHA)
Encryption	Der Verschlüsselungsalgorithmus für den Zugriff auf den entfernten SNMP-Dienst (DES oder SHA)
Engine ID	Die Engine-ID des entfernten SNMP-Dienstes

Die Meldungen enthalten eine von Ihnen erstellte Beschreibung und eine kurze Systeminformation. Eine Liste aller Systemereignisse finden Sie in Anhang A.2.

5.7.8. SMS

Verwaltung

NetModule-Router können Kurznachrichten (SMS) empfangen oder senden, wenn dies vom SIM-Anbieter freigegeben wurde.

Nachrichten werden von dem Modem empfangen/gesendet, das einer SIM-Karte zugewiesen wurde, daher wird ein richtig konfiguriertes SMS-fähiges Standardmodem benötigt. Siehe Kapitel 5.3.3.

Hinweis: Das System wechselt möglicherweise die SIM-Karte, wenn sich mehrere WWAN-Schnittstellen eine SIM-Karte teilen. Daher kann es vorkommen, dass ein anderes Modem für die Kommunikation verwendet wird oder, wenn die SIM-Karte nicht zugewiesen ist, ein Vorgang sogar gestoppt wird.

Hinweis: Modems können sich möglicherweise für das Roaming in fremden Netzen registrieren, in denen möglicherweise andere Gebühren anfallen. Sie können im Abschnitt Mobile SIM manuell ein vorgegebenes Netz zuweisen (per PLMN) (siehe Kapitel 5.3.3).

Ob Mitteilungen versendet werden, hängt stark vom Registrierungszustand des Modems ab und davon, ob der bereitgestellte SMS-Center-Dienst funktioniert - anderenfalls kann der Versand fehlschlagen. Mit dem Ereignis `sms-report-received` lässt sich herausfinden, ob eine Nachricht erfolgreich gesendet wurde.

Empfangene Nachrichten werden von den SIM-Karten kopiert und vorübergehend auf dem Router gespeichert, wo sie aber beim Neustart des Systems gelöscht werden. Ziehen Sie daher in Betracht, ein SDK-Skript zu nutzen, wenn Sie Nachrichten bearbeiten oder kopieren möchten.

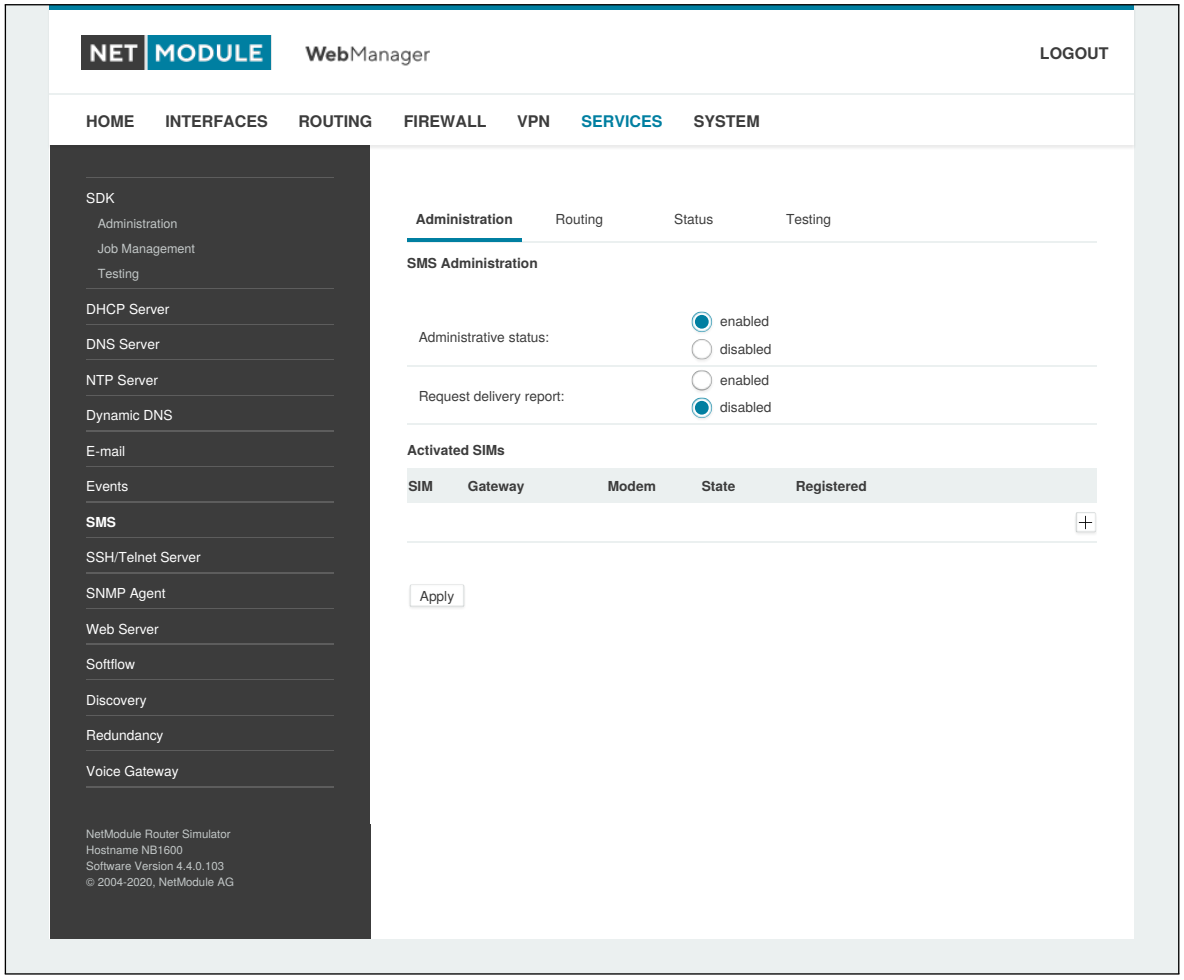


Abbildung 5.49.: SMS-Konfiguration

Auf dieser Seite können Sie den SMS-Dienst aktivieren und festlegen, über welche SIM-Karte er ausgeführt werden soll. SIMs-Karten werden anhand ihrer IMEI-Nummer unterschieden. Ihre Statistiken sind nicht-flüchtige.

Parameter	SIM-Konfiguration für SMS
SMS gateway	Nummer des Servicecenters für den Versand von SMS-Kurznachrichten. Sie wird in der Regel automatisch der SIM-Karte entnommen, aber Sie können hier eine andere, feste Nummer definieren.

Routing und Filtern

Bei SMS-Routing können Sie Regeln festlegen, die immer dann angewendet werden, wenn eine Nachricht gesendet wird. Zum einen können Sie sie an ein freigegebenes Modem weiterleiten. Für eine bestimmte Nummer können Sie z. B. erzwingen, dass Nachrichten über eine spezielle SIM-Karte gesendet werden. Rufnummern können in Form von regulären Ausdrücken angegeben werden. Einige Beispiele:

Number	Ergebnis
+12345678	Eine konkrete Rufnummer
+1*	Eine beliebige Rufnummer, beginnend mit `+1`
+1*9	Eine beliebige Rufnummer, beginnend mit `+1` und endend mit `9`
+[12]*	Eine beliebige Rufnummer, beginnend mit `+1` oder `2`

Tabelle 5.109.: Darstellungsweisen von SMS-Rufnummern

Rufnummern müssen im internationalen Format mit gültigem Präfix eingegeben werden.

Darüber hinaus können Sie Regeln definieren, um ausgehende Nachrichten zu verwerfen, z. B. wenn Sie keine teuren Sonderdienste oder Auslandsrufnummern nutzen möchten.

Beide Arten von Regeln bilden eine Liste, die der Reihe nach abgearbeitet wird, wobei ausgehende Nachrichten über das angegebene Modem weitergeleitet oder verworfen werden. Nachrichten, auf die keine der konfigurierten Regeln passt, werden an das erste verfügbare Modem weitergeleitet.

Die Filterfunktion dient als eine Art Firewall, die eingehende Nachrichten entweder verwirft oder zulässt, je nach Modem. Die erstellten Regeln werden der Reihe nach abgearbeitet. Wenn eine Regel passt, wird die eingehende Nachricht entweder verworfen oder weitergeleitet, bevor sie in das System gelangt. Alle Nachrichten, auf die keine der konfigurierten Regeln passt, werden zugelassen.

Status

Auf der Statusseite können Sie den aktuellen Modemstatus abrufen und sich über gesendete oder empfangene Nachrichten informieren. Es steht ein einfacher SMS-Posteingangsleser bereit, mit dem Sie die Nachrichten ansehen oder löschen können. Hinweis: Der Posteingang wird jeweils um Mitternacht gelöscht, wenn er mehr als 512 kB Flash-Speicher nutzt.

SDK-Tests

Auf dieser Seite können Sie testen, ob das Senden von SMS im Allgemeinen oder die Filter-/Routing-Regeln im Besonderen funktionieren. Die maximale Länge pro Nachrichtenteil beträgt 160 Zeichen. Es wird empfohlen, ausschließlich Zeichen aus dem GSM-7-Bit-Alphabet zu verwenden.

5.7.9. SSH-/Telnet-Server

Neben dem Web-Manager können Sie sich auch über die Dienste SSH und Telnet am System anmelden. Gültige Benutzernamen sind *root* und *admin* sowie zusätzliche Benutzer, die im Abschnitt Benutzerkonten erstellt werden können. Hinweis: Eine reguläre System-Shell wird nur für den Benutzer *root* erstellt. Für alle anderen Benutzer wird die CLI gestartet, Während normale Benutzer nur die Statuswerte auslesen können, erhält der Benutzer *admin* die Berechtigung, Änderungen am System vorzunehmen

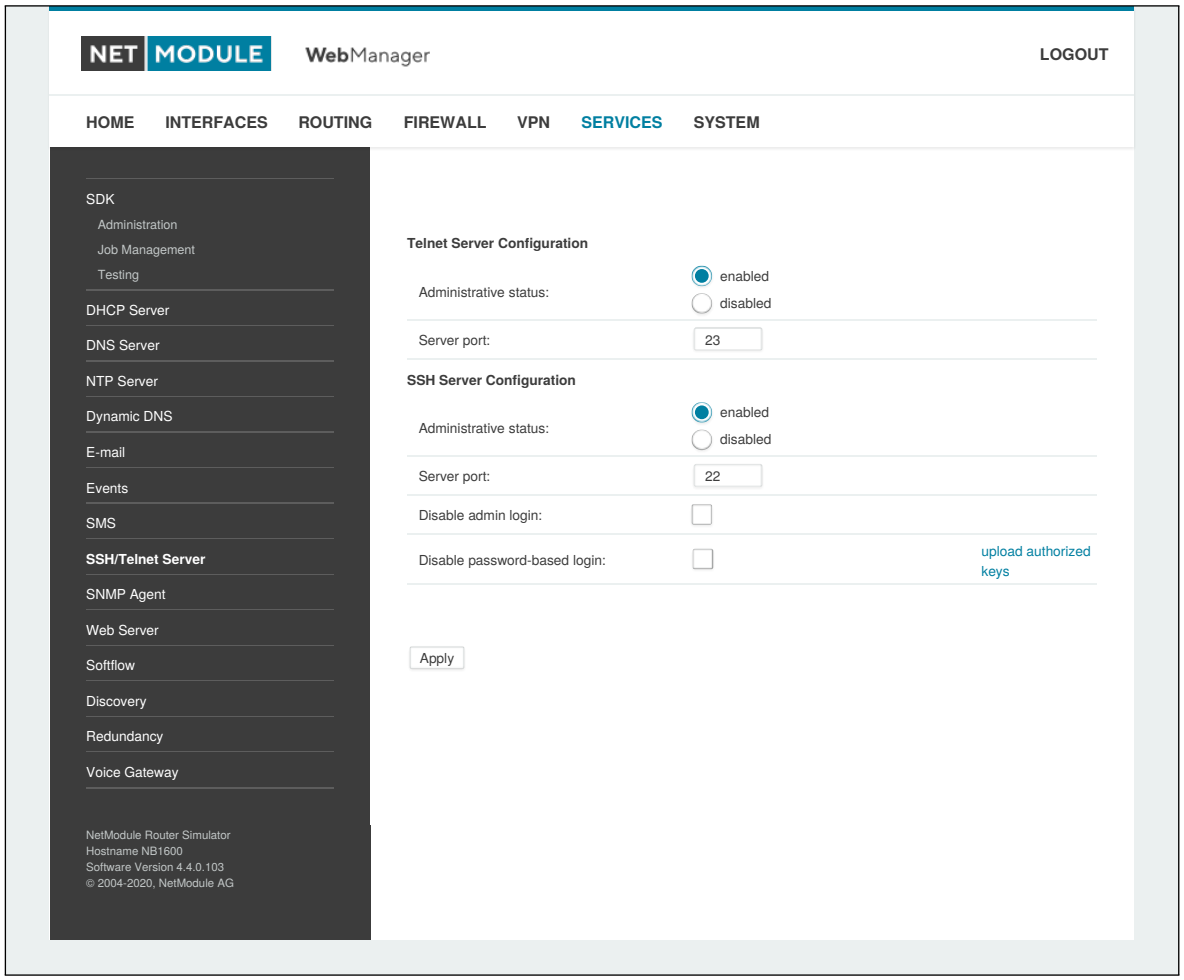


Abbildung 5.50.: SSH- und Telnet-Server

Hinweis: Diese Dienste sind auch über die WAN-Schnittstelle zugänglich. Im Zweifelsfall sollten Sie in Erwägung ziehen, den Zugriff hierauf zu deaktivieren oder einzuschränken, indem Sie entsprechende Firewall-Regeln anwenden.

Die folgenden Parameter stehen zum Einrichten des Telnet-Dienstes zur Verfügung:

Parameter	Telnet-Servereinstellungen
Administrative status	Legt fest, ob der Telnet-Dienst aktiviert ist
Server port	Der TCP-Port des Dienstes (normalerweise 23)

Die folgenden Parameter stehen zum Einrichten des SSH-Dienstes zur Verfügung:

Parameter	SSH-Servereinstellungen
Administrative status	Legt fest, ob der SSH-Dienst aktiviert ist
Server port	Der TCP-Port des Dienstes (normalerweise 22)
Disable admin login	Anmeldung für Admin-Benutzer deaktivieren
Disable password-based login	Wenn diese Einstellung aktiviert ist, müssen sich alle Benutzer mit SSH-Schlüsseln authentifizieren; diese können auf den Router hochgeladen werden.

5.7.10. SNMP-Agent

NetModule-Router sind mit einem SNMP-Daemon ausgestattet, der grundlegende MIB-Tabellen (z. B. ifTable) sowie zusätzliche Enterprise-MIBs zur Verwaltung mehrerer Systeme unterstützt.

Parameter	Unterstützte MIBs
.1.3.6.1.2.1	MIB-II (RFC1213), SNMPv2-MIB (RFC3418)
.1.3.6.1.2.1.2.1	IF-MIB (RFC2863)
.1.3.6.1.2.1.4	IP-MIB (RFC1213)
.1.3.6.1.2.1.10.131	TUNNEL-MIB (RFC4087)
.1.3.6.1.2.25	HOST-RESOURCES-MIB (RFC2790)
.1.3.6.1.6.3.10	SNMP-FRAMEWORK-MIB
.1.3.6.1.6.3.11	SNMPv2-SMI (RFC2578)
.1.0.8802.1.1.2	LLDP-MIB
.1.0.8802.1.1.2.1.5.4795	LLDP-EXT-MED-MIB
.1.3.6.1.4.1.31496	VENDOR-MIB

Die Hersteller-MIB-Tabellen (VENDOR-MIB) liefern einige zusätzliche Informationen über das System und seine WWAN-, GNSS- und WLAN-Schnittstellen. Auf sie kann über die folgenden OIDs zugegriffen werden:

Parameter	OID-Zuordnung Hersteller-MIB
NBAdminTable	.1.3.6.1.4.1.31496.10.40
NBWwanTable	.1.3.6.1.4.1.31496.10.50
NBGnssTable	.1.3.6.1.4.1.31496.10.51
NBDioTable	.1.3.6.1.4.1.31496.10.53
NBWlanTable	.1.3.6.1.4.1.31496.10.60
NBWanTable	.1.3.6.1.4.1.31496.10.22

Sie liefern Ressourcen für die folgenden Aufgaben:

- Gerät neu starten
- Aktualisieren auf eine neue Systemsoftware über FTP/TFTP/HTTP
- Aktualisieren auf eine neue Systemkonfiguration über FTP/TFTP/HTTP
- WWAN/GNSS/WLAN/DIO-Informationen abrufen

Unsere VENDOR-MIB ist im Anhang aufgeführt oder kann direkt vom Router heruntergeladen werden.

SNMP-Konfiguration

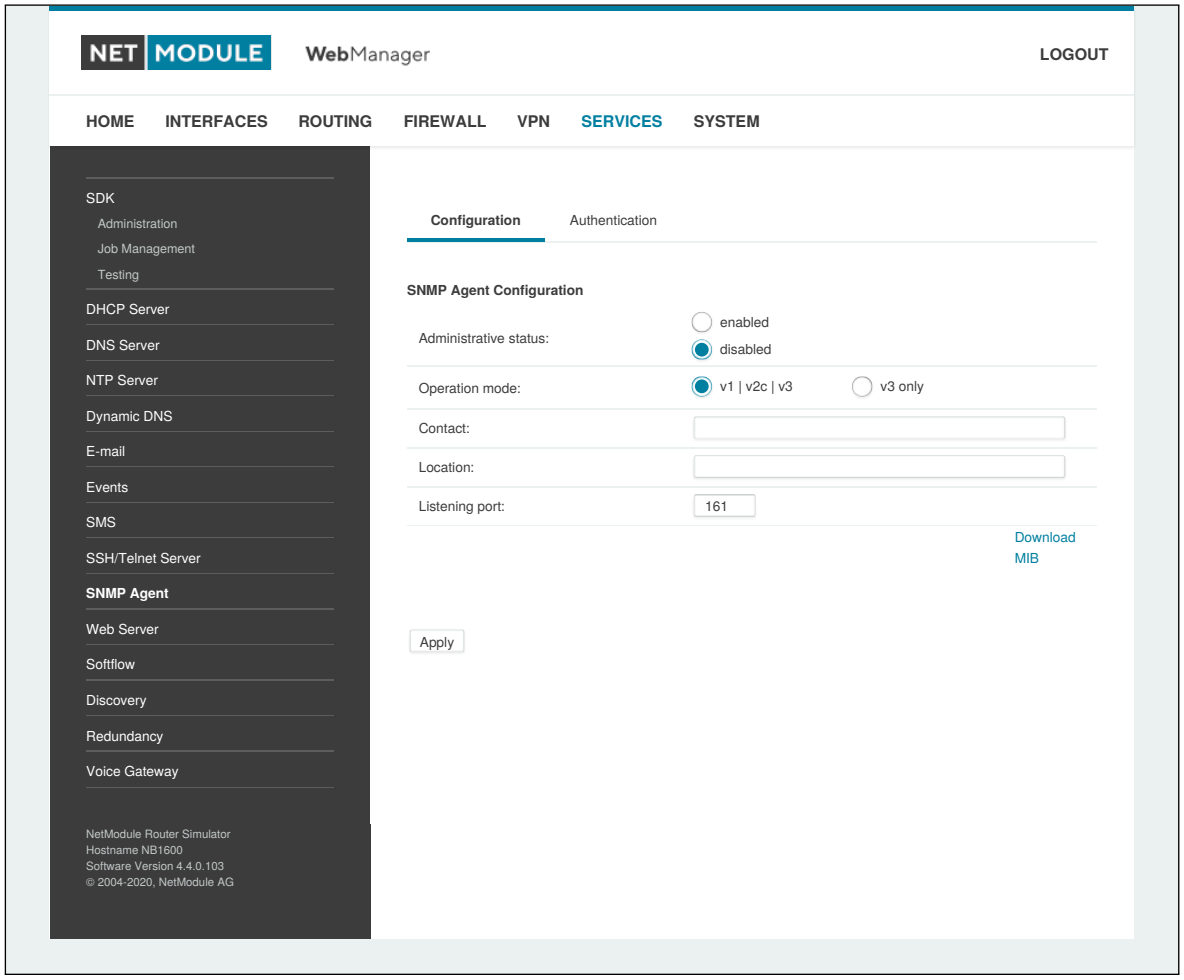


Abbildung 5.51.: SNMP-Agent

Sie können den SMTP-Agenten kann mit den folgenden Parametern konfigurieren:

Parameter	SNMP-Konfiguration
Administrative status	Legt fest, ob der SNMP-Agent aktiviert ist
Operation mode	Legt fest, ob der SMTP-Agent im Kompatibilitätsmodus oder nur für SNMPv3 ausgeführt werden soll
Contact	Systembetreuer oder andere Kontaktinformationen
Location	Standort des Geräts
Listening Port	SNMP-Agent-Anschluss

Sobald der SNMP-Agent aktiviert ist, können mit SDK-Skripten SNMP-Traps erzeugt werden.

SNMP-Authentifizierung

Beim Betrieb unter SNMPv3 können die folgenden Authentifizierungseinstellungen konfiguriert werden:

Parameter	SNMPv3-Authentifizierung
Authentication	Definiert die Authentifizierung (MD5 oder SHA)
Encryption	Definiert die zu verwendenden Datenschutzprotokolle (DES oder AES)

Generell kann der Admin-Benutzer beliebige Werte lesen und schreiben. Allen anderen Systembenutzern wird ein Lesezugriff gewährt.
Auf Grund der Verwendung von passwortbasierter Authentifizierung im SNMP-Standard muss das Passwort eines Anwenders, der sich gegen den SNMP-Server mit seinem Passwort authentifizieren können soll, auf dem Gerät gespeichert werden. Für mehr Informationen zu dem Thema schauen Sie bitte in Kapitel 5.8.2.
Es gibt keine Authentifizierung/Verschlüsselung unter SNMPv1/v2c: dies sollte nicht verwendet werden, um irgendwelche Werte zu setzen. Es ist jedoch möglich, Communities und autorisierte Hosts zu definieren, denen administrativer Zugriff gewährt wird.

Parameter	SNMPv1/v2c-Authentifizierung
Read community	Legt den Community-Namen für den Lesezugriff fest
Admin community	Legt den Community-Namen für den Admin-Zugang fest
Allowed host	Legt den Host fest, von dem der Admin-Zugriff zugelassen ist

Hinweis: SNMP-Passwörter müssen länger als 8 Zeichen sein. Kürzere Passwörter werden für SNMP verdoppelt (z. B. `admin01` wird zu `admin01admin01`).
Hinweis: Der SNMP-Daemon fragt auch WAN-Schnittstellen an. Es wird daher empfohlen, den Zugriff über die Firewall zu beschränken.

Typische SNMP-Befehle

Das Festlegen von MIB-Werten und das Starten von Erweiterungen ist im Allgemeinen auf den SNMPv3-Administrator beschränkt. Es ist möglich, einen administrativen Host für SNMP v1/2c anzugeben.
Die SNMP-Erweiterungen können wie folgt gelesen und gestartet werden:

Softwareversion des Systems ermitteln:

```
snmpget -v 3 -u admin -n  -l authNoPriv -a MD5 -x DES -A admin01admin01 192.168.1.1
    1.3.6.1.4.1.31496.10.40.1.0
```

Kernelversion ermitteln:

```
snmpget -v 3 -u admin -n  -l authNoPriv -a MD5 -x DES -A admin01admin01 192.168.1.1
```

```
    1.3.6.1.4.1.31496.10.40.2.0
```

Seriennummer ermitteln:

```
snmpget -v 3 -u admin -n  -l authNoPriv -a MD5 -x DES -A admin01admin01 192.168.1.1
    1.3.6.1.4.1.31496.10.40.3.0
```

Aktuelle Konfigurationsbeschreibung abrufen:

```
snmpget -v 3 -u admin -n  -l authNoPriv -a MD5 -x DES -A admin01admin01 192.168.1.1
    1.3.6.1.4.1.31496.10.40.4.0
```

Aktuellen Konfigurations-Hash ermitteln:

```
snmpget -v 3 -u admin -n  -l authNoPriv -a MD5 -x DES -A admin01admin01 192.168.1.1
    1.3.6.1.4.1.31496.10.40.5.0
```

Gerät neu starten:

```
snmpset -v 3 -u admin -n  -l authNoPriv -a MD5 -x DES -A admin01admin01 192.168.1.1
    1.3.6.1.4.1.31496.10.40.10.0 i 1
```

Konfigurations-Update vornehmen:

```
snmpset -v 3 -u admin -n  -l authNoPriv -a MD5 -x DES -A admin01admin01 192.168.1.1
    1.3.6.1.4.1.31496.10.40.11.0 s „http://<Server>/<Verzeichnis>"
```

Sie können TFTP-, HTTP-, HTTPS- und FTP-URLs verwenden (die Angabe eines Benutzernamens/Passworts oder eines Ports wird noch nicht unterstützt).
Bitte beachten Sie, dass Konfigurations-Updates eine Zip-Datei mit dem Namen `<Seriennummer>.zip` im angegebenen Verzeichnis erwarten.

Status des Konfigurations-Updates abrufen:

```
snmpget -v 3 -u admin -n  -l authNoPriv -a MD5 -x DES -A admin01admin01 192.168.1.1
    1.3.6.1.4.1.31496.10.40.12.0
```

Der Rückgabewert kann einer der folgenden sein: `succeeded (1)`, `failed (2)`, `inprogress (3)`, `notstarted (4)`.

Software-Updates vornehmen:

```
snmpset -v 3 -u admin -n  -l authNoPriv -a MD5 -x DES -A admin01admin01 192.168.1.1
    1.3.6.1.4.1.31496.10.40.13.0 s „http://<Server>/<Verzeichnis>"
```

Status des Software-Updates abrufen:

```
snmpget -v 3 -u admin -n  -l authNoPriv -a MD5 -x DES -A admin01admin01 192.168.1.1
    1.3.6.1.4.1.31496.10.40.14.0
```

Der Rückgabewert kann einer der folgenden sein: `succeeded (1)`, `failed (2)`, `inprogress (3)`, `notstarted (4)`.

Update-Vorgang definieren:

```
snmpset -v 3 -u admin -n  -l authNoPriv -a MD5 -x DES -A admin01admin01 192.168.1.1
    1.3.6.1.4.1.31496.10.40.15.0 i 1
```

Standardmäßig ist der Update-Vorgang auf `update` (0) voreingestellt, was nach dem Auslösen zu einer sofortigen Aktualisierung der Software oder Konfiguration führt. Als Vorgang kann auch `store` (1) angegeben werden, wobei dann nur die Software oder das Konfigurationspaket gespeichert wird. Sie kann später mit den folgenden Argumenten aktiviert werden.

Umstellung auf alternative Software:

```
snmpset -v 3 -u admin -n  -l authNoPriv -a MD5 -x DES -A admin01admin01 192.168.1.1
    1.3.6.1.4.1.31496.10.40.16.0 i 0
```

Der Rückgabewert kann aus dem Status des Software-Updates abgeleitet werden.

Wechseln zu alternativer Konfiguration:

```
snmpset -v 3 -u admin -n  -l authNoPriv -a MD5 -x DES -A admin01admin01 192.168.1.1
    1.3.6.1.4.1.31496.10.40.16.0 i 1
```

Der Rückgabewert kann aus dem Status des Konfigurations-Updates abgeleitet werden.

Aktuelle Konfigurationsbeschreibung abrufen:

```
snmpget -v 3 -u admin -n  -l authNoPriv -a MD5 -x DES -A admin01admin01 192.168.1.1
    1.3.6.1.4.1.31496.10.40.17.0
```

Aktuellen Konfigurations-Hash ermitteln:

```
snmpget -v 3 -u admin -n  -l authNoPriv -a MD5 -x DES -A admin01admin01 192.168.1.1
    1.3.6.1.4.1.31496.10.40.18.0
```

Version der alternativen Software ermitteln:

```
snmpget -v 3 -u admin -n  -l authNoPriv -a MD5 -x DES -A admin01admin01 192.168.1.1
    1.3.6.1.4.1.31496.10.40.19.0
```

Versions-Hash der alternativen Software ermitteln:

```
snmpget -v 3 -u admin -n  -l authNoPriv -a MD5 -x DES -A admin01admin01 192.168.1.1
    1.3.6.1.4.1.31496.10.40.20.0
```

Digitales OUT1 einstellen:

```
snmpset -v 3 -u admin -n  -l authNoPriv -a MD5 -x DES -A admin01admin01 192.168.1.1
    .1.3.6.1.4.1.31496.10.53.10.0 i 0
snmpset -v 3 -u admin -n  -l authNoPriv -a MD5 -x DES -A admin01admin01 192.168.1.1
    .1.3.6.1.4.1.31496.10.53.10.0 i 1
```

Digitales OUT2 einstellen:

```
snmpset -v 3 -u admin -n  -l authNoPriv -a MD5 -x DES -A admin01admin01 192.168.1.1
    .1.3.6.1.4.1.31496.10.53.11.0 i 0
snmpset -v 3 -u admin -n  -l authNoPriv -a MD5 -x DES -A admin01admin01 192.168.1.1
    .1.3.6.1.4.1.31496.10.53.11.0 i 1
```

Gefundenes Gerät auflisten:

```
snmpget -v 3 -u admin -n  -l authNoPriv -a MD5 -x DES -A admin01admin01 192.168.1.1
    .1.0.8802.1.1
```

5.7.11. Let's Encrypt

Dieser Dienst erlaubt es, TLS-Zertifikate für den Web-Server des Routers automatisch über die PKI des Anbieters Let's Encrypt zu erzeugen. Wenn HTTPS eingeschaltet ist, wird das Web-Interface automatisch das Zertifikat von Let's Encrypt verwenden, wenn dieser Dienst eingeschaltet ist. Stellen Sie dazu sicher, dass die folgenden Voraussetzungen erfüllt werden:

- HTTP und HTTPS müssen für den Web-Server eingeschaltet sein und auf den Standard-Ports 80 und 443 laufen.
- Der Router muss über das Internet über den eingestellten Domain-Namen erreichbar sein.

Sobald Let's Encrypt eingeschaltet ist, wird automatisch eine Zertifikatsanfrage für die konfigurierte Domain an den Anbieter gestellt. Außerdem wird einmal pro Tag geprüft, ob das Zertifikat erneuert werden sollte und falls erforderlich ein Zertifikatsupdate durchgeführt.

Parameter	Let's Encrypt Einstellungen
Enable	Schaltet den Dienst ein oder aus
Domain	Domain für die ein Zertifikat angefordert werden soll
Certificate state	Zeigt an, ob ein Zertifikat installiert ist
Certificate valid not before	Zeitpunkt ab dem das installierte Zertifikat gültig ist
Certificate valid not after	Zeitpunkt zu dem das installierte Zertifikat abläuft
Renew Certificate	Erlaubt es, das Zertifikatsupdate manuell zu starten. Bitte beachten Sie, dass dies nur möglich ist, wenn ein Zertifikatsupdate ansteht.
Delete Certificate	Löscht das installierte Zertifikat. Dies ist nur möglich, wenn der Let's Encrypt Dienst abgeschaltet ist.

Zur Fehleranalyse kann das Kommando tail-scripts im CLI verwendet werden, das den Log des verwendeten ACME-Client enthält. Außerdem findet sich der Log der letzten Zertifikatsanfrage in folgender Datei:

/etc/acme/<DOMAIN>/issue.log

5.7.12. Webserver

Auf dieser Seite können Sie verschiedene Ports für den Zugriff auf den Web Manager über HTTP/HTTPS konfigurieren. Wir empfehlen dringend, beim Zugriff auf den Webserver über eine WAN-Schnittstelle HTTPS zu verwenden, da die Kommunikation verschlüsselt erfolgt und somit ein Missbrauch des Systems vermieden wird.
Um HTTPS zu aktivieren, müssten Sie im Abschnitt 5.8.8 ein Serverzertifikat hochladen.

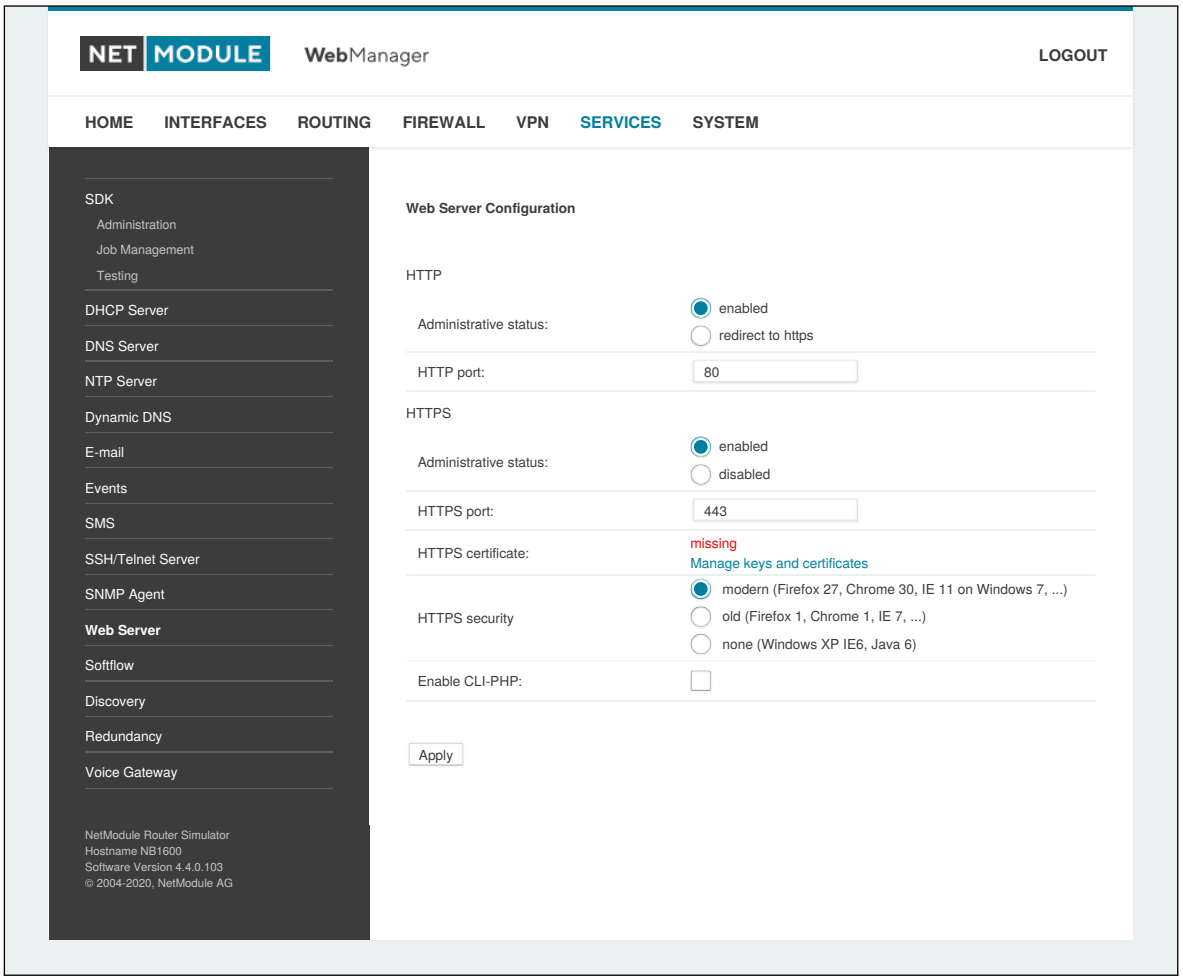


Abbildung 5.52.: Webserver

Parameter	Webserver-Einstellungen
Administrative Status	Legt fest, ob der Webserver aktiviert ist
HTTP port	Webserver-Port für HTTP-Verbindungen
HTTPS port	Webserver-Port für HTTPS-Verbindungen
Enable CLI-PHP	Aktiviert den CLI-PHP-Dienst (siehe Kapitel **??**)

5.7.13. MQTT Broker

Mit dem MQTT Broker können MQTT-Nachrichten zwischen MQTT-Clients verteilt werden. Richten Sie dazu passende Firewall-Regeln ein, wenn Sie den Zugriff auf den MQTT-Broker einschränken möchten.
Schlüssel und Zertifikate für die TLS-Verschlüsselung werden über Schlüssel und Zertifikate verwaltet (siehe Kapitel 5.8.8).
Der MQTT-Broker-Dienst kann die folgenden Parameter verarbeiten:

Parameter	Einstellungen für den MQTT Broker
Administrative Status	Legt fest, ob der Dienst aktiviert ist
Port	Legt den Netzwerkport fest, auf dem Daten erwartet werden
TLS Encryption	Legt fest, ob die TLS-Verschlüsselung für den Dienst aktiviert ist

5.7.14. Softflow

Auf dieser Seite können Sie den Daemon für die Netzverkehrsanalyse (softflowd) konfiguriert werden, der für den Export von NetFlow-Verkehrsdaten verwendet wird.

Parameter	Softflow-Einstellungen
Interface	Schnittstelle, auf der Verkehr erwartet werden soll
Host Address	Zieladresse der Verkehrsdaten
Port	Port der Zieladresse
Protocol Version	Protokollversion der Daten
Maximum Flows	Die maximale Anzahl der gleichzeitig zu verfolgenden Verkehrsdaten
Track Level	Flow-Elemente, die zur Definition eines Flows verwendet werden
Sample Rate	Zeitintervall für die regelmäßige Datenerhebung

5.7.15. Discovery (Erkennungsprotokolle)

Auf dieser Seite können Sie Erkennungsprotokolle aktivieren, mit denen Sie andere Hosts erkennen und von diesen erkannt werden können.

Parameter	Erkennungskonfiguration
Administrative status	Der aktuelle Verwaltungsstatus
Enabled protocols	Liste der aktivierten Erkennungsprotokolle

Die folgenden Protokolle werden unterstützt:

Parameter	Erkennungskonfiguration
LLDP	Link-Layer-Erkennungsprotokoll
CDP	Cisco-Erkennungsprotokoll
FDP	Foundry-Erkennungsprotokoll
SONMP	Nortel-Erkennungsprotokoll
EDP	Extreme-Erkennungsprotokoll
IRDP	ICMP-Router-Erkennungsprotokoll

IRDP implementiert RFC1256 und kann auch lokal verbundene Hosts über das Nexthop-Gateway informieren. Alle erkannten Hosts durchlaufen LLDP-MIB und können über SNMP oder CLI/GUI abgefragt werden.

5.7.16. Redundanz (VRRP)

Auf dieser Seite können Sie ein redundantes Paar von NetModule-Routern (oder anderen Systemen) einrichten, die untereinander das Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP) ausführen. Ein typisches VRRP-Szenario definiert einen ersten Host in der Rolle des Masters und einen weiteren in der Rolle des Backup-Geräts. Beide definieren eine virtuelle Gateway-IP-Adresse, die über Gratuitous-ARP-Nachrichten bekanntgegeben wird, um den ARP-Cache aller LAN-Hosts zu aktualisieren und so die Pakete entsprechend umzuleiten.

Eine Übernahme erfolgt innerhalb von ca. 3 Sekunden, sobald der Partner nicht mehr erreichbar ist (geprüft über Multicast-Pakete). Dies kann passieren, wenn ein Gerät neu gestartet wird oder die Ethernet-Verbindung ausgefallen ist. Dasselbe gilt, wenn die WAN-Verbindung ausfällt.

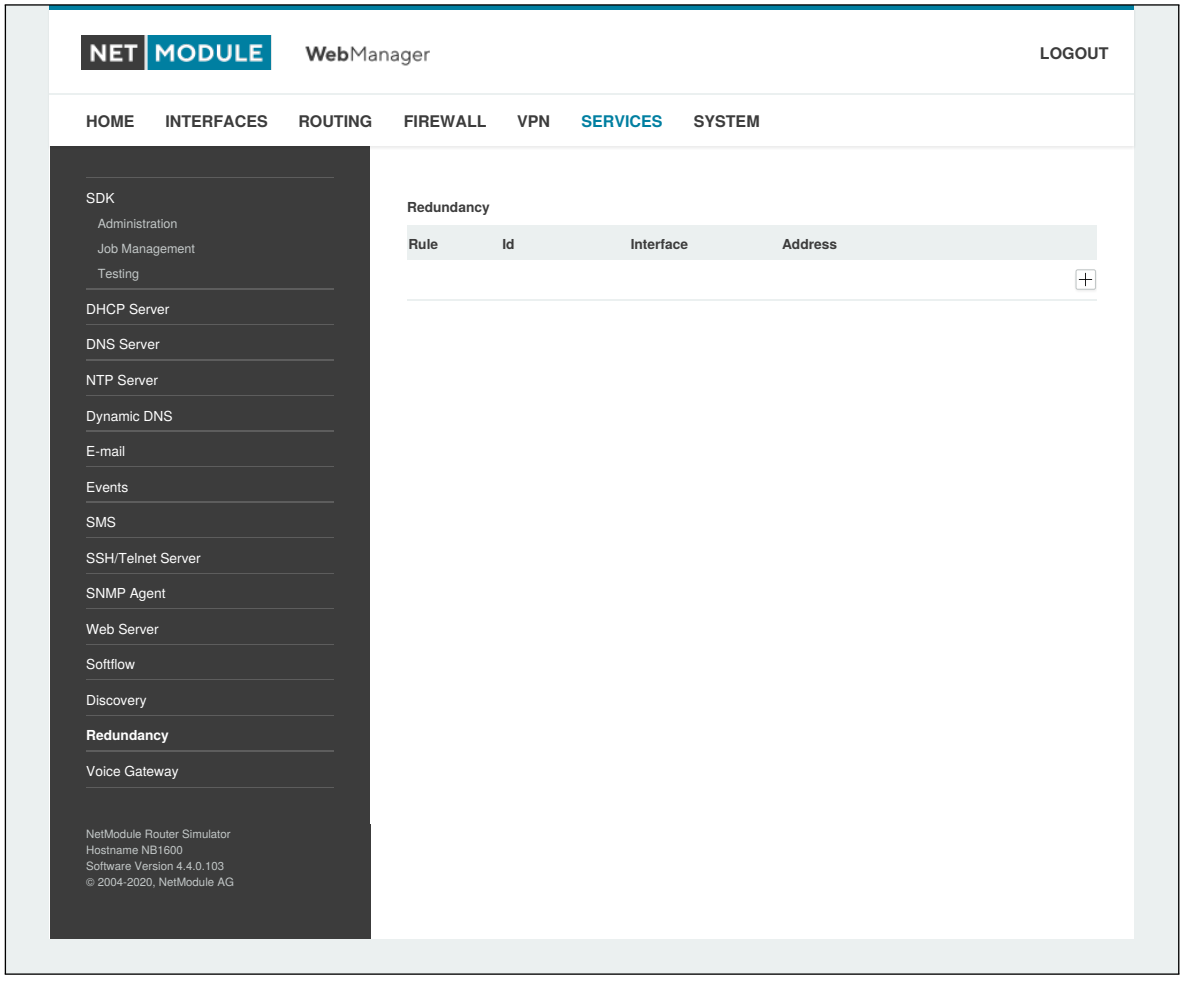


Abbildung 5.53.: VRRP-Konfiguration

Falls DHCP aktiviert wurde, muss die vom Server angebotene DHCP-Gateway-Adresse neu konfiguriert werden und auf die virtuelle Gateway-Adresse zeigen. Um Konflikte zu vermeiden, können Sie DHCP auf dem Backup-Gerät ausschalten oder - noch besser - den DHCP-Vergabebereich auf beide Router aufteilen, um eine doppelte Vergabe zu verhindern.

Parameter	Redundanzkonfiguration
Administrative status	Der aktuelle Verwaltungsstatus
Role	Die zugewiesene Rolle dieses Systems (Master oder Backup)
VID	Die ID des virtuellen Routers (es können theoretisch mehrere Instanzen ausgeführt werden)
Interface	Schnittstelle, auf der VRRP ausgeführt werden soll
Virtual gateway address	Die von den beteiligten Hosts gebildete virtuelle Gateway-Adresse

Vergeben wird eine Priorität von `100` für den Master und `1` für den Backup-Router. Bitte passen Sie die Priorität Ihres Drittanbietergeräts entsprechend an.

5.7.17. ITxPT

Dies ist eine Integration des ITxPT-Standards v2.0.1. (siehe ITxPT Onboard Architecture Specifications v2.0.1)

Konfiguration

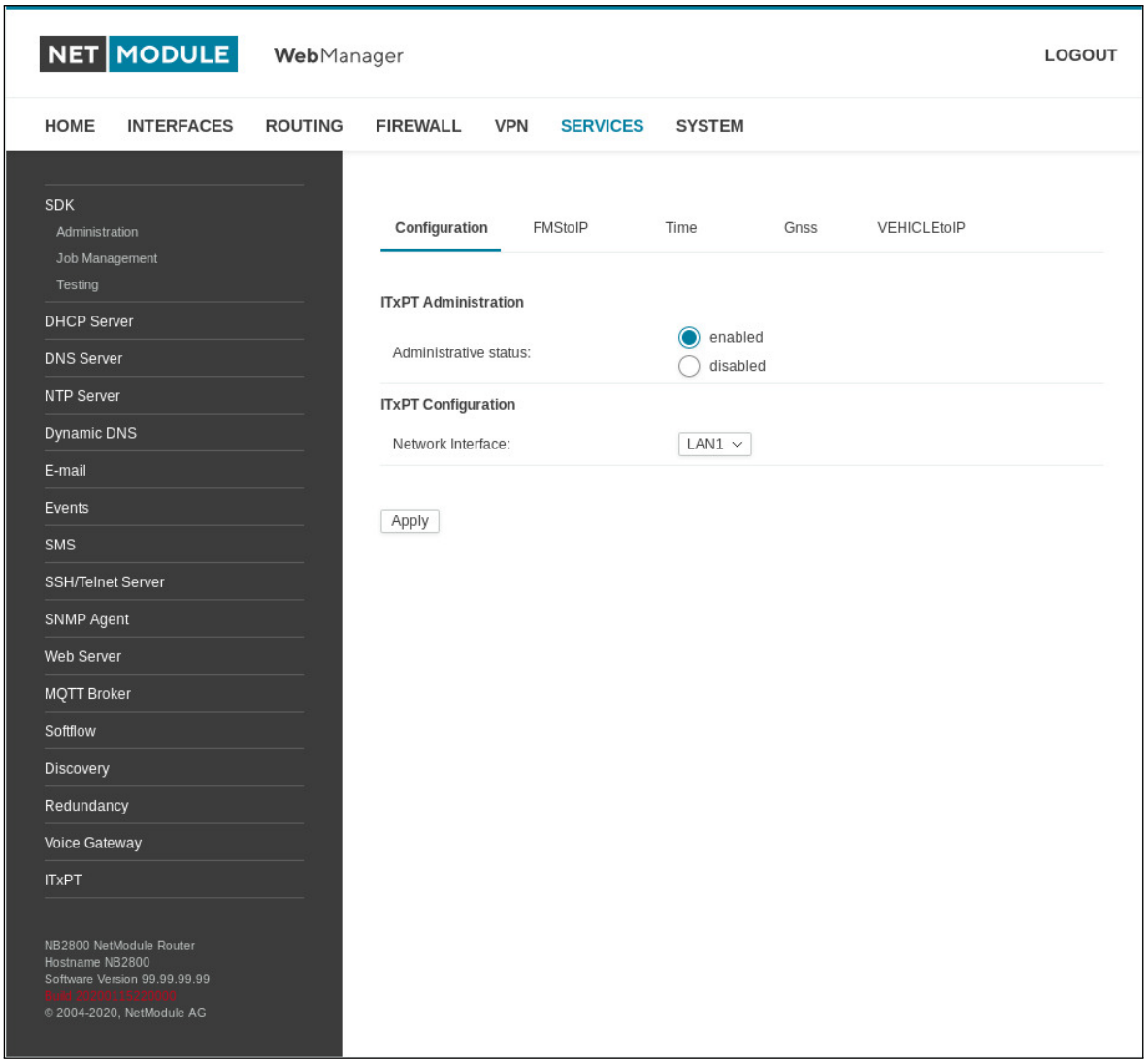


Abbildung 5.54.: ITxPT-Konfiguration

Die folgenden Parameter stehen zum Einrichten zur Verfügung:

Parameter	ITxPT-Administration
Administrative status	Legt fest, ob die ITxPT-Funktion aktiviert ist.
Network Interface	Legt die Netzwerkschnittstelle fest, auf der der Dienst ausgeführt wird.

Hinweise:

FMS-to-IP

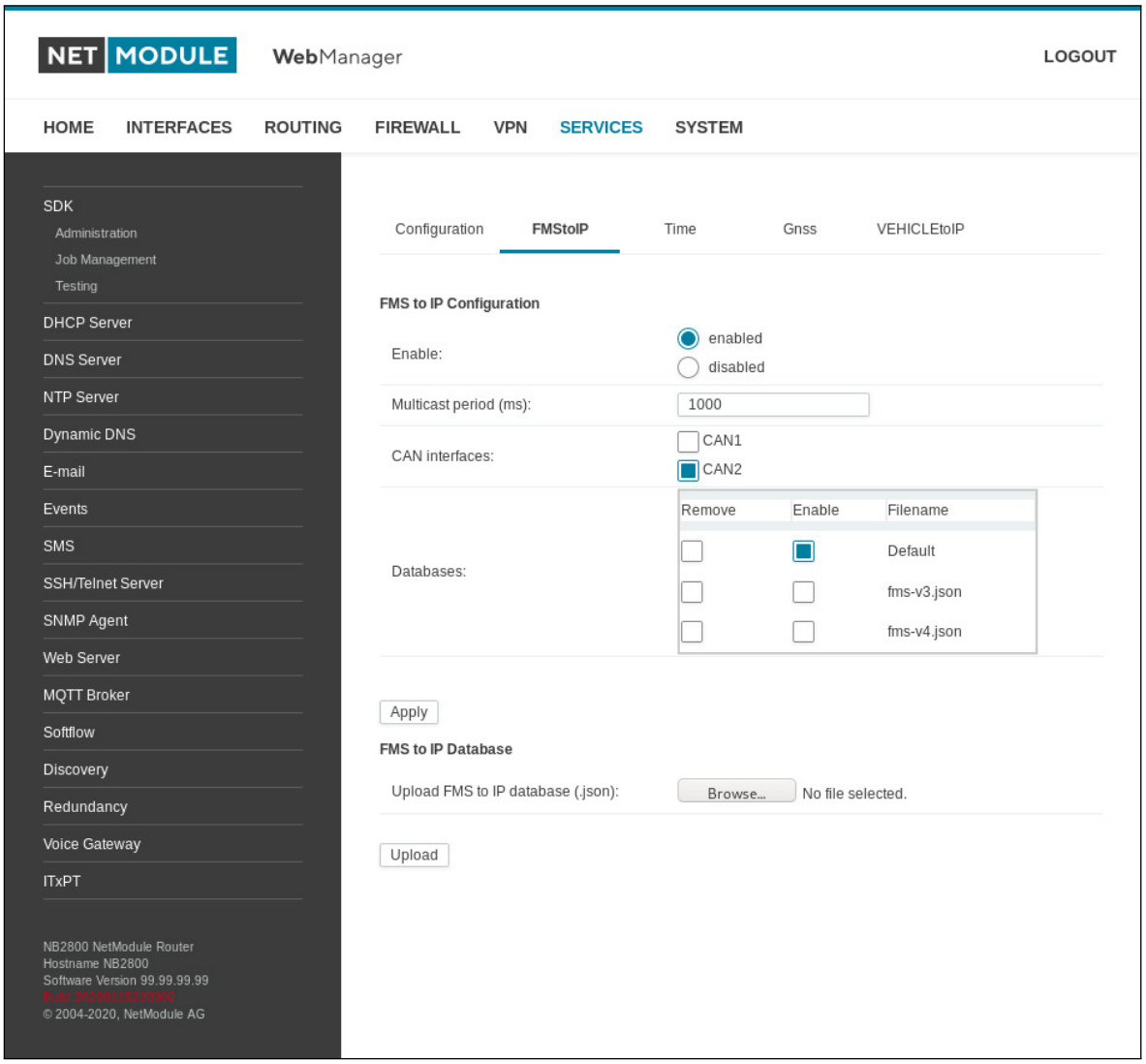


Abbildung 5.55.: ITxPT FMS-to-IP

Auf dieser Seite können Sie FMS-to-IP konfigurieren.

Parameter	Einstellungen für FMS-to-IP
Enable	Legt fest, ob FMS-zu-IP aktiviert ist.
Multicast period	Legt fest, wie häufig FMS-to-IP-Multicasts gesendet werden. Ein Wert von Null leitet eingehende CAN-Nachrichten sofort um.
CAN interfaces	Legt die CAN-Schnittstellen fest, deren Daten verarbeitet werden sollen (Mehrfachauswahl).
Databases	Legt die FMS-to-IP-Datenbanken aus, die zur Verarbeitung der CAN-Daten verwendet werden (Mehrfachauswahl).

FMS-to-IP-Datenbankformat

Es wird das json-Dateiformat verwendet. Die Datenbankdatei beschreibt die eingehenden Datenpakete. Es gibt zwei grundlegende Elemente, die die im FMS-Standard verwendeten Signale beschreiben: die Parameter Group Number (PGN) und die Suspect Parameter Number (SPN). Die PGN besteht aus einem oder mehreren Signalen. Die SPN wird verwendet, um einem Signal einen eindeutigen Bezeichner zu geben. Weitere Informationen finden Sie in der Norm SAE-J1939.

```
[
  {
    "name" : "EBFF",
    "pgn" : 60415,
    "length" : 8,
    "spns" : []
  },
  {
    "name" : "CCVS",
    "pgn" : 65265,
    "length" : 8,
    "spns" :
    [
      {
        "byteSize" : 2,
        "offset" : 1,
        "formatGain" : 0.00390625,
        "formatOffset" : 0,
        "units" : "km/h",
        "name" : "Radgeschwindigkeit",
        "number" : 84,
        "type" : 0
      },
      {
        "bitSize" : 2,
        "bitOffset" : 4,
        "offset" : 3,
        "descriptions" :
        [
          "Pedal oben",
          "Pedal unten"
        ],
        "name" : "Bremsschalter",
        "number" : 597,
        "type" : 1
      }
    ]
  }
]
```

Die Struktur der obersten Ebene ist ein Array. Es enthält PGN-Objekte, die ein PGN mit den folgenden Typen definieren:

PGN-Definition

Parameter	PGN-Definition
name	Name des PGN.
pgn	Die PGN-Nummer als Dezimalzahl.
length	Länge der CAN-Nachricht.
spns	Array mit SPN-Objekten.

Das Array spns kann leer bleiben, wenn keine Dekodierung erforderlich ist.

SPN-Definition

Die SPN sind in drei Typen unterteilt: numerisch, Status und String.

Parameter	Numerische SPN
byteSize	Umfang der Daten in Byte.
offset	Der Offset in den CAN-Daten.
formatGain	Der numerische Faktor, der verwendet wird, um den Wert zu erhalten.
formatOffset	Der numerische Offset des Wertes.
units	Die physikalische Einheit des Wertes.
name	Der Name des SPN.
number	Die SPN-Nummer.
type	0 -> Numerische SPN.

Parameter	Status-SPN
bitSize	Umfang der Daten in Bit.
bitOffset	Der Offset in Bits im Byte.
offset	Der Offset in Byte.
descriptions	Array, das die Statusbeschreibung enthält.
name	Der Name des SPN.
number	Die SPN-Nummer.
type	1 -> Status-SPN.

Parameter	String-SPN
name	Der Name des SPN.
number	Die SPN-Nummer.
type	2 -> String-SPN.

ITxPT GNSS

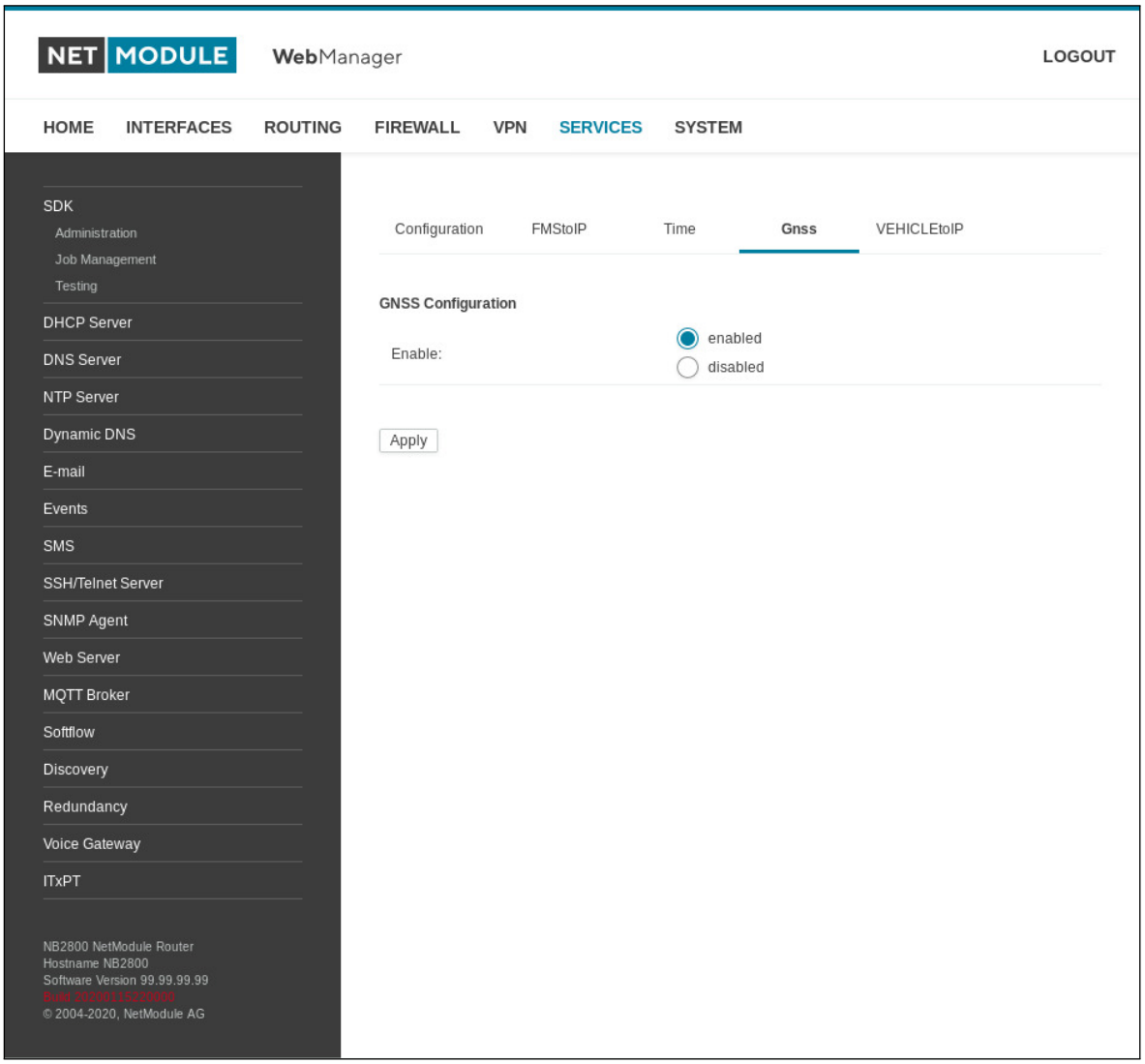


Abbildung 5.56.: ITxPT GNSS

Parameter	ITxPT GNSS
Enable	Legt fest, ob der ITxPT GNSS aktiviert ist.

ITxPT Time

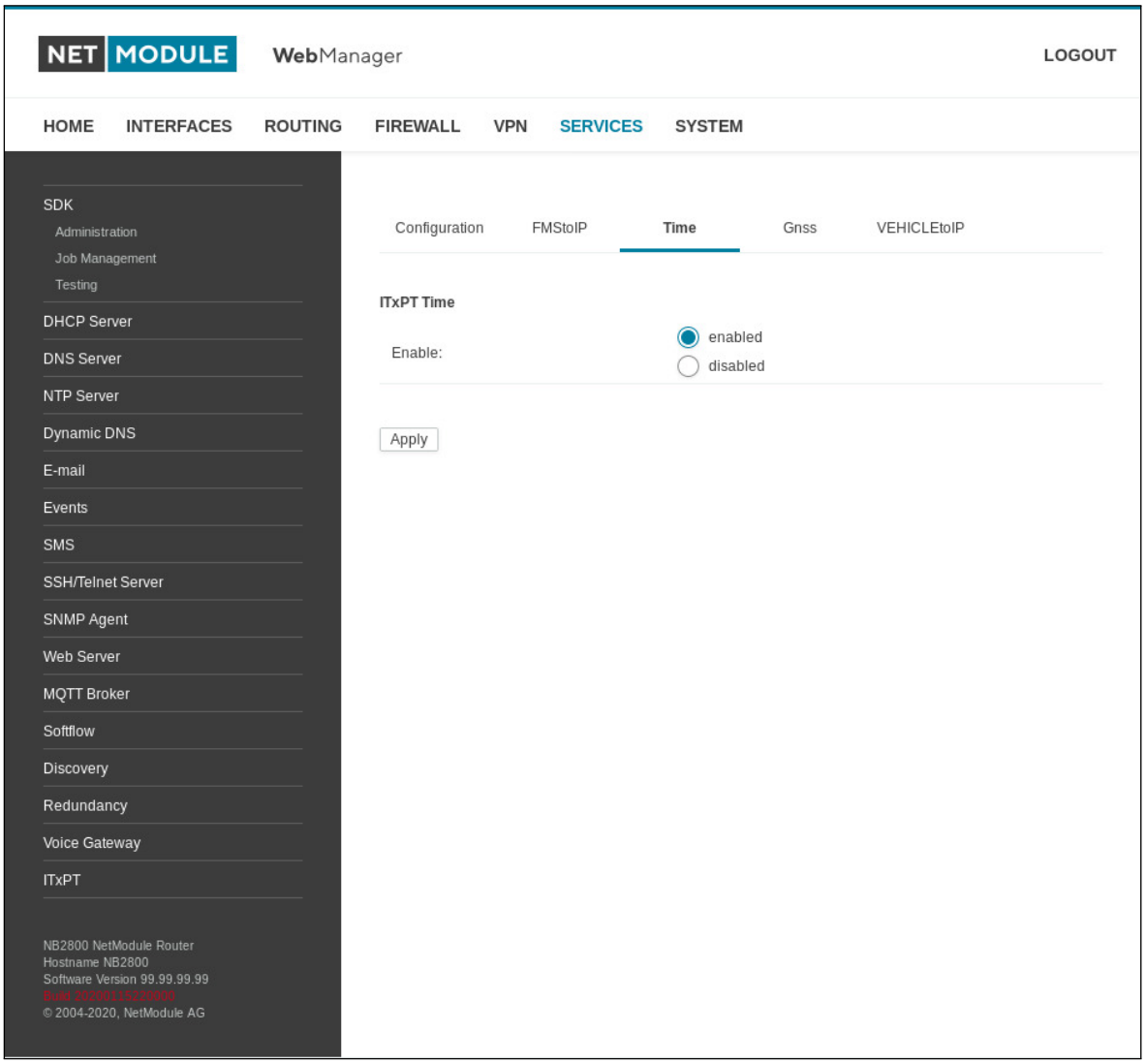


Abbildung 5.57.: ITxPT Time

Parameter	ITxPT Time
Enable	Legt fest, ob der ITxPT Time aktiviert ist.

Vehicle-to-IP

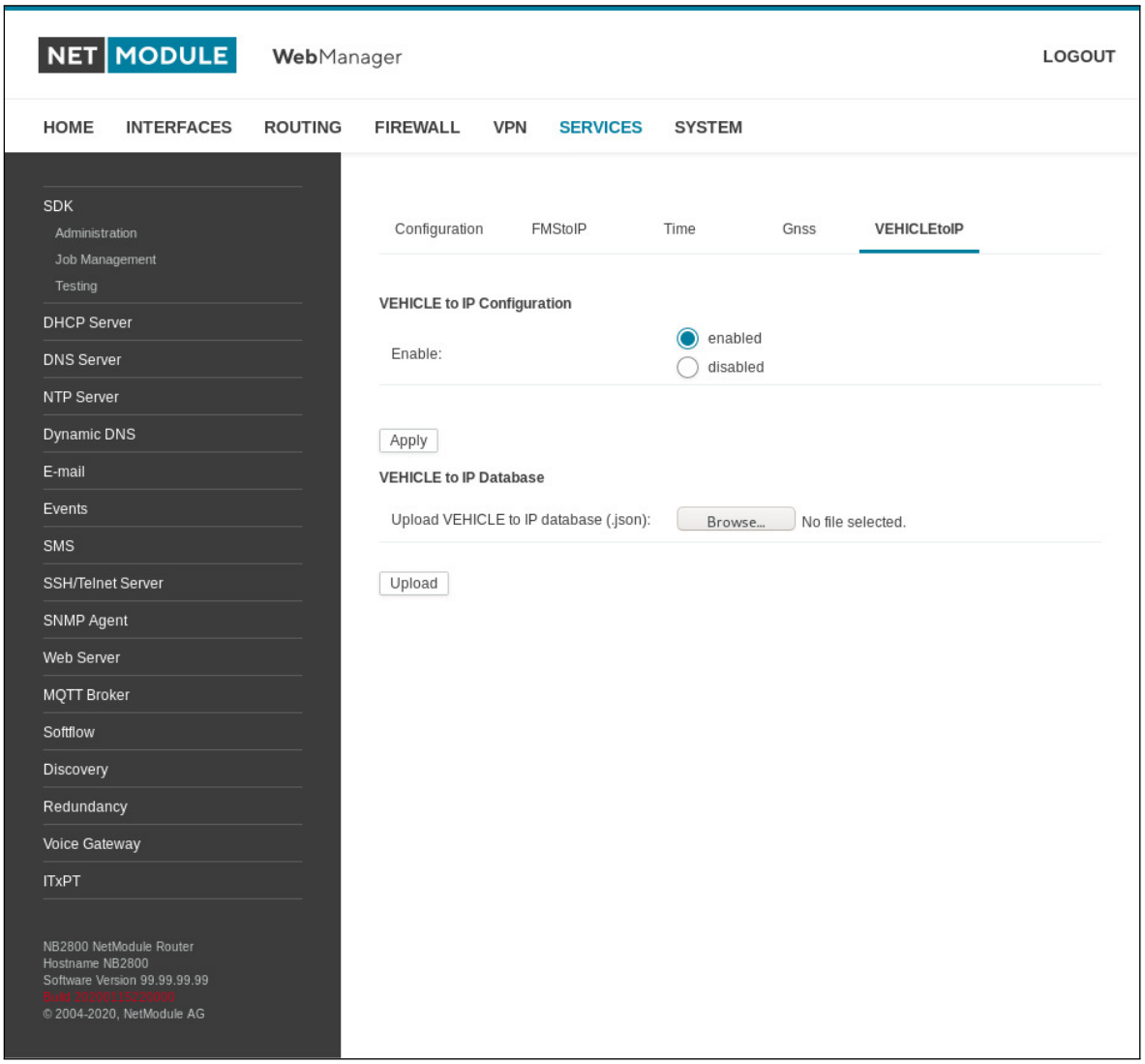


Abbildung 5.58.: ITxPT VEHICLEtoIP

Parameter	ITxPT VEHICLEtoIP
Enable	Legt fest, ob ITxPT Vehicle-to-IP aktiviert ist. Um diesen Dienst zu aktivieren, ist eine Vehicle-to-IP-Datenbank erforderlich.

5.7.18. Voice-Gateway

Wenn die Hardware dies unterstützt, können Sie auf dem Router ein Voice-Gateway einrichten, über das Sie in beiden Richtungen Mobilfunkgespräche mit VoIP-Clients führen können.

Verwaltung

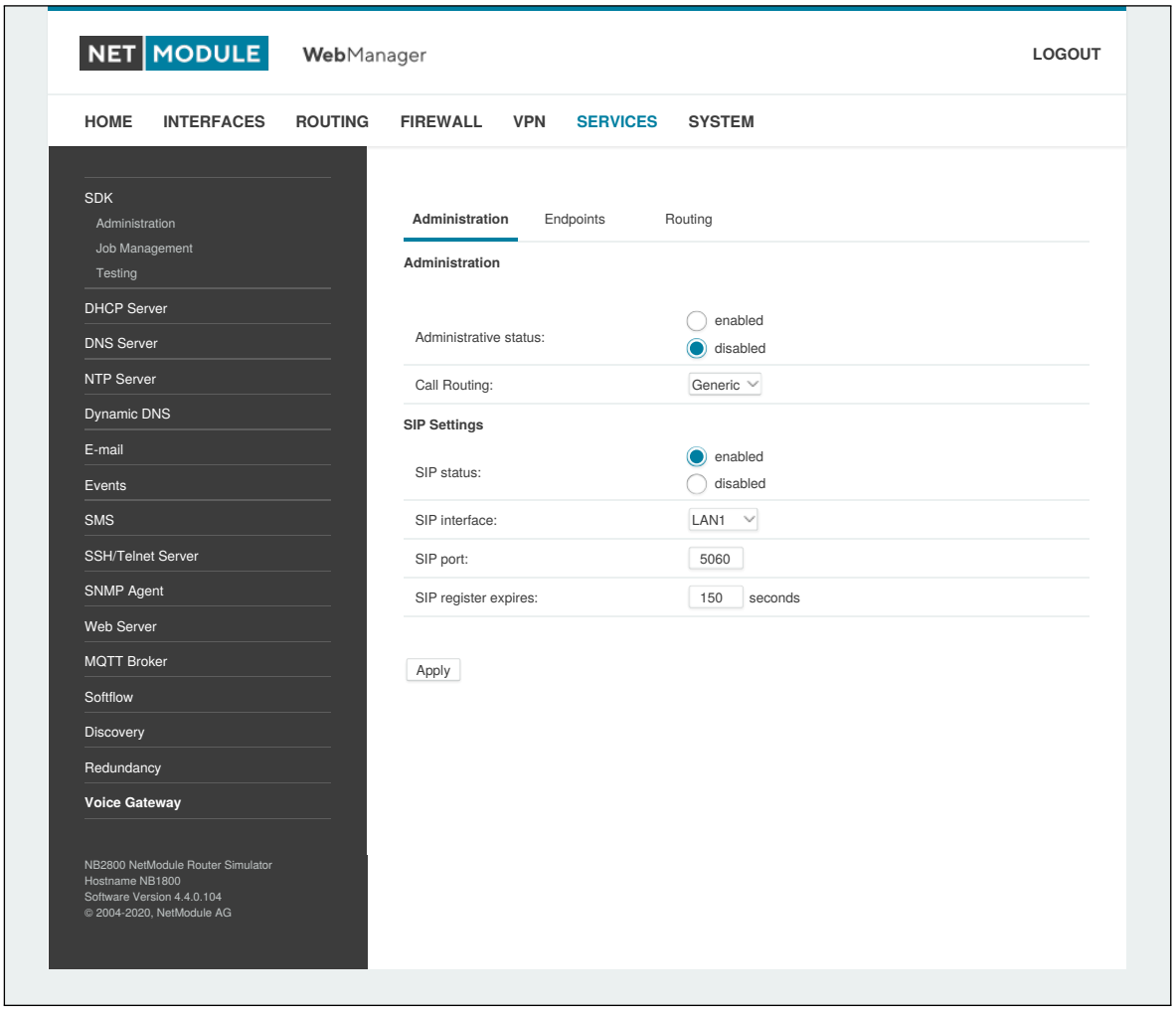


Abbildung 5.59.: Verwaltung des Voice-Gateways

Die folgenden Parameter stehen zum Einrichten zur Verfügung:

Parameter	Verwaltungseinstellungen für das Voice-Gateway
Administrative status	Legt fest, ob das Gateway aktiviert ist
Call routing	Legt fest, wer für das Routing zuständig ist. Wenn hier SDK angegeben wurde, müssten Sie ein Skript installieren (siehe Beispiele), das für das Routing und die Annahme der Anrufe zuständig ist. Andernfalls wird die statische Routing-Konfiguration verwendet.
SIP status	Legt fest, ob der SIP-Agent aktiviert ist

Parameter	Verwaltungseinstellungen für das Voice-Gateway
SIP interface	Legt die Schnittstelle (LAN oder WAN) fest, auf der der SIP-Agent eingehende Anrufe erwartet
SIP port	Legt den Port fest, auf dem der SIP-Agent eingehende Anrufe erwartet
SIP register expires	Legt das Registrierungsintervall in Sekunden fest

Falls Sie mehrere WWAN-Schnittstellen betreiben, die sich eine SIM-Karte teilen, beachten Sie, dass das System während des Betriebs die SIM-Karte wechseln kann, was auch zu unterschiedlichen Einstellungen für die Sprachkommunikation führt.

Voice-Endpunkte

Auf dieser Seite können Sie die für die Sprachkommunikation verwendeten Endpunkte aktivieren. Die folgenden Typen werden unterstützt:

Parameter	Typen von Voice-Endpunkten
Voice-Over-Mobile	Endpunkt für GSM/UMTS/LTE-Anrufe (kann für Anrufe zu Mobil- oder Festnetztelefonen verwendet werden)
SIP (registrar)	SIP-Endpunkt, der ein bei unserem Registrar registrierter Client sein kann
SIP (direct)	Endpunkt für Anrufe, die ohne Registrierung direkt an einen SIP-Agenten weitergeleitet werden
SIP (user-agent)	Endpunkt, der als SIP-Benutzeragent gegenüber einem entfernten Registrar agiert

Je nach Hardware empfehlen wir, das Audioprofil des Modems anzupassen, um ein besseres Klangergebnis zu erzielen. Folgende Optionen stehen zur Verfügung:

Parameter	Voice-Over-Mobil-Audioprofile
Handset	Ergibt ein leichtes Echo mit kurzer Verzögerung (unter 16 ms Dispersion). Dieser Modus ist für die Verwendung mit einem günstig gestalteten Mobilteil vorgesehen, bei dem die Echorückflussdämpfung (Echo Return Loss, ERL) im Allgemeinen hoch ist. Vollduplex-Leistung ist in diesem Modus am einfachsten zu erreichen.

Parameter	Voice-Over-Mobil-Audioprofile
Headset	Ergibt ein moderates Echo mit kurzer Verzögerung (unter 16 ms Dispersion). Dieser Modus ist für den Einsatz in Situationen gedacht, in denen das Echo laut, aber verzögerungsarm sein Es gibt eine Vielzahl von Headsets mit einer Vielzahl von Echo- und Rauschunterdrückungseigenschaften. Obwohl die Echoverzögerung bei allen Headsets typischerweise kurz ist (unter 16 ms), können die Eigenschaften der Echorückflussdämpfung erheblich variieren; sie können dem Entwickler des Mobilteils nicht im Voraus bekannt sein. Dieser Modus ist robuster und aggressiver bei der Echounterdrückung.
Speakerphone	Bewältigt Situationen mit lautem Echo und extremer akustischer Verzerrung. Dieser Modus ist für die Verwendung mit einem Fahrzeugkit oder für Freisprechanwendungen mit hoher Lautstärke und hohen Verzerrungen vorgesehen. Das akustische Echo hat in dieser Situation eine negative Echorückflussdämpfung und kann nicht vollständig ausgelöscht werden. Er arbeitet im Halbduplex-Verfahren und schaltet das gesamte Signal sehr aggressiv stumm, um zu verhindern, dass Echosignale zu hören sind.
Bluetooth	Ergibt ein moderates Echo mit langer Verzögerung (über 64 ms Dispersion). Dieser Modus ist für Bluetooth-Headsets und Fahrzeugkits vorgesehen, die möglicherweise eine digitale Signalverarbeitung vornehmen, was zusätzliche Verzögerungen bewirken könnte.

Parameter	Endpunkteinstellungen für Voice-Over-Mobile
Modem	Legt das Modem fest, das für Voice-over-Mobile-Anrufe verwendet werden soll
Audio profile	Legt das Audioprofil des Modems fest
Volume level	Legt den Lautstärkepegel des Modems fest (1 = niedrig)

Parameter	Endpunkteinstellungen für SIP (registrar)
Subscriber	Teilnehmername für einen sich registrierenden SIP-Client
Username	Benutzername für einen sich registrierenden SIP-Client
Password	Passwort für einen sich registrierenden SIP-Client

Parameter	Endpunkteinstellungen für SIP (direct)
Subscriber	Der Teilnehmer Name des SIP-Agenten
Host	Die IP-Adresse des SIP-Agenten
Port	Der Port des SIP-Agenten
Username	Der Benutzername zur Authentifizierung beim SIP-Agenten
Password	Das zur Authentifizierung verwendete Passwort

Parameter	Endpunkteinstellungen für SIP (user-agent)
Host	Die IP-Adresse des entfernten SIP-Registrars
Port	Der Port des entfernten SIP-Registrars
Domain	Der beim Registrar verwendete Domainname
Subscriber	Der beim Registrar verwendete Teilnehmername
Username	Der Benutzername zur Authentifizierung beim Registrar
Password	Das zur Authentifizierung verwendete Passwort
Register	Legt fest, ob sich der user-agent beim Registrar anmelden muss
Expires	Ablaufzeit in Sekunden, nach der erneut eine Registrierung ausgelöst wird

Voice-Gateway-Routing

Auf dieser Seite können Sie das generische Voice-Gateway-Routing zwischen Endpunkten konfigurieren.

Erweiterte Routing-Möglichkeiten stellt die SDK-Schnittstelle bereit, die Sprachanrufe je nach Attributen (z. B. Telefonnummer) und anderen System-Statusinformationen versenden kann
(z. B. Anzahl/Dauer der Anrufe pro Endpunkt, Registrierungsstatus und so weiter). Mit dem SDK können Sie auch einen Anruf einleiten oder annehmen, seine Lautstärke einstellen oder den Anruf beenden.
Für einfache Szenarien sollte jedoch die generische Methode ausreichend sein. Sie kann wie folgt konfiguriert werden:

Parameter	Einstellungen für das Voice-Gateway-Routing
Source	Legt den Quell-Endpunkt fest (d. h. wo der Anruf eingeht)
Mode	Die Aktion, die für den Anruf angewendet werden soll: DROP will silently hangup the call, ROUTE will route the call to the specified endpoint.
Destination	Legt den Ziel-Endpunkt fest (d. h. wohin der Anruf geleitet wird)

Clientkonfiguration

Jeder SIP-Client muss so konfiguriert werden, dass er den Router als Registrar/Proxy verwendet.

Parameter	Konfiguration von X-Lite
User ID	SIP-Benutzername, der in from-Headern verwendet wird (d. h. Teilnehmername)
Domain	SIP-Domäne, die in from-Headern verwendet wird (optional)
Authorization name	Benutzername, der zur Authentifizierung verwendet wird (d. h. der Name des Teilnehmers)
Password	Passwort, das zur Authentifizierung verwendetet wird
Display name	Name, der auf dem Mobilteil angezeigt werden soll

5.7.19. Access Controller WLAN-AP

In diesem Abschnitt kann der WLAN Access Controller (AC) für NetModule AP3400 Access Point konfiguriert werden. Der AC ist in der Lage AP3400 Konfigurationen zu erstellen, zu übertrage und aktuelle Statusinformationen vom AP3400 auszulesen. Der AC kann bis zu 15 AP3400 Geräte managen. Es werden zwischen verschiedenen Gerätezuständen unterschieden.

Parameter	AC Gerätezustand
discovering	Die NRSW hat eine valid Konfiguration, aber Gerät wurde noch nicht entdeckt
discovered	Das Gerät wurde erkannt, aber es ist keine gültige Konfiguration vorhanden
unmanaged	Das Gerät wurde erkannt, die NRSW hat eine gültige Konfiguration für das Gerät und sendet gerade diese Konfiguration zum Gerät.
managed	Die NRSW hat die Konfiguration erfolgreich zum Gerät gesendet und bekommt Statusinformationen
update	Das Gerät führt ein Update aus
reset	Das Gerät führt ein Reset aus
lost	Die Komminikation zwischen der NRSW und dem Gerät wurde unterbrochen, zum Beispiel nach einem Neustart vom Gerät.

Administration

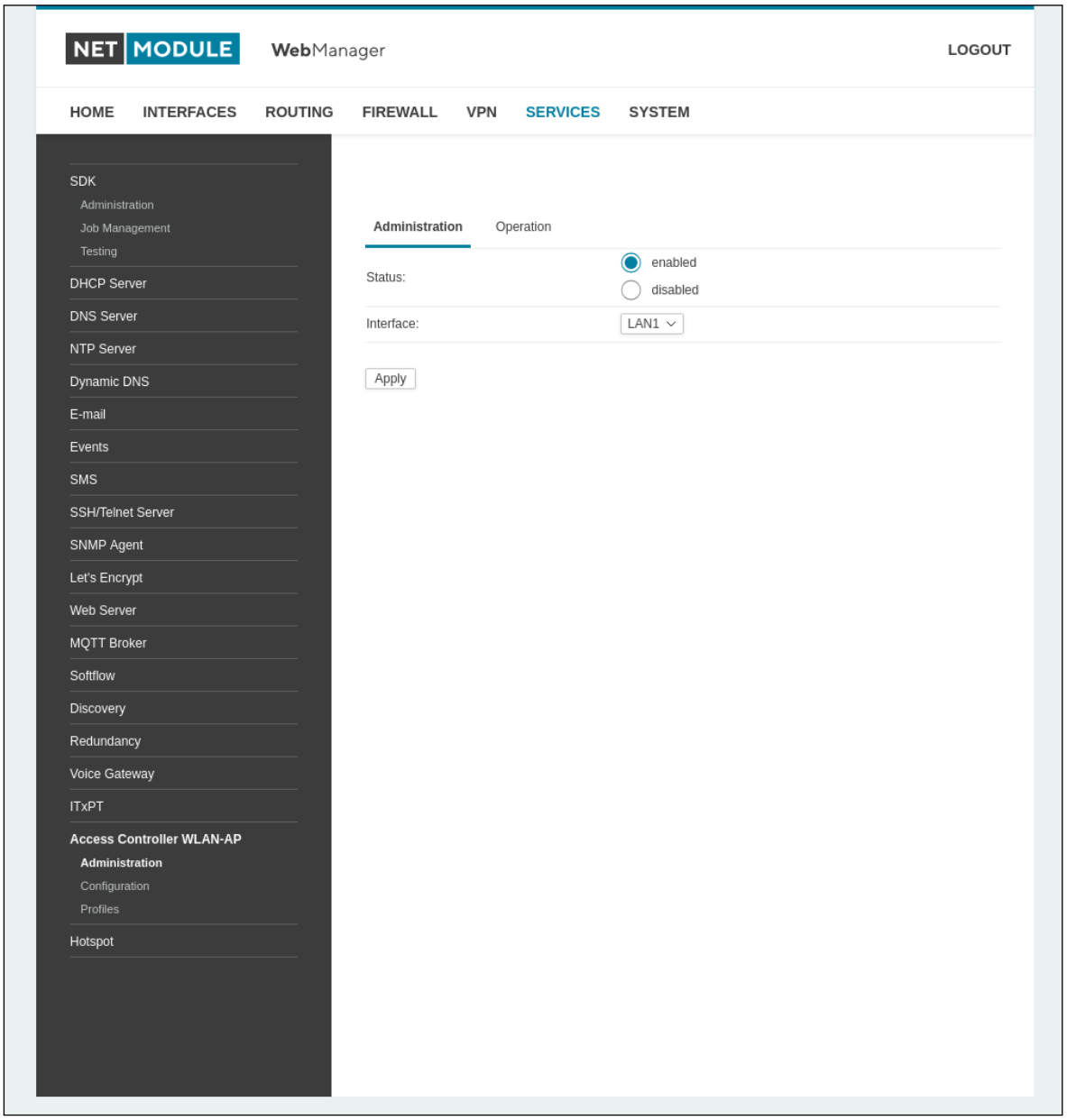


Abbildung 5.60.: AC WLAN-AP Administration

Parameter	AC Administrationsparameter
Status	Schaltet die AC-Funktionalität ein oder aus
Interface	Die Schnittstelle die benutzt wird

Parameter	AC Operationsparameter
Operation command	Wählt die Operation aus, die benutzt werden soll. Für die Liste der 'Firmware Update' oder 'Reset' Operation siehe folgende Tabellen.

Parameter	AC Operationsparameter
ID	Die Liste der gefunden Geräte, wo Operationen ausgeführt werden können.

Die ausgewählte Operation wir für alle Geräte ausgeführt, die unter ID ausgewählt wurden.Erst nach dem drücken des Apply-Knopfes wird die Operation letztendlich ausgeführt

Parameter	AC Operationsparameter - Firmware Update
Firmware update	Die Möglichkeit eine Firmwaredatei auf den internen Speicher des NM Routers für einen AP3400 hochzuladen oder zu löschen.

Parameter	AC Operationsparameters - Reset
Factory reset	Ausführen eines Resets.
Reboot	Ausführen eines Neustarts.
Restart network	Neustart der Netzwerkschnittstellen.

Konfiguration

Auf der Konfigurationsseite ist es möglich den AP3400 zu konfigurieren. Für die Konfiguration wird dafür eine einzigartige ID, welche die Seriennummer des Gerätes ist, gebraucht. Diese Geräte-ID wird auch auf der AC Statusseite angezeigt, wenn das Gerät erkannt wurde und kann sogar während Konfiguration per Drop-down-Liste im ID-Feld ausgewählt werden.

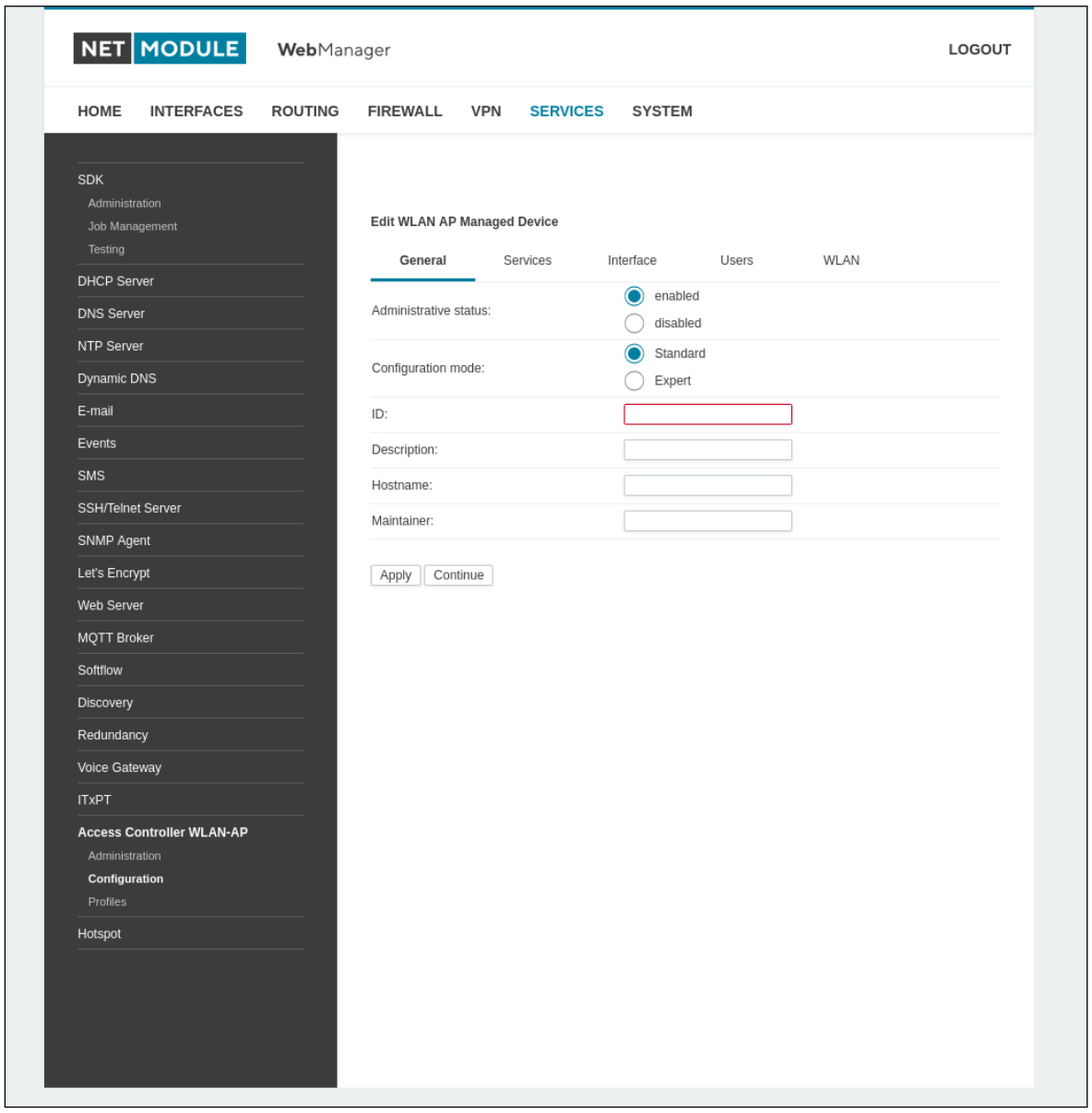


Abbildung 5.61.: AC WLAN-AP Configuration

Parameter	AC Konfiguration General-Parameters
Administrative status	Wenn eingeschaltet wird das jeweilige Gerät, welches spezifiziert wurde, vom AC kontrolliert
Configuration mode	Die Option ’Standard’ verwendet die Parameter, die über die GUI eingestellt wurden. Der ’Expert mode’ eröffnet die Möglichkeit eine selbst generierte Konfiguration beim AP3400 hochzuladen. Die ’Expert mode’ Datei muss mit dem NetModule JSON Schema für die Konfiguration übereinstimmen. Es ist möglich eine Kopie von der aktuellen Konfiguration im JSON-Format runterzuladen, in dem man auf ’Copy’ klickt während ’Expert mode’ ausgewählt wurde.

Parameter	AC Konfiguration General-Parameters
ID	Die einzigartige ID (Seriennummer) des Gerätes. Alle erkannten Geräte können ausgewählt werden, wenn man auf dieses Feld klickt.
Description	Eine kurze Beschreibung des zu verwalteten Gerätes.
Hostname	Der Hostname des zu verwalteten Gerätes.
Maintainer	Der Maintainer des zu verwalteten Gerätes.

Parameter	AC Konfiguration Service-Parameter - HTTP
HTTP status	Schaltet HTTP für das zu verwaltende Gerät ein oder aus
HTTP port	Der HTTP-Port für den zu verwaltenden AP3400

Parameter	AC Konfiguration Service-Parameter - HTTPS
HTTPS status	Schaltet HTTPS für das zu verwaltende Gerät ein oder aus
HTTPS port	Der HTTP-Port für den zu verwaltenden AP3400
HTTPS certificate	Bietet die Möglichkeit Zertifikate für den AP3400 zu generieren

Parameter	AC Konfiguration Service-Parameter - GUI
Status	Schaltet die GUI-Funktionalität ein oder aus

Parameter	AC configuration Service-Parameter - SSH
SSH status	Schaltet SSH für das zu verwaltende Gerät ein oder aus
SSH port	Der SSH-Port für den zu verwaltenden AP3400

Parameter	AC Konfiguration Schnittstellenparameter
IP mode	Gibt den IP-Modus für das zu verwaltende Gerät an. Die Option 'DHCP IPV4' gibt an, dass das zu verwaltende Gerät die vom DHCP Server gegebene IP Adresse verwendet. 'Static' bedeutet, dass der AP3400 die IP Adresse und Netzwerkmaske verwendet, die bei den unteren Parametern eingestellt wurden.
Address	Die IP Adresse, die der AP3400 verwenden soll
Netmask	Die Netzwerkmaske, die der AP3400 verwenden soll

Parameter	AC Konfiguration User-Parameter
Username	Der Benutzername, der verwendet werden soll, für das zu verwaltende Gerät
Password	Das Passwort, der verwendet werden soll, für das zu verwaltende Gerät

Parameter	AC Konfiguration WLAN-Parameter
Administrative status	Schaltet das vorhandene Radiomodul vom AP3400 ein oder aus
Operation mode	Die Operationsmodus für das ausgewählte Radiomodul. Anmerkung: Zur Zeit wird nur der Access-Point Modus unterstützt
Country	Gibt das Land an, in dem der AP betrieben wird
Operation type	Legt die IEEE 802.11-Betriebsart fest
Radio band	Wählt das Funkband aus, das für Verbindungen verwendet werden soll - je nach Modul 2,4 oder 5 GHz
Bandwidth	Legt die Betriebsart für die Kanalbandbreite fest
Channel	Legt den zu verwendenden Kanal fest
Tx power	Gibt die maximale Sendeleistung in dBm an.
Profile IDs	Die Profile (siehe Abschnitt: Profile), welche der AP3400 verwenden soll.

Profile

Mit dem NetModule Access Controller is es möglich bis zu 10 verschiedene Profile zu konfigurieren. Bei jedem Profil ist es möglich eine unabhängige SSID mit jeweiliger Verschlüsselung und VLAN einzustellen.

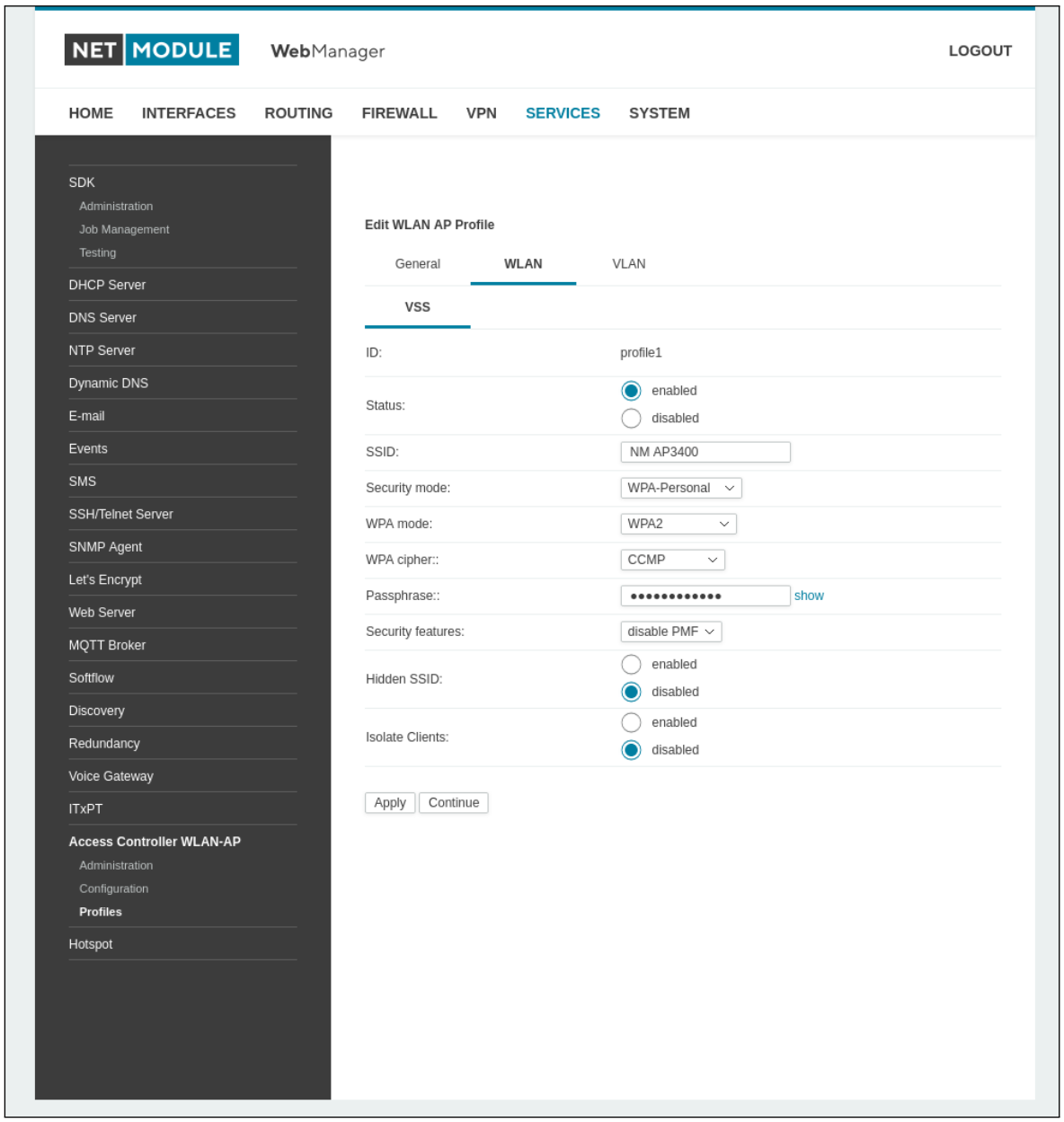


Abbildung 5.62.: AC WLAN-AP Profiles

Parameter	AC profile general parameters
ID	Einzigartiger Name für das Profil
Description	Die Beschreibung des Profils

Parameter	AC profile WLAN parameters
Status	Schaltet das Profil ein oder aus

Parameter	AC profile WLAN parameters
SSID	Der Netzwerkname (als SSID bezeichnet)
Security mode	Der gewählte Sicherheitsmodus
WPA mode	Die gewählte Verschlüsselungsmethode. WPA3 sollte gegenüber WPA2 und WPA1 bevorzugt werden
WPA cipher	Die zu verwendende WPA-Verschlüsselung; standardmäßig werden beide verwendet (TKIP und CCMP)
Passphrase	Die Passphrase, die für die Authentifizierung mit WPA-Personal verwendet wird, ansonsten die Schlüsselpassphrase für WPA-EAP-TLS. Bei WPA-Personal: Die Passphrase muss mindestens 8 bis 63 Zeichen lang sein.
Security features	Aktiviert geschützte Verwaltungsframes (Protected Management Frames)
Hidden SSID	Der Netzwerkname (SSID) wird verborgen
Isolate clients	Deaktiviert die direkte Kommunikation zwischen Clients
RADIUS server	Die Adresse des RADIUS-Servers
RADIUS secret	Die zur Authentifizierung gegenüber dem RADIUS-Server verwendete Passphrase
Authentication port	Der für die Authentifizierung verwendete Port
Accounting port	Der für Abrechnungsmeldungen verwendete Port

Parameter	AC profile VLAN parameters
VLAN ID	Die VLAN ID for das Profil. Wenn keine VLAN ID benutzt werden soll kann der Parameter auch leer gelassen werden.

5.8. SYSTEM

5.8.1. System

Systemeinstellungen

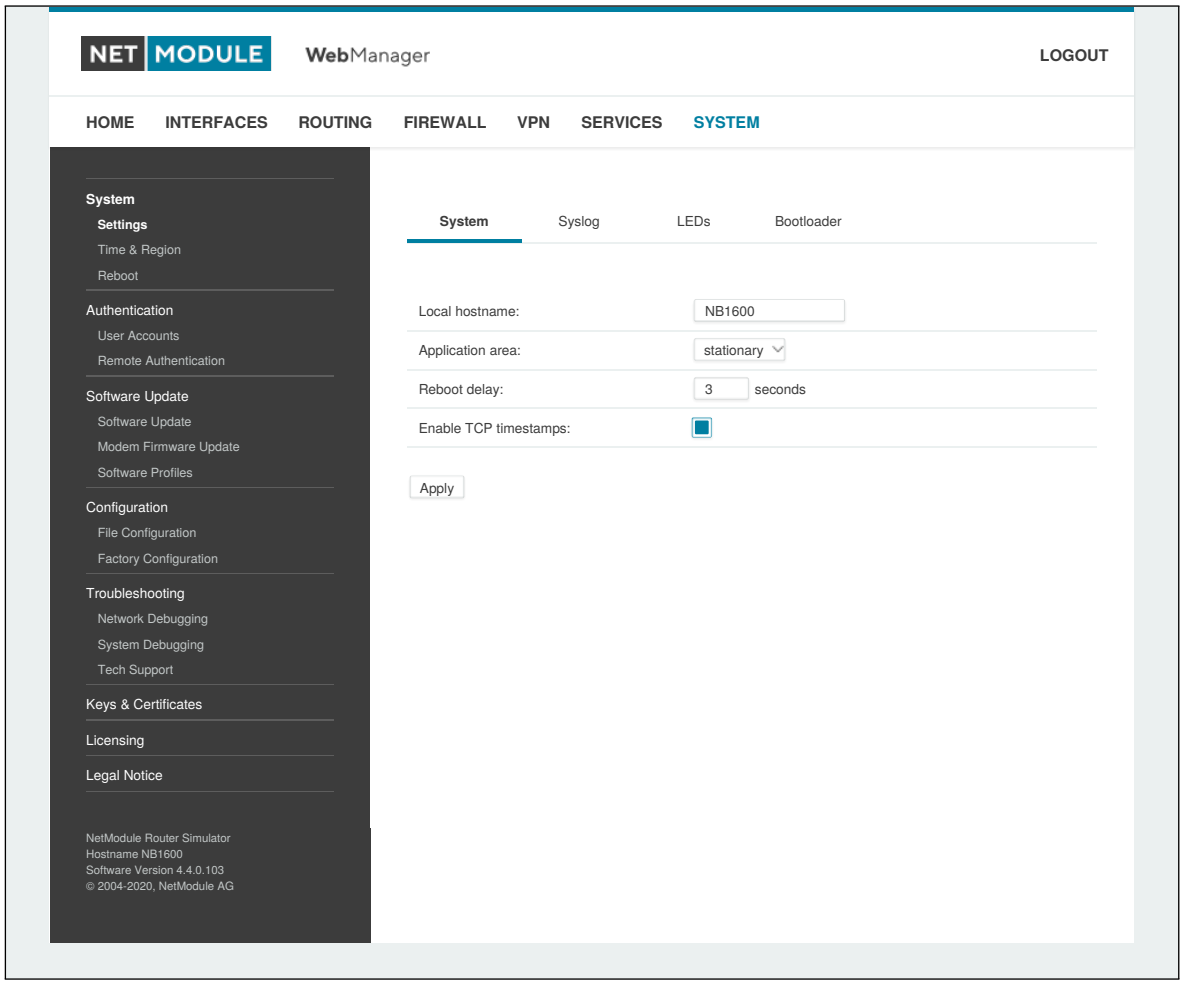


Abbildung 5.63.: System

System

Es stehen die folgenden Systemeinstellungen zur Verfügung:

Parameter	Systemeinstellungen
Local hostname	Der Hostname des Systems
Application area	Der Anwendungsbereich, der das Systemverhalten beeinflusst, wie z. B. Anmelde-Timeouts oder andere Anpassungen beim Betrieb in mobilen Umgebungen.
Reboot delay	Die Anzahl der Sekunden, die gewartet wird, bevor das System regelmäßig neu gebootet wird (kann für das Ereignis `system-rebooting` benötigt werden)

Parameter	Systemeinstellungen
Enable TCP timestamps	Aktiviert TCP-Zeitstempel für die systemweite TCP-Kommunikation. Dies wird für den Schutz vor abgefangenen Sequenznummern (Protection Against Wrapped Sequence, PAWS) benötigt. Allerdings kann mit diesen aktivierten Zeitstempeln ein Angreifer von außen die Betriebszeit des Systems erraten. Die Betriebszeit ist eine Untergrenze für das Alter der Hauptsystemkomponenten wie des Kernels. Wenn das System eine Betriebszeit von 3 Jahren anzeigt, ist es unwahrscheinlich, dass aktuelle Sicherheitspatches eingespielt wurden.
Show messages and infos on log-in screen	Fehlermeldungen und Benachrichtigungen auf dem Anmeldebildschirm anzeigen. Wenn diese Option aktiviert ist, werden diese Meldungen auch vor der Anmeldung mit Anmeldedaten angezeigt.

Syslog (Systemprotokoll)

Es stehen die folgenden Einstellungen zur Verfügung:

Parameter	Syslog-Einstellungen
Storage	Das Speichergerät, auf dem die Protokolldateien gespeichert werden sollen.
Max. filesize	Die maximale Größe, die eine Protokolldatei (in kB) erreichen darf, bis eine neue angefangen wird.
Redirect address	Legt eine IP-Adresse fest, an die Protokollmeldungen umgeleitet werden sollen. Ein einfacher Systemprotokoll-Server für Windows ist in TFTP32 enthalten, das von unserer Website heruntergeladen werden kann.

In der Regel verfügt das Gerät über einen internen Flash-Speicher. Je nach Modell kann dies durch zusätzliche Flash- oder USB-Disks erweitert werden. Die folgenden Speichergeräte können angegeben werden:

Parameter	Speichergeräte
flash root	Die Root-Partition des internen Flash-Speichers
flash data	Die Datenpartition des internen Flash-Speichers
extended disk	Eine erweitertes Speichergerät
USB disk	Ein an den externen USB-Anschluss angeschlossenes Speichergerät

LEDs

Es stehen die folgenden LED-Einstellungen zur Verfügung:

Parameter	LED-Einstellungen
LED	Sie können das Verhalten aller Status-LEDs auf der Frontplatte des Geräts anpassen. Sie sind in der Regel in zwei Reihen unterteilt (oben/unten). Sie können auch einen Umschaltmodus konfigurieren, sodass die LEDs regelmäßig zwischen zwei getrennt konfigurierten LED-Schemata wechseln.

Bootloader

Es stehen die folgenden Bootloader-Einstellungen zur Verfügung:

Parameter	Bootloader-Einstellungen
Password	Das Passwort zum Entsperren des Bootloaders. Wenn hier nichts angegeben ist, wird das Admin-Passwort verwendet.

Autorun (Automatische Ausführung)

Diese Funktion kann automatisch ein Shell-Skript starten oder ein Software-/Konfigurations-Update durchführen, sobald ein externes Speichergerät eingesteckt wurde. Zur Authentifizierung muss eine Datei namens `autorun.key` im Stammverzeichnis eines FAT16/32-formatierten Geräts vorhanden sein. Es kann von dieser Seite heruntergeladen werden und enthält den SHA256-Hash-Schlüssel des Autorun-Passworts. Die Datei kann mehrere Hashes enthalten, die bei der Authentifizierung zeilenweise abgearbeitet werden, wodurch Sie mehrere Systeme mit unterschiedlichen Admin-Passwörtern einrichten können.

Bei neuen Geräten mit einem leeren Passwort wird der Hash-Schlüssel

`e3b0c44298fc1c149afbf4c8996fb92427ae41e4649b934ca495991b7852b855`

verwendet.

Hash-Schlüssel können durch Ausführen des folgenden Befehls `echo -n «password> sha256sum` auf einem Linux-System erzeugt werden oder mit einem Hash-Schlüsselgenerator im Internet (suchen Sie nach ßha-256 hash calculator").

Nach erfolgreicher Authentifizierung sucht das System im Stammverzeichnis nach anderen Dateien, die die folgenden Aktionen ausführen können:

1. Zum Ausführen eines Skripts: `autorun.sh`
2. Für ein Konfigurations-Update: `cfg-<SERIALNO>.zip` (z. B. `cfg-00112B000815.zip`), oder, falls nicht vorhanden, `cfg.zip`
3. Für ein Software-Update: `sw-update.img`

Zeit und Region

Auf dieser Seite können Sie die Systemzeit einstellen und die Zeitzone festlegen. Sie können außerdem die Sommerzeitumstellung für die gewählte Zeitzone aktivieren. NetModule-Router können ihre Systemzeit über einen oder mehrere Server mit dem Network Time Protocol (NTP) synchronisieren oder auch über GNSS. Wenn aktiviert, wird die Zeitsynchronisation normalerweise nach dem Aufbau einer WAN-Verbindung, aber vor dem Start von VPN-Verbindungen ausgelöst. Weitere Zeitsynchronisationszyklen werden im Hintergrund eingeplant.

Die meisten Router verfügen nicht über eine batteriegepufferte Echtzeituhr. Bei ihnen wird die Systemzeit beim Booten auf die letzte gültige Zeit, z. B. vor dem Ausschalten, gesetzt.

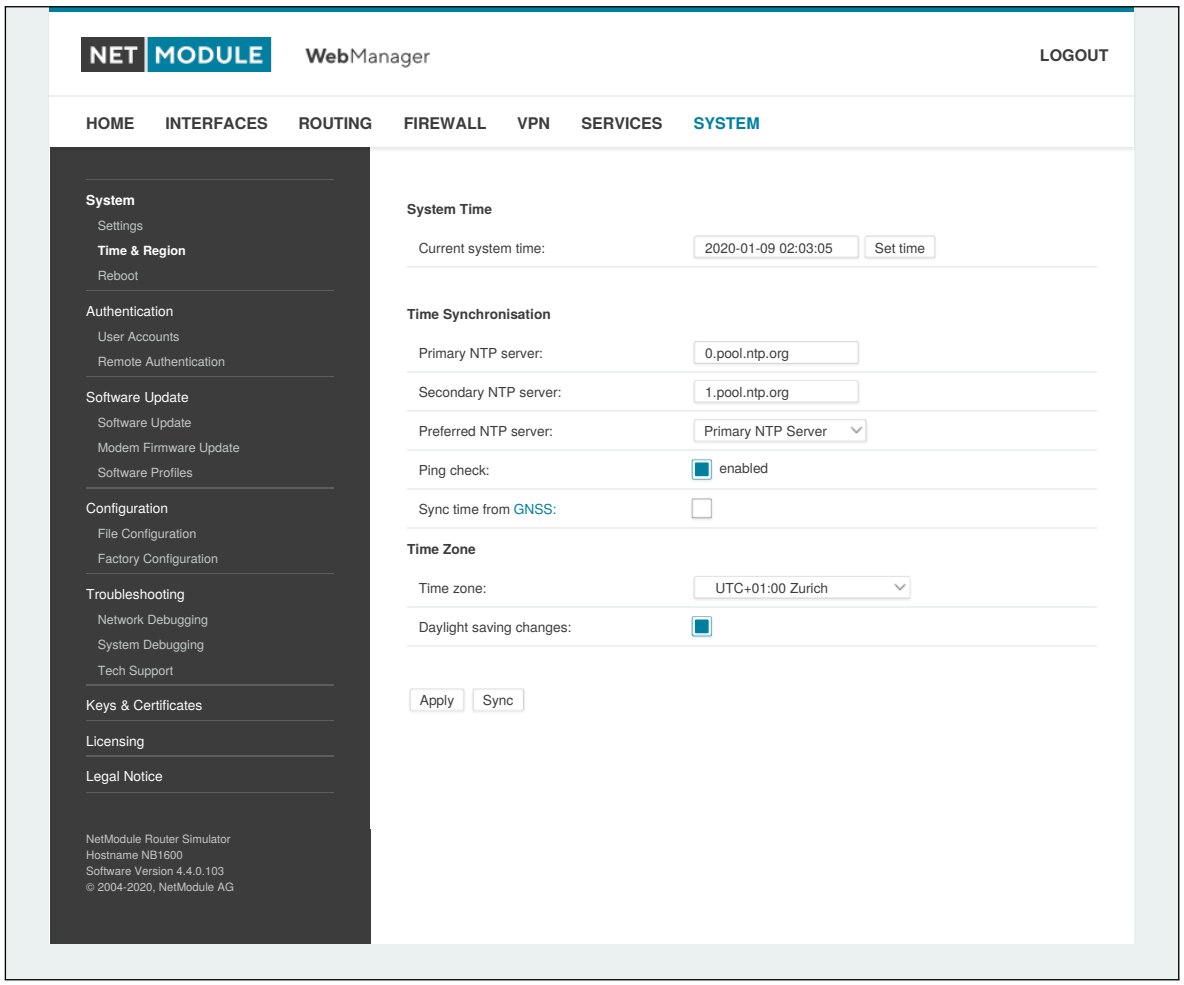


Abbildung 5.64.: Regionseinstellungen

Parameter	Zeitsynchronisation
NTP server	Adresse des primären NTP-Servers
NTP server 2	Optional die Adresse eines zweiten NTP-Servers
Ping check	Prüft mit einem ICMP-Ping, ob NTP-Server verfügbar sind, wenn die erste Zeitaktualisierung ausgeführt wird
Sync time from GNSS	Zeit vom ersten GNSS-Gerät beziehen (falls aktiviert)

Parameter	Zeitzone
Time Zone	Legt die geltende lokale Zeitzone fest.
Daylight saving changes	Aktiviert/deaktiviert die Sommerzeitumstellung.

Virtualisierung

Mit Virtualisierungstechniken können mehrere voneinander isolierte Gastsysteme auf dem Host ausgeführt werden Die NetModule-Router bewirken eine Virtualisierung auf Betriebssystemebene: Ein

System wird auf Betriebssystemebene virtualisiert und ermöglicht so mehrere isolierte Benutzerbereiche bzw. Benutzerinstanzen

Diese werden als Container bezeichnet. Für die Implementierung aller Gastumgebungen wird der gleiche Betriebssystemkern verwendet. Anwendungen, die in einer Gastumgebung laufen, sehen diese als eigenständiges System.

Allgemeine Einstellungen:

Parameter	Virtualisierungseinstellungen
Administrative status	Legt fest, ob die Virtualisierung aktiviert ist oder nicht

Die folgenden Parameter stehen zur Konfiguration eines virtuellen Gastsystems zur Verfügung:

Parameter	Gasteinstellungen
Type	Legt fest, welche Virtualisierungstechnik verwendet wird
Description	Eine Beschreibung des Gastsystems
Storage	Legt das Speichergerät fest, auf dem das Root-Dateisystem des Gastsystems angelegt werden soll

Zur Installation eines Root-Dateisystems können Sie eine URL einrichten, von der das Image geladen und die Installation ausgelöst wird:

Parameter	Installation
URL	Die URL, von der das Image geladen werden soll. Das Image muss als XZ-komprimiertes TAR-Archivbereitgestellt werden, das die Dateien eines Root-Dateisystems enthält, die zu unserer CPU-Architektur () kompatibel ist. Für die Transaktion können verschiedene Protokolle verwendet werden, z. B. HTTP, HTTPS, FTP pder TFTP. Wenn Sie das Image im Voraus auf den Router hochgeladen hatten, können Sie auch "file://", gefolgt vom lokalen Pfadnamen der Datei, verwenden. Auf Anfrage können wir verschiedene maßgeschneiderte Linux-Distributionen (z. B. Debian) als Images bereitstellen.
Install	Legt fest, ob das Herunterladen des Image direkt nach abgeschlossener Definition beginnt. Ein eventuell vorhandenes Root-Dateisystem wird überschrieben. Dieser Parameter wird nicht in der Konfiguration gespeichert. Nach erfolgter Installation wird der Wert zurückgesetzt und muss neu gesetzt werden, wenn ein neues Image installiert werden soll.

Die Kommunikation zum und vom Gastsystem wird ermöglicht über definierte Netzwerkschnittstellen, die entweder zum Gastsystem geroutet oder mit einer LAN-Schnittstelle gebrückt werden können:

Parameter	Netzwerke für Gastsysteme
Guest interface	Der Name der Schnittstelle innerhalb des Gastsystems
Mode	Der Netzwerkmodus für diese Schnittstelle (geroutet oder gebrückt)

Parameter	Netzwerke für Gastsysteme
Address	Die IP-Adresse der Schnittstelle innerhalb des Gastsystems
Netmask	Die Netzmaske der Schnittstelle innerhalb des Gastsystems
Gateway	Das innerhalb des Gastsystems verwendete Gateway, das auch an der Host-Schnittstelle eingestellt ist
Bridge interface	Die Schnittstelle, zu der die Gastsystem-Schnittstelle gebrückt werden soll

Der Gastgeräte-Parameter zeigt eine Liste von Geräten (z. B. Bluetooth, CAN), die dem Gastsystem zur Verfügung gestellt werden können.

Parameter	Gastsystem-Geräte
Enable devices	Legt fest, ob Geräte für das Gastsystem aktiviert werden

Um die Ressourcen für einen Gast zu begrenzen, können die folgenden Einstellungen vorgenommen werden:

Parameter	Begrenzungen für Gastsysteme
CPU	Die Anzahl der für das Gastsystem verwendeten CPUs
Memory	Die für das Gastsystem verfügbare Speichermenge

Neustart

Auf dieser Seite können Sie einen regelmäßigen automatischen Neustart einrichten, aber auch einen sofortigen manuellen Neustart auslösen.

5.8.2. Authentifizierung

Benutzerkonten

Auf dieser Seite können Sie die Benutzerkonten im System verwalten.

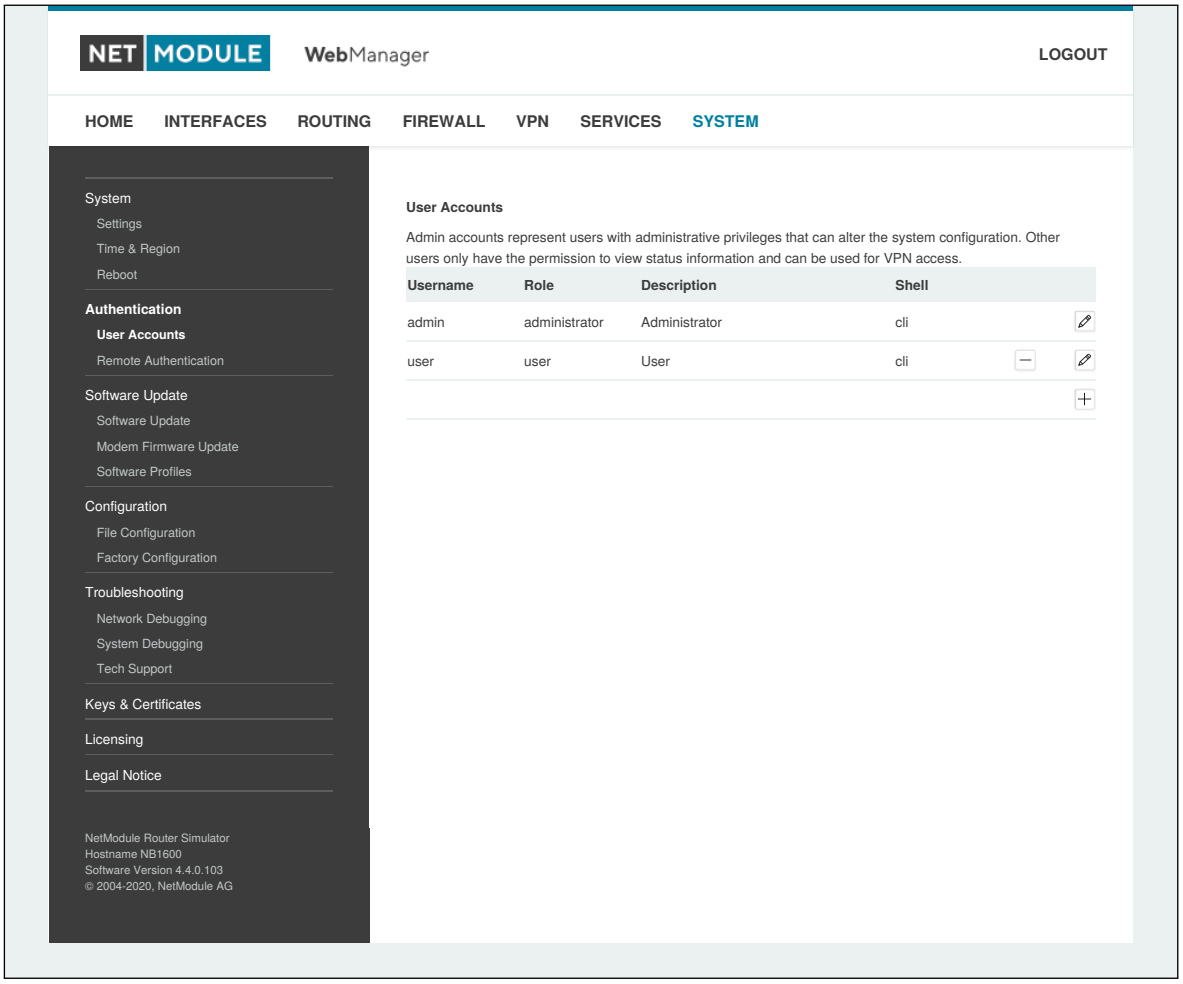


Abbildung 5.65.: Benutzerkonten

Der Benutzer `admin` ist ein vordefinierter Hauptbenutzer, der Standardadministrator des Systems. Hinweis: Das für den Benutzer `admin` gültige Passwort gilt auch für den Benutzer `root` - dieser kann eine System-Shell aufrufen. Es können weitere Admin-Konten mit administrativen Rechten hinzugefügt werden, die auch die Systemkonfiguration ändern oder administrative Systemaufgaben durchführen können. Andere Benutzer haben nur die Berechtigung, Statusinformationen anzuzeigen. Sie können auch für den VPN-Zugang verwendet werden.

Der Web Manager unterstützt bis zu 5 gleichzeitige Benutzer. Benutzer werden nach 30 Minuten ohne Aktivität abgemeldet. Wenn die Anmeldung erfolgreich war, werden alle Duplikate des Benutzers von anderen Remote-Hosts abgemeldet. Remote-Hosts werden nach 10 fehlgeschlagenen Anmeldeversuchen für 5 Minuten blockiert.

Parameter	Benutzerkontenverwaltung
Username	Der Name des Benutzers

Parameter	Benutzerkontenverwaltung
Description	Eine kurze Anmerkung zum Benutzer
Role	Entweder Admin(istrator) oder User (normaler Benutzer)
Shell	Legt fest, ob dem Benutzer die CLI oder eine SHELL als Schnittstelle angeboten wird
Store password unencrypted	Das Passwort wird unverschlüsselt auf dem Gerät gespeichert (nicht empfohlen)
Old password	Das alte Passwort des Benutzers
New password	Das neue Passwort des Benutzers
Confirm new password	Das bestätigte neue Passwort des Benutzers

Bitte beachten Sie, dass Sie beim Hinzufügen weiterer Admin-Benutzer das Passwort des Standard-Administrators angeben müssen.

Speicherung von Passwörtern
Normalerweise werden Passwörter als kryptographischer Hash auf dem Gerät gespeichert. Dies entspricht den empfohlenen Verfahren. Leider benötigt die Implementierung des SNMP-Dienstes das Passwort in unverschlüsselter Form.
Stellen Sie sicher, den angelegten Benutzern nur die Rechte einzuräumen, die wirklich benötigt werden.

Remote-Authentifizierung

Für die Authentifizierung von Remote-Benutzern kann ein RADIUS-Server verwendet werden. Dies gilt für den Web Manager, das WLAN-Netzwerk und andere Dienste, die die Remote-Authentifizierung unterstützen und integrieren.

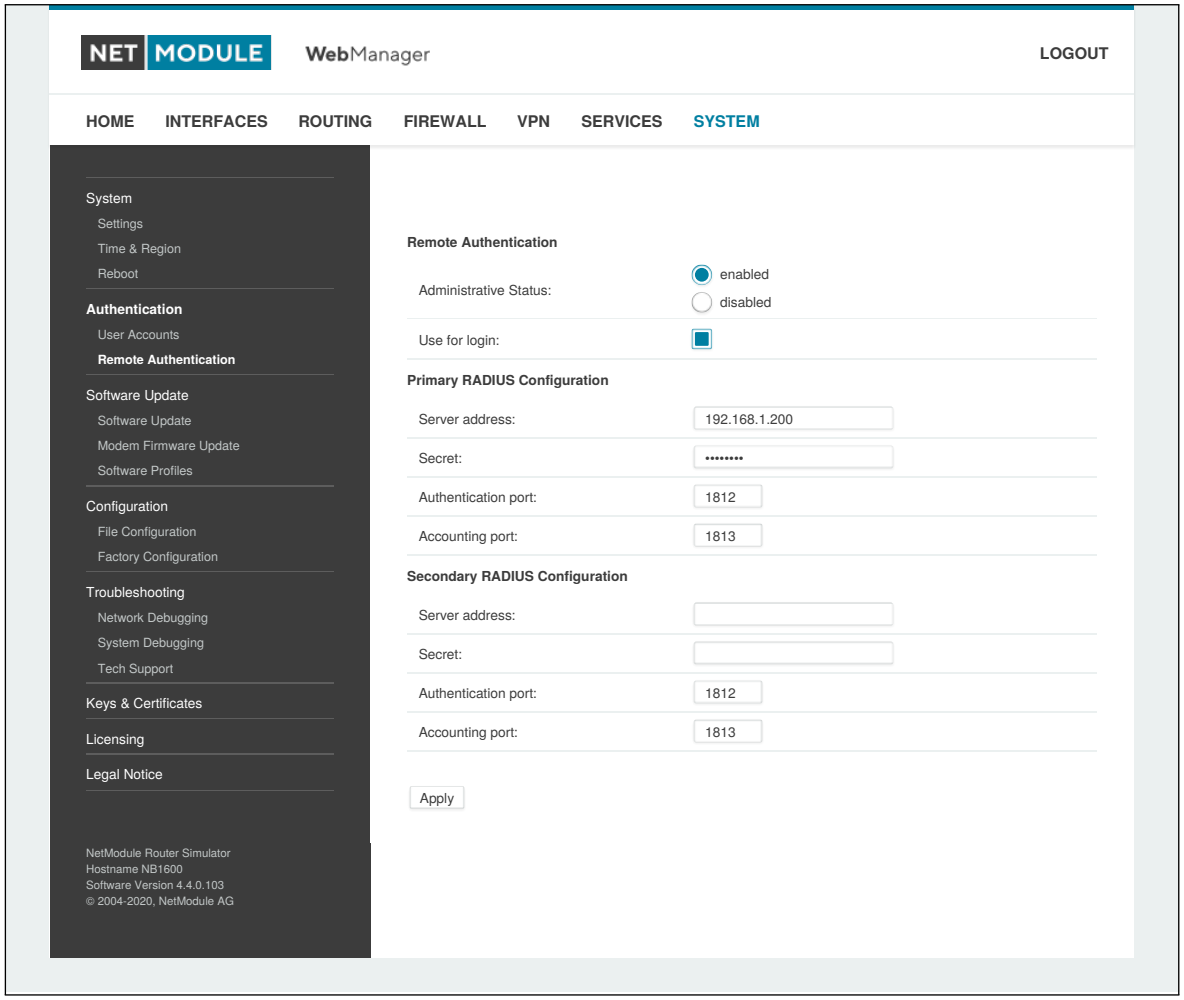


Abbildung 5.66.: Remote-Authentifizierung

Es bestehen die folgenden Konfigurationsmöglichkeiten:

Parameter	Einstellungen für die Remote-Authentifizierung
Administrative status	Legt fest, ob ein Remote-Server für die Authentifizierung verwendet werden soll
RADIUS server	Die Adresse des RADIUS-Servers
RADIUS secret	Die zur Authentifizierung gegenüber dem RADIUS-Server verwendete Passphrase
Authentication port	Der für die Authentifizierung verwendete Port
Accounting port	Der für Abrechnungsmeldungen verwendete Port
Use for login	Legt fest, dass der Remote-Benutzer Zugriff auf den Web-Manager hat (ansonsten wird dieser nur von Diensten verwendet, die ihn explizit konfiguriert haben, z. B. WLAN)

5.8.3. Software-Updates

Manuelle Software-Updates

In diesem Menü können Sie ein manuelles Software-Update des Systems durchführen.

Parameter	Manuelle Software-Updates
Update operation	Die verwendete Update-Methode. Sie können das Update als Image hochladen, es von einer URL herunterladen oder die neueste Version von unserem Server verwenden
URL	Die Server-URL, von der das Update-Image heruntergeladen werden soll
Administrator password	Administrator-Passwort für Downgrade auf Softwareversionen vor 4.2.x

Vorsicht
Ab der Softwareversion 4.2 ist standardmäßig voreingestellt, dass Passwörter nicht gespeichert und stattdessen Passwort-Hashes verwendet werden. Das Speichern von Passwörtern für Benutzer kann aktiviert werden, wird aber für neue Anwendungen nicht empfohlen.
Bei älteren Softwareversionen müssen die Passwörter verschlüsselt auf dem Gerät gespeichert werden. Da diese Möglichkeit in Version 4.2 und später nicht mehr besteht, müssen Sie das Administrator-Passwort angeben, wenn Sie ein Downgrade auf eine Version 4.1.x und niedriger durchführen möchten. Die gleiche Passphrase wird auch für die Anmeldung beim Bootloader verwendet.
Benutzer, die kein Passwort auf dem Gerät gespeichert haben, können sich nach dem Downgrade nicht mehr anmelden und müssen neue Passwörter erhalten.

Ein Uniform Resource Locator (URL) kann eines der folgenden Formate haben:

```
http://<Benutzername>:<Passwort>@<Host>:<Port>/<Pfad>
https://<Benutzername>:<Passwort>@<Host>:<Port>/<Pfad>
ftp://<Benutzername>:<Passwort>@<Host>:<Port>/<Pfad>
sftp://<Benutzername>:<Passwort>@<Host>:<Port>/<Pfad>
tftp://<Host>/<Pfad>
file:///<Pfad>
```

Bei einem Software-Update wird die aktuelle Konfiguration (einschließlich Dateien wie Schlüssel/Zertifikate) gesichert. Alle anderen Änderungen am Dateisystem werden gelöscht.

Die Konfiguration ist im Allgemeinen abwärtskompatibel. Wir sorgen auch für Vorwärtskompatibilität bei einem Downgrade auf eine frühere Softwareversion innerhalb der gleichen Release-Linie durchgeführt wird Dies wird durch Aussortieren von unbekannten Konfigurationsanweisungen erreicht, was zum Verlust von Einstellungen und Funktionen führen könnte. Daher ist es immer eine gute Idee, eine Sicherungskopie der Arbeitskonfiguration vorzuhalten.

Vorsicht
Falls Sie ein Major-Downgrade auf einen früheren Versionszweig durchführen (z. B. 3.7.0 auf 3.6.0), stellen Sie bitte sicher, dass Sie immer die neueste Version dieses Zweigs (d. h. 3.6.0.X) verwenden, da nur diese in der Regel vollständig vorwärtskompatibel sind. Denken Sie auch daran, dass einige Hardware-Funktionen möglicherweise nicht funktionieren (z. B. weil sie in dieser Vorversion nicht implementiert sind). Im Zweifelsfall wenden Sie sich bitte an unser Support-Team.

Ein Software-Image kann entweder über den Web Manager hochgeladen oder von einer bestimmten URL abgerufen werden. Es wird entpackt und auf einer Ersatzpartition bereitgestellt, die aktiviert wird, wenn das Update erfolgreich abgeschlossen wurde. Während des Update-Vorgangs blinken alle grünen LEDs. Der anschließende Neustart des Systems wird durch eine langsam blinkende Status-LED angezeigt. Die gesicherte Konfiguration wird beim Hochfahren übernommen, und die Status-LED blinkt während dieses Vorgangs schneller. Abhängig von der vorhandenen Konfiguration kann dies eine Weile dauern.

Automatische Software-Updates
In diesem Menü können Sie ein automatisches Software-Update des Systems durchführen.

Parameter	Automatische Software-Updates
Status	Legt fest, ob automatische Software-Updates aktiviert sind
Time of day	Jeden Tag um diese Uhrzeit führt der Router eine Prüfung auf Updates durch
Aktion	Das neueste Image vom Server herunterladen oder unter einer bestimmten URL das Software-Updatepaket beziehen. Unterstützt werden die Protokolle TFTP, HTTP, HTTPS und FTP. Geben Sie eine URL an, wie `<Protokoll>://<Server>/<Pfad>/<Datei>`

Hinweis: SSL-Zertifikate von HTTPS-URLs werden nur überprüft, wenn eine Liste von CA-Root-Zertifikaten bereitgestellt wird, wie beschrieben in Kapitel 5.8.8.
Nach der Installation der neuen Software wird beim Booten die zuletzt geltende Konfiguration angewendet. Dies wird durch ein schnelleres Blinken der grünen Status-LED angezeigt.

5.8.4. Updates für Modul-Firmware

In diesem Menü können Sie ein Firmware-Update eines bestimmten Moduls durchführen.

Parameter	Updates für Modul-Firmware
Update operation	Die verwendete Update-Methode. Sie können entweder ein Firmware-Paket hochladen oder es von einer bestimmten URL beziehen.
Module	Das Modul, das aktualisiert werden soll.

Parameter	Updates für Modul-Firmware
Storage	Der temporäre Speicher, der für das Update verwendet werden soll. Für Geräte mit begrenztem Flash-Speicher ist es möglich, einen USB-Stick zu verwenden, der aber im USA-Abschnitt richtig eingerichtet sein muss und ein geeignetes Dateisystem enthält, z. B. ext4.
URL	Die Server-URL, von der das Firmware-Paket heruntergeladen werden soll (z.B. `<Protokoll>://<Server>/<Pfad>/<Datei>`). Unterstützt werden die Protokolle TFTP, HTTP, HTTPS und FTP. Für Geräte mit begrenztem Flash-Speicher können Sie auch Folgendes verwenden: `usb0://<Pfad_zum_Firmwarepaket>`.

Ein Firmware-Paket (im ZIP-Format) besteht in der Regel aus einem Flash-Dienstprogramm, einer Infodatei und den entsprechenden Firmware-Dateien. Unter https://www.netmodule.com/en/support erhalten Sie die jeweils neueste Version.

5.8.5. Software-Profile

Das System besteht aus zwei Root-Partitionen, die unterschiedliche Softwareversionen enthalten können. In diesem Menü können Sie zwischen ihnen umschalten. So können Sie eine neuere Softwareversion testen und bei auftretenden Problemen einfach wieder zur bisherigen Version zurückkehren.

5.8.6. Konfiguration

Die Konfiguration über den Web Manager wird bei einer größeren Anzahl von Geräten mühsam. Der Router bietet daher eine automatische und eine manuelle dateibasierte Konfigurationsmöglichkeit. Wenn Sie das System einmal erfolgreich eingerichtet haben, können Sie die Konfiguration sichern und anschließend damit wiederherstellen. Sie können entweder eine einzelne Konfigurationsdatei (.cfg) oder ein komplettes Paket (.zip) hochladen, das die Konfigurationsdatei und eine gepackte Version anderer wichtiger Dateien (z. B. Zertifikate)
im Root-Verzeichnis enthält.

Manuelle Konfiguration per Datei

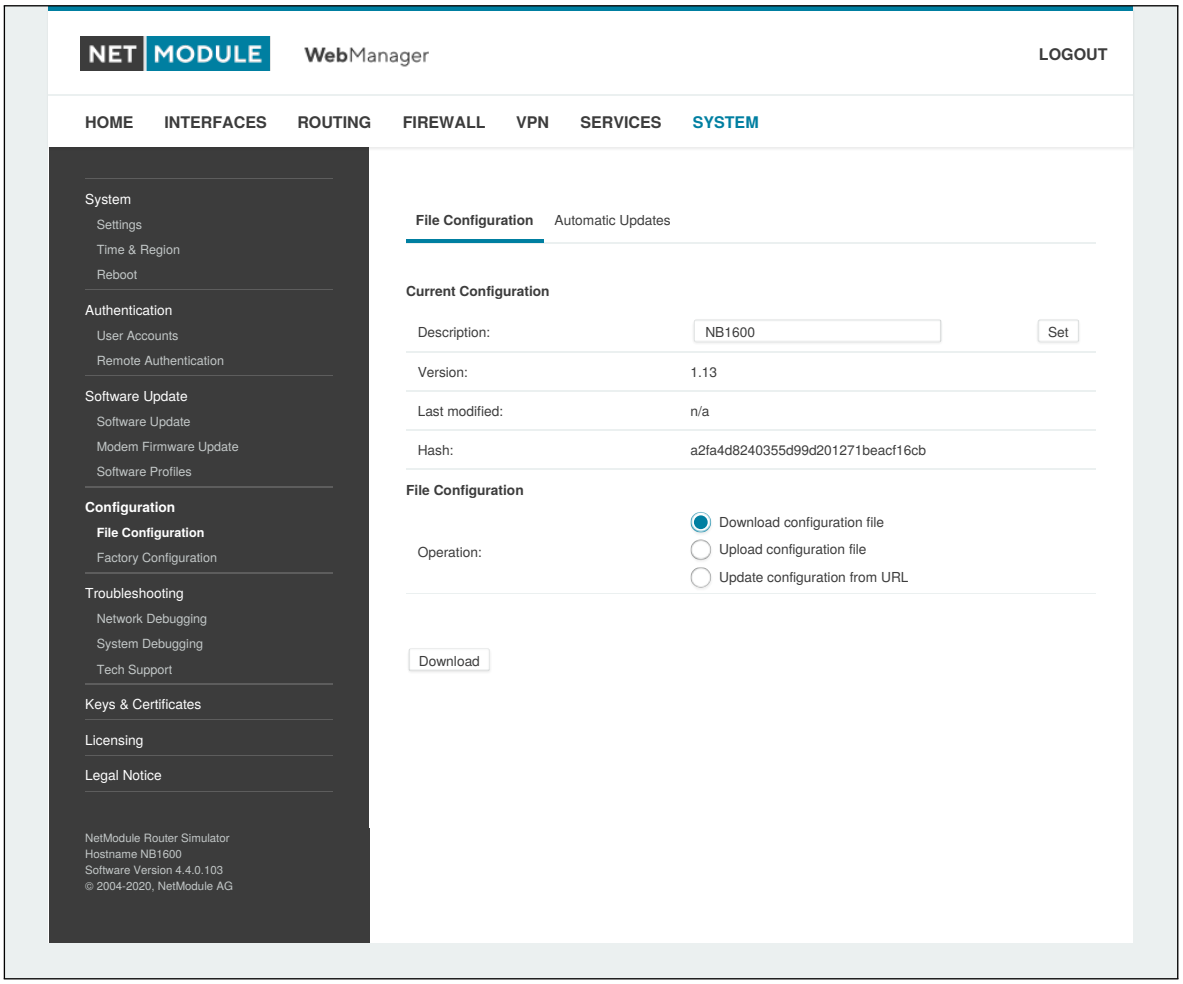


Abbildung 5.67.: Manuelle Konfiguration per Datei

In diesem Abschnitt können Sie die aktuell laufende Systemkonfiguration (einschließlich wichtiger Dateien wie z. B. Zertifikate) herunterladen. Um eine bestimmte Konfiguration wiederherzustellen, können Sie eine zuvor heruntergeladene Konfiguration hochladen. Sie können wählen, ob fehlende Konfigurationsanweisungen auf die Werkseinstellungen gesetzt oder ignoriert werden sollen, d. h. eventuell vorhandene Konfigurationsanweisungen bleiben im System erhalten.

Automatische Konfiguration per Datei

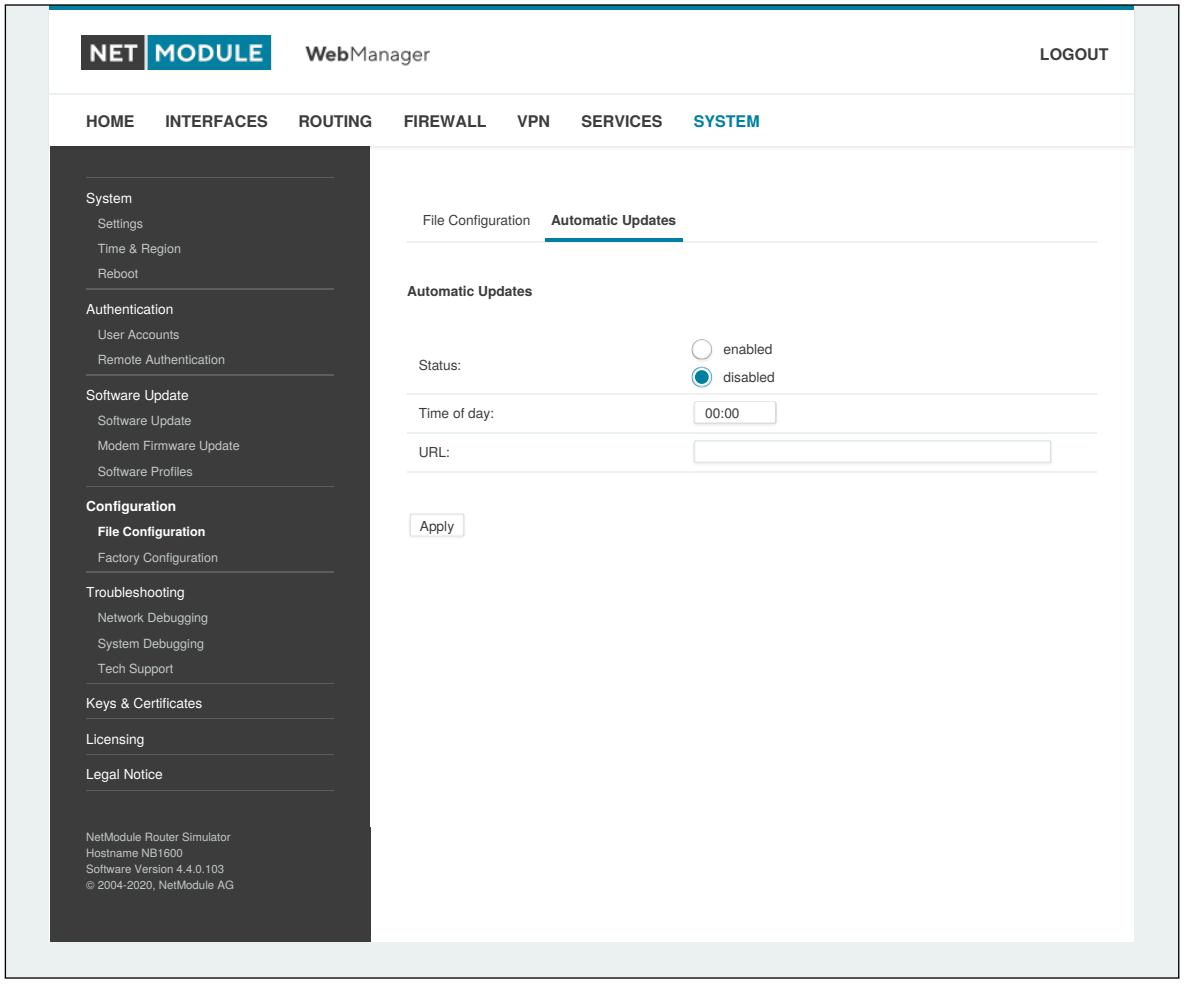


Abbildung 5.68.: Automatische Konfiguration per Datei

In diesem Menü können Sie ein automatisches Konfigurations-Update des Systems durchführen. Es bestehen die folgenden Einstellungsmöglichkeiten:

Parameter	Automatische Konfiguration per Datei
Status	Legt fest, ob automatische Konfigurations-Updates aktiviert sind
Time of day	Uhrzeit, zu der das System nach Updates suchen soll
URL	Die URL, von der die Konfigurationsdatei abgerufen werden soll (unterstützte Protokolle sind HTTP, HTTPS, TFTP, FTP)

Werkseinstellungen

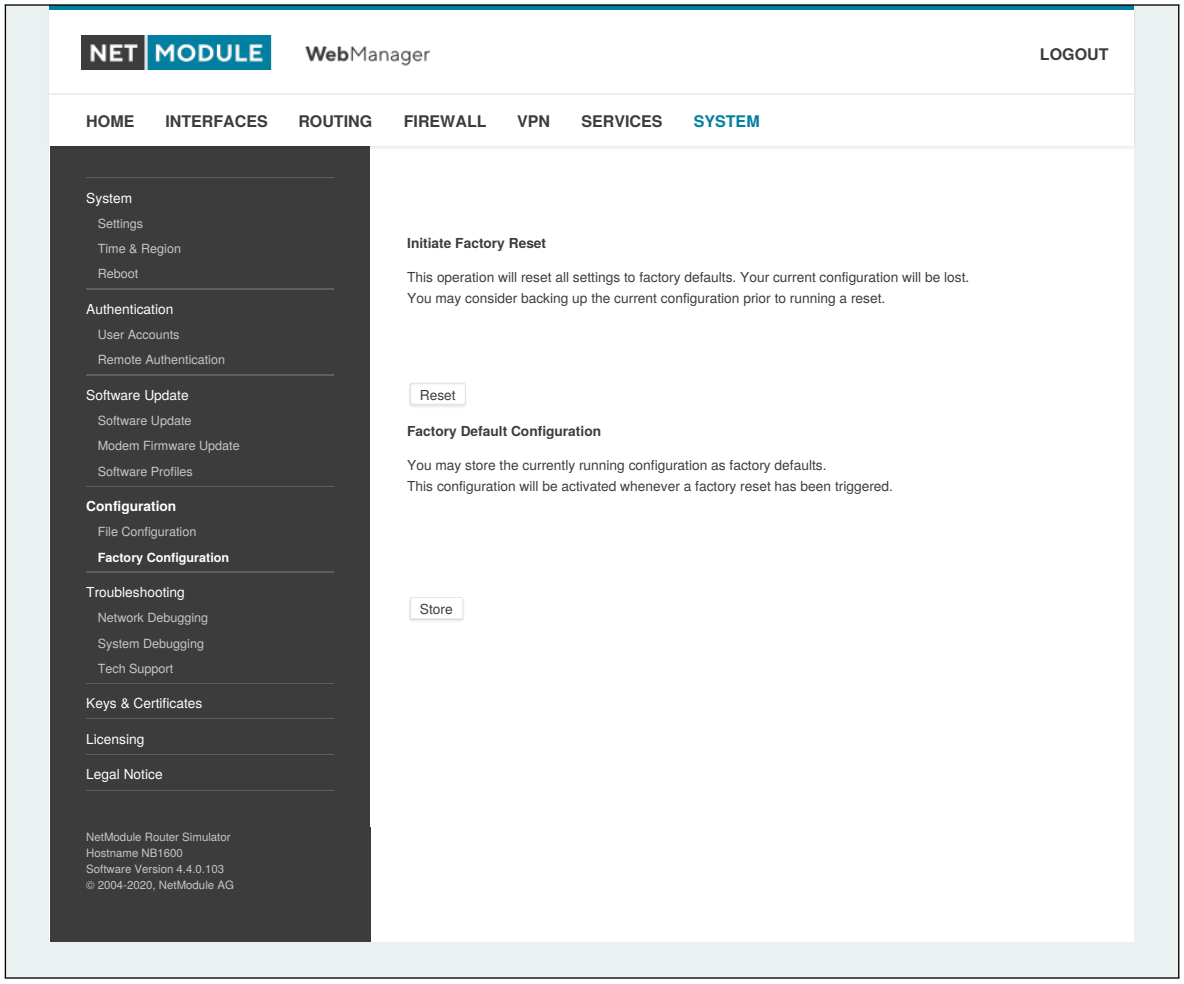


Abbildung 5.69.: Werkseinstellungen

In diesem Menü können Sie das Gerät auf die Werkseinstellungen zurücksetzen. Die aktuelle Konfiguration geht dabei verloren. Ein erfolgreich eingeleiteter Rücksetzvorgang ist daran zu erkennen, dass alle LEDs leuchten.

Beim Zurücksetzen auf die Werkseinstellungen wird die IP-Adresse der ersten Ethernet-Schnittstelle auf 192.168.1.1 zurückgesetzt. Sie können mit dem Gerät kommunizieren, indem Sie die Standard-Netzwerkparameter verwenden. Sie können die aktuell laufende Konfiguration als Werkseinstellung speichern, die auch dann aktiv bleibt, wenn ein Zurücksetzen (z. B. durch Ihre Servicetechniker) ausgelöst wurde.

Bitte stellen Sie sicher, dass diese Konfiguration funktionsfähig ist. Ein echtes Zurücksetzen auf die Werkseinstellungen können Sie erreichen, indem Sie die ursprüngliche Werkskonfiguration wiederherstellen und den Rücksetzvorgang erneut auslösen.

5.8.7. Fehlersuche und Fehlerbehebung

Fehlersuche im Netzwerk

Es gibt mehrere Tools zur Fehlersuche im Netzwerk, z. B. ping, traceroute, tcpdump und darkstat.

Parameter	Aktion
Ping	Das Dienstprogramm "ping"kann prüfen, ob ein Remote-Host über IP erreichbar ist.
Time of day	Das Dienstprogramm "traceroute"kann die Route der Pakete zu einem Remote-Host ausdrucken.
tcpdump	Das Dienstprogramm "tcpdumpërzeugt einen Netzwerk-Dump (PCAP) einer Schnittstelle, die später mit Wireshark analysiert werden kann.
Darkstat	Das Dienstprogramm "darkstat"visualisiert die aktuellen Netzwerkverbindungen und den Datenverkehr auf einer bestimmten Schnittstelle.

Fehlersuche im System

Sie können das Systemprotokoll hier anzeigen, indem Sie die Option *Debug log* wählen, oder wenn Sie das Boot-Protokoll sehen wollen, wählen Sie *Boot log*.

Eine andere Möglichkeit, zu prüfen, was im Gerät vor sich geht, ist das Eröffnen einer SSH- oder Telnet-Sitzung als *root* - geben Sie dann ein: `tail-log`. Außerdem kann das Systemprotokoll an einen Syslog-Server umgeleitet werden. Siehe Kapitel 5.8.1.

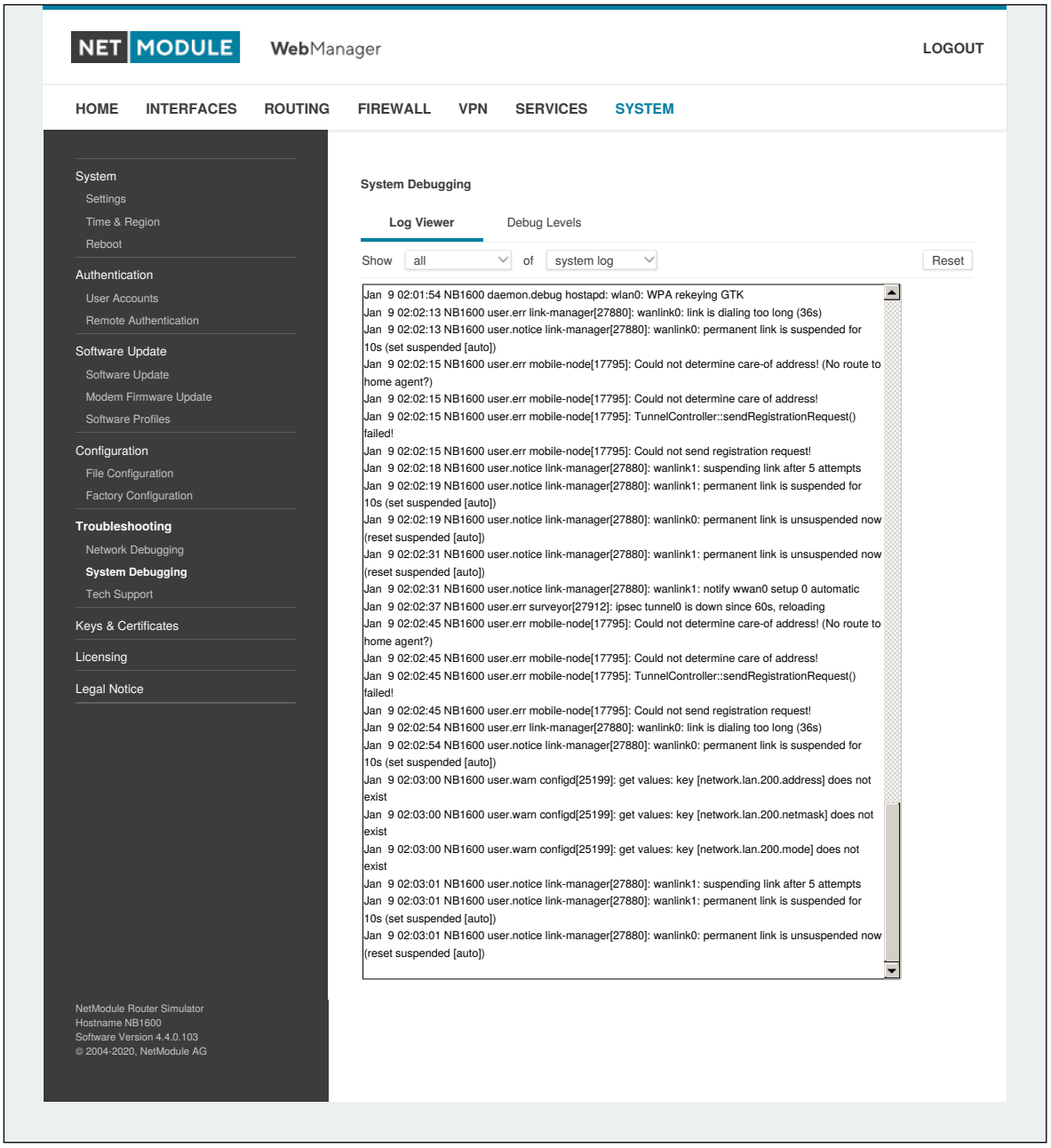


Abbildung 5.70.: Log-Viewer

Technischer Support

Hier können Sie eine Datei für den technischen Support erzeugen und herunterladen. Wir empfehlen dringend, diese Datei bereitzustellen, wenn Sie sich mit unserem Support-Team in Verbindung setzen, entweder per E-Mail oder über unser Online-Supportformular, da dies den Prozess der Analyse und Lösung des Problems erheblich beschleunigen kann. Protokolldateien können hier heruntergeladen und zurückgesetzt werden. Bitte studieren Sie sie bei Problemen sorgfältig. Auf dieser Seite befinden sich verschiedene Tools zur weiteren Analyse potenzieller Konfigurationsprobleme.

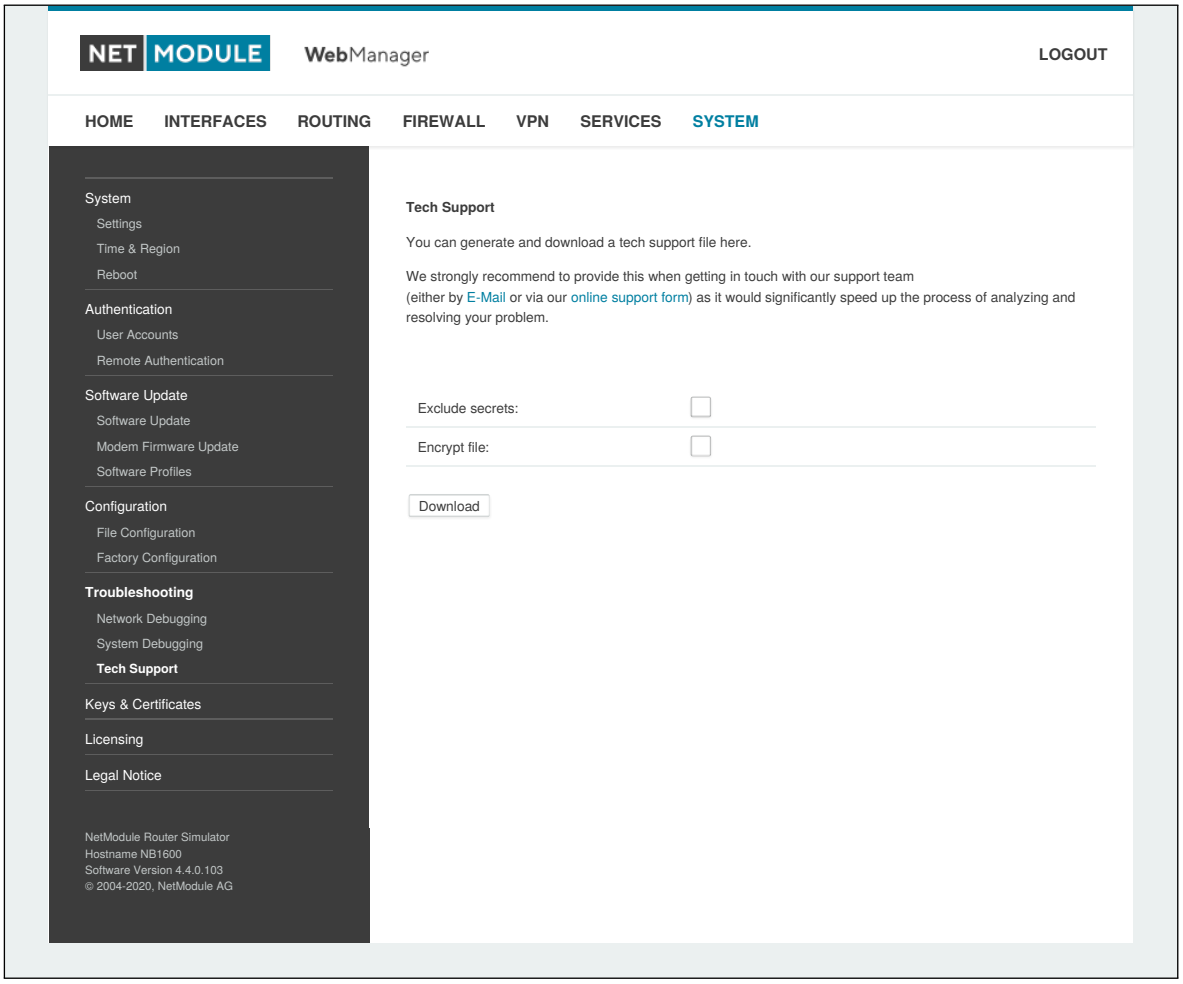


Abbildung 5.71.: Datei für den technischen Support

Es ist möglich, beliebige IP-Schnittstellen zu verfolgen und die Übertragung einzelne Pakete zwischen Hosts zu untersuchen. Hierzu melden Sie sich am Gerät an und starten eine Netzwerkpaketerfassung mit dem Tool *tcdump*. Wir empfehlen die Angabe des Schalters -n, um die Namensauflösung zu umgehen (z. B. `tcpdump -n -i lan0`). Sie können auch einen Dump im PCAP-Format mit dem Web Manager erzeugen, ihn auf Ihren Computer herunterladen und weitere Untersuchungen mit Wireshark durchführen (verfügbar unter www.wireshark.org).

5.8.8. Schlüssel und Zertifikate

Auf dieser Seite können Sie die erforderlichen Dateien für die Sicherung Ihrer Dienste (z. B. HTTP- und SSH-Server), aber auch zur Implementierung von Authentifizierung und Verschlüsselung für zertifikatsbasierte VPN-Tunnel und WLAN-Clients erzeugen.

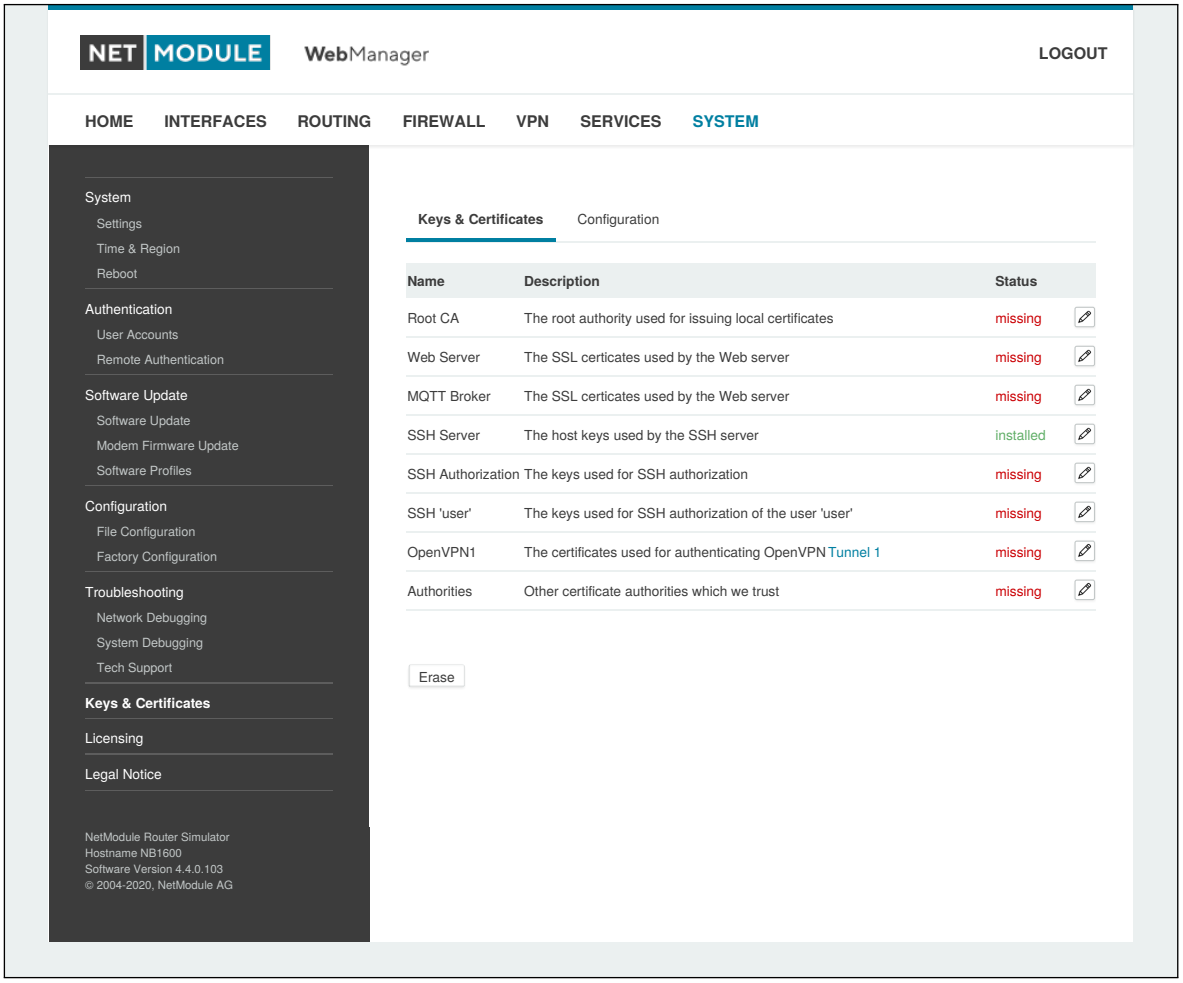


Abbildung 5.72.: Schlüssel und Zertifikate

Die Eingangsseiten zeigen eine Übersicht über installierte Schlüssel und Zertifikate. Es können dabei die folgenden Abschnitte auftreten:

Type	Description
Root CA	Die Stammzertifizierungsstelle (Root Certificate Authority, CA), die Zertifikate ausstellt, deren Schlüssel zur Zertifizierung als vertrauenswürdige Dritte auf anderen Systemen verwendet werden kann
Web Server	Die Zertifikate für den Webserver, die zum Ausführen von HTTP über SSL (HTTPS) erforderlich sind.
MQTT Broker	Die Zertifikate für den MQTT Broker, die für den Betrieb von MQTT über eine TLS-verschlüsselte Verbindung erforderlich sind.

Type	Description
SSH Server	Die DSS/DSA-Schlüssel für den SSH-Server.
SSH Authorization	Die für die SSH-Autorisierung verwendeten Schlüssel.
OpenVPN	Server- oder Client-Schlüssel und Zertifikate für den Betrieb von OpenVPN-Tunneln.
IPsec	Server- oder Client-Schlüssel und -Zertifikate für den Betrieb von IPsec-Tunneln.
WLAN	Schlüssel und Zertifikate zur Implementierung einer zertifikatsbasierten WLAN-Authentifizierung (z. B. WPA-EAP-TLS).
ETH	Schlüssel und Zertifikate zur Authentifizierung via IEEE 802.1X an Ethernet-Anschlüssen.
Zertifizierungsstellen	Andere Zertifizierungsstellen, denen wir beim Aufbau von SSL-Client-Verbindungen vertrauen.

Tabelle 5.178.: Zertifikatsabschnitte

Für jeden Zertifikatsabschnitt können Sie die folgenden Aktionen durchführen:

Aktion	Beschreibung
generate locally	Schlüssel und Zertifikat lokal auf dem Gerät erzeugen; weitere Optionen siehe Kapitel 5.8.8
upload files	Schlüssel und Zertifikat werden hochgeladen. Unterstützt werden Dateien im PKCS12-, PKCS7- und PEM/DER-Format sowie RSA/DSS-Schlüssel im OpenSSH- oder Dropbear-Format.
enroll via SCEP	Schlüssel und Zertifikat über SCEP einbuchen; weitere Optionen siehe Kapitel 5.8.8
download certificate	Schlüssel und Zertifikat im ZIP-Format herunterladen (die Dateien werden im PEM-Format kodiert)
create signing request	Schlüssel lokal erzeugen und eine Signieranforderung erstellen, um ein von einer anderen Stelle signiertes Zertifikat abzurufen
erase certificate	Alle Schlüssel und Zertifikate löschen, die mit diesem Abschnitt verbunden sind

Tabelle 5.179.: Zertifikatsaktionen

Konfiguration

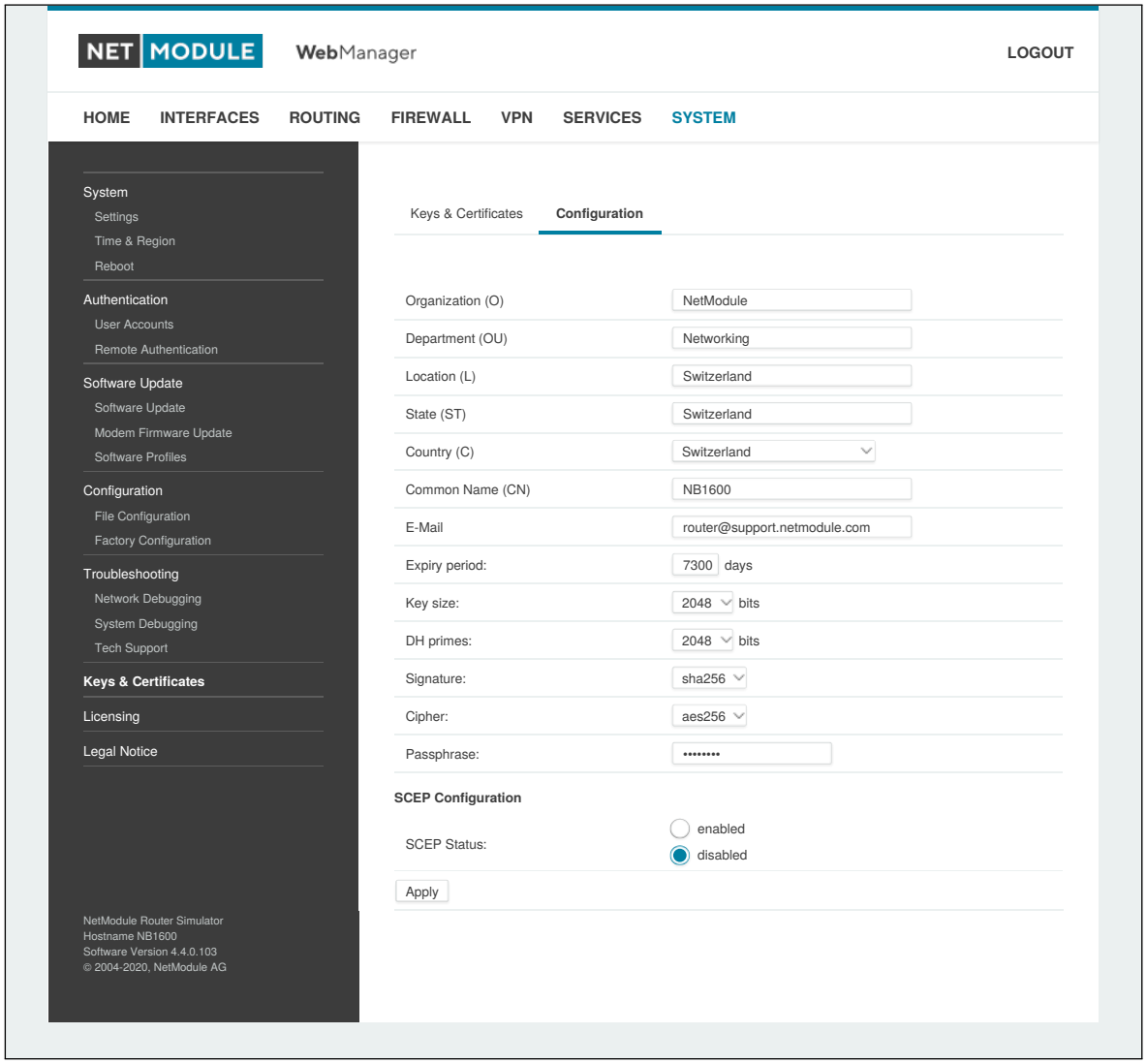


Abbildung 5.73.: Konfiguration von Zertifikaten

Auf dieser Seite können Sie einige allgemeine Konfigurationsoptionen festlegen, die bei der Arbeit mit Schlüsseln und Zertifikaten angewendet werden.

Wenn Schlüssel, Zertifikate und Signieranforderungen lokal erzeugt werden, werden die folgenden Einstellungen berücksichtigt:

Parameter	Konfiguration von Zertifikaten
Organization (O)	Firma/Organisation des Zertifikatsinhabers
Department (OU)	Name der Organisationseinheit, zu der der Zertifikatsaussteller gehört
Location (L)	Standort des Zertifikatsinhabers
State (ST)	Bundesland/Kanton des Zertifikatsinhabers

Parameter	Konfiguration von Zertifikaten
Country (C)	Land des Zertifikatsinhabers (normalerweise als TLD-Abkürzung)
Common Name (CN)	Name des Zertifikatsinhabers, hauptsächlich zur Identifizierung eines Hosts verwendet
E-Mail	E-Mail-Adresse des Zertifikatsinhabers
Expiry period	Anzahl der Tage, die das Zertifikat noch gültig ist
Key size	Länge des privaten Schlüssels in Bit
DH primes	Die Anzahl der Bits für benutzerdefinierte Diffie-Hellman-Primzahlen
Signature	Der Signaturalgorithmus beim Signieren von Zertifikaten
Passphrase	Die Passphrase für den Zugriff auf einen privaten Schlüssel. Diese wird beim ersten Login (siehe Kapitel 5.1.1) mit einer zufälligen Zeichenfolge vorbelegt.

Bitte beachten Sie, dass der lokale Zufallszahlengenerator (RNG) für die meisten Anwendungen eine recht gute Zufälligkeit bietet. Wenn eine stärkere Verschlüsselung erforderlich ist, empfehlen wir, die Schlüssel auf einem externen RNG-Gerät zu erzeugen oder alle Zertifikate komplett auf einem entfernten Zertifizierungsserver zu verwalten. Nichtsdestoweniger kann eine lokalen Zertifizierungsstelle alle benötigten Zertifikate ausstellen und verwalten und auch eine Zertifikatsperrliste (CRL) führen.
Beim Importieren von Schlüsseln können die Zertifikats- und Schlüsseldatei einzeln kodiert im PEM/DER- oder PKCS7-Format hochgeladen werden. Alle Dateien (CA-Zertifikat, Zertifikat und privater Schlüssel) können auch mit dem Containerformat PKCS12 auf einen Schlag hochgeladen werden. RSA/DSS-Schlüssel können aus OpenSSH- oder Dropbear-Formaten konvertiert werden. Es ist möglich, die Passphrase zum Öffnen des privaten Schlüssels anzugeben. Hinweis: Das System wendet bei der Installation des Zertifikats generell die systemweite Zertifikatspassphrase auf einen Schlüssel an. Wenn Sie also die allgemeine Passphrase ändern, werden alle lokalen Schlüssel mit dem neuen Schlüssel ausgestattet.

SCEP-Konfiguration

Wenn Zertifikate mit Hilfe des Simple Certificate Enrollment Protocol (SCEP) registriert werden, können die folgenden Einstellungen konfiguriert werden:

Parameter	SCEP-Konfiguration
SCEP status	Legt fest, ob SCEP aktiviert ist
URL	SCEP-URL, meist im Format `http://<Host>/<Pfad>/pkiclient.exe`
CA fingerprint	Der Fingerabdruck des Zertifikats, der zur Identifizierung der Gegenstelle verwendet wird. Wenn Sie dies leer lassen, wird jeder Zertifizierungsstelle vertraut.
Fingerprint algorithm	Der Fingerprint-Algorithmus zur Identifizierung der CA (MD5 oder SHA1)
Poll interval	Das Abfrageintervall in Sekunden für eine Zertifikatsanforderung

Parameter	SCEP-Konfiguration
Request timeout	Die maximale Abfragedauer in Sekunden für eine Zertifikatsanforderung
ID type	Kann IP, E-Mail oder DNS sein
Password	Das Passwort für den SCEP-Server.

Bei der Registrierung von Zertifikaten wird das CA-Zertifikat zunächst über die angegebene SCEP-URL abgerufen, und zwar über die Aktion `getca` - diese wird auf der Konfigurationsseite angezeigt, und es muss überprüft werden, ob sie zur richtigen Zertifizierungsstelle gehört. Andernfalls muss die CA abgelehnt werden. Dieser Teil ist bei der Verwendung von SCEP wesentlich, da er die Vertrauenskette aufbaut.
Wenn bei der Anforderung einer Zertifikatsregistrierung eine Zeitüberschreitung auftritt, kann die unterbrochene Registrierungsanforderung erneut ausgelöst und mit dem zuvor erzeugten Schlüssel fortgesetzt werden. Falls eine Anfrage abgelehnt wurde, müssen Sie das Zertifikat zunächst löschen und dann den Registriervorgang von vorn beginnen.

Zertifizierungsstellen

Gür Clientverbindungen (wie sie von SDK-Funktionen oder beim Herunterladen von Konfigurations-/Software-Images verwendet werden) können Sie eine Liste von CA-Zertifikaten hochladen, die als vertrauenswürdig gelten.
Um das CA-Zertifikat von einer bestimmten Website mit Mozilla Firefox zu erhalten, sind folgende Schritte erforderlich:

- Rufen Sie mit dem Browser die entsprechende HTTPS-Website auf.
- Klicken Sie auf das Vorhängeschloss in der Adressleiste.
- Klicken Sie auf **Mehr Informationen** und dann auf **Zertifikat ansehen**
- Wählen Sie **Details** und klicken Sie auf **Export**
- Wählen Sie einen Pfadnamen für die Datei (z. B. website.pem)

Zertifikate von selbstsignierten Zertifizierungsstellen können auch abgerufen werden, indem Sie Folgendes ausführen:

```
echo quit | \
openssl s_client -showcerts -connect <host>:443 | \
sed -ne '/-BEGIN CERTIFICATE-/,/-END CERTIFICATE-/p' > other.crt
```

PEM-kodierte X.509-Zertifikatsdateien können mit einem einfachen Editor bearbeitet und verkettet (falls erforderlich) und dann auf das Gerät hochgeladen werden. Nach der Installation wird eine SSL-Client-Verbindung abgebrochen, wenn die Überprüfung mit einem dieser CA-Zertifikate fehlschlägt.

5.8.9. Lizenzierung

Bestimmte Funktionen der NetModule-Router erfordern eine gültige Lizenz im System, teilweise in Abhängigkeit von den installierten Modulen. Bitte setzen Sie sich mit uns in Verbindung, um eine gültige Lizenz für die verfügbaren Komponenten zu erhalten. Wir stellen Ihnen dann eine Lizenzdatei basierend auf Ihrer Seriennummer zur Verfügung, die Sie anschließend auf dem Router installieren können.

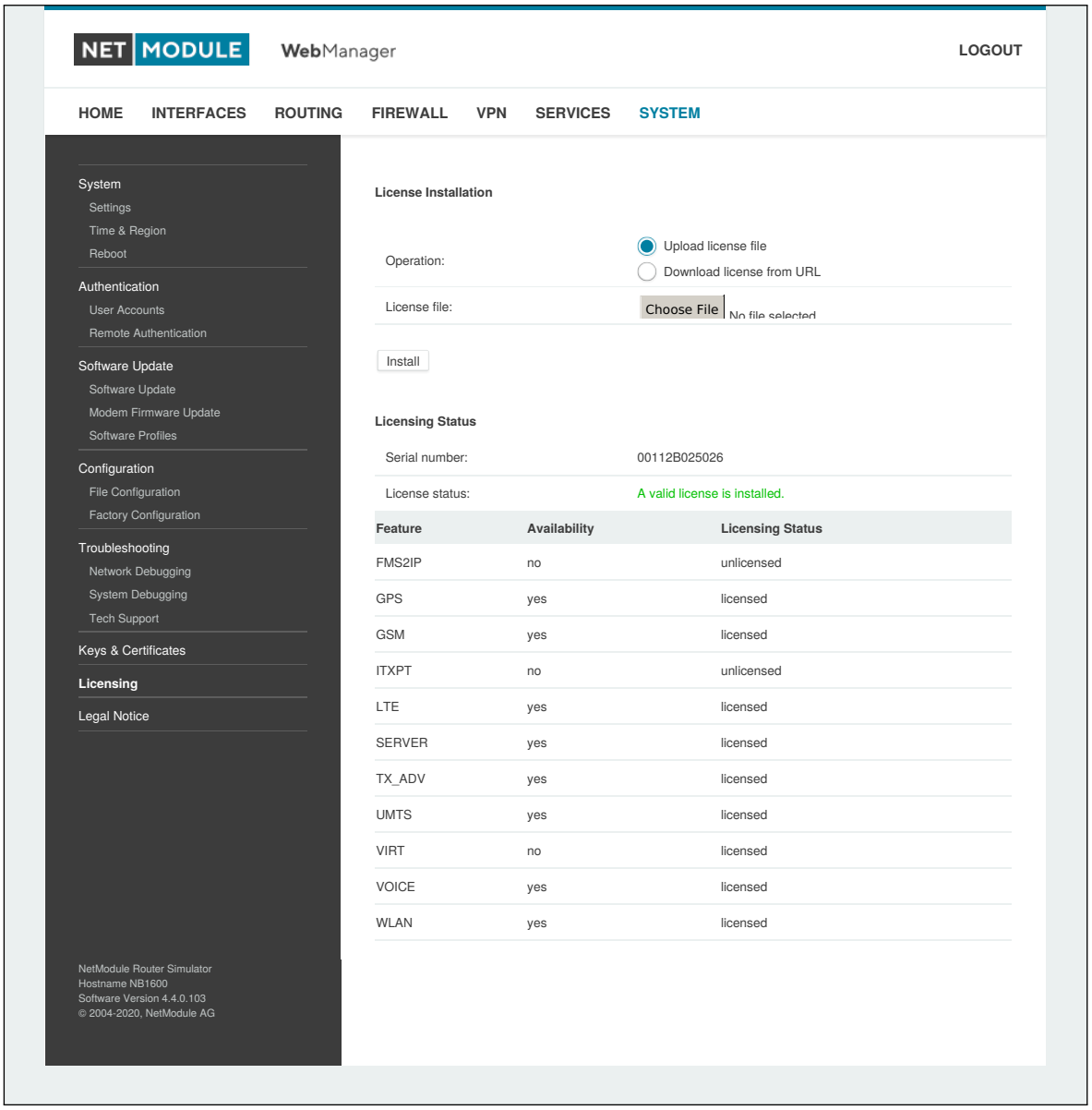


Abbildung 5.74.: Lizenzierung

5.8.10. Rechtlicher Hinweis

Open-Source-Software

Hiermit informieren wir Sie, dass NetModule-Produkte Open-Source-Software enthalten können. Wir stellen Ihnen diese Open-Source-Software zur Verfügung unter den Bedingungen der GNU General Public License (GPL), GNU Lesser General Public License (LGPL) oder anderen Open-Source-Lizenzen.

Diese Lizenzen erlauben das Ausführen, Kopieren, Verteilen, Untersuchen, Ändern und Verbessern von Software, die unter die GPL, Lesser GPL oder andere Open-Source-Lizenzen fällt, ohne dass wir oder unser Endbenutzer-Lizenzvertrag Einschränkungen in Bezug auf die Nutzung dieser Software vorsehen. Sofern nicht durch geltendes Recht vorgeschrieben oder schriftlich vereinbart, wird Software, die unter Open-Source-Lizenzen vertrieben wird, wie besehen, ohne ausdrückliche oder stillschweigende Gewährleistung und ohne Bedingungen gleich welcher Art, bereitgestellt.

Um den entsprechenden Open-Source-Code zu erhalten, der unter diese Lizenzen fällt, wenden Sie sich bitte an unseren technischen Support unter support@netmodule.com.

Danksagungen

Dieses Produkt enthält PHP, frei verfügbar unter http://www.php.net.
Dieses Produkt enthält Software des OpenSSL-Projekts zur Verwendung im OpenSSL-Toolkit (http://www.openss
Dieses Produkt enthält Kryptografiesoftware von Eric Young (eay@cryptsoft.com).
Dieses Produkt enthält Software von Tim Hudson (tjh@cryptsoft.com).
Dieses Produkt enthält Software von Jean-Loup Gailly und Mark Adler.
Dieses Produkt enthält die Software MD5 Message-Digest-Algorithmus von RSA Data Security, Inc.
Dieses Produkt enthält eine Implementierung des AES-Verschlüsselungsalgorithmus, basierend auf dem von Dr. Brian Gladman veröffentlichten Code.
Arithmetischer Code für Operationen mit mehrfacher Genauigkeit, ursprünglich von David Ireland geschrieben
Software aus dem FreeBSD-Projekt (www.freebsd.org)

5.9. ABMELDEN

In diesem Menü melden Sie sich beim Web Manager ab.

6. Kommandozeile (CLI)

Die Befehlszeile (Command Line Interface, CLI) ists eine allgemeingültige Steuerungsschnittstelle für den Router: Hier können Sie Konfigurationsparameter abrufen oder setzen, Updates anwenden, Dienste neu starten oder andere Systemaufgaben durchführen.

Sie wird automatisch im interaktiven Modus gestartet, wenn Sie sich als *admin* anmelden oder den Befehl `cli -i` eingeben. Es gilt jedoch die gleiche Syntax, wie wenn Sie sie von der System-Shell aus aufrufen. Eine Liste der verfügbaren Befehle erhalten Sie mit `cli -l`.

Die CLI unterstützt die TAB-Vervollständigung, d. h. das Erweitern eingegebener Wörter oder Wortfragmente durch Drücken der TAB-Taste zu einem beliebigen Zeitpunkt. Dies gilt für Befehle, aber auch für einige Argumente, und ist eine bequemere Möglichkeit, mit der Shell zu arbeiten.

Hinweis: Jede CLI-Sitzung führt nach einer bestimmten Zeit der Inaktivität (standardmäßig 10 Minuten) eine automatische Abmeldung aus. Dieses Verhalten kann ausgeschaltet werden mit dem Befehl `no-autologout`.

6.1. Arbeiten mit der Befehlszeile

Wenn Sie mit der Befehlszeile im interaktiven Modus betreiben, wird jeder eingegebene Befehl mit der `EINGABETASTE` abgeschlossen. Mit den Tasten `PFEIL-NACH-LINKS` und `PFEIL-NACH-RECHTS` können Sie die Schreibmarke zwischen den eingegebenen Zeichen bewegen. Mit den Tasten `PFEIL-NACH-OBEN` und `PFEIL-NACH-UNTEN` können Sie die Liste der bisher eingegebenen Befehle durchblättern. Wenn Sie `exit` gefolgt von der EINGABETASTE eingeben oder auf einer leeren Befehlszeile `STRG-c` oder `STRG-d` zweimal drücken, wird der Befehlszeilenmodus beendet. (Hinweis: Auf Schweizer Tastaturen ist die STRG-Taste mit CTRL beschriftet.)

Liste der unterstützten Tastenkombinationen:

Tastenkombination	Action
`STRG-a`	An den Anfang der Zeile bewegen
`STRG-e`	An das Ende der Zeile bewegen
`STRG-f`	Ein Zeichen nach rechts bewegen
`STRG-b`	Ein Zeichen nach links gehen
`ALT-f`	Nach rechts zum Ende des nächsten Wortes gehen
`ALT-b`	Nach links zum Anfang des aktuellen oder vorherigen Wortes gehen
`STRG-l`	Bildschirm löschen und nur die aktuelle Zeile am oberen Bildschirmrand anzeigen bei Angabe eines Arguments die aktuelle Zeile aktualisieren, ohne den Bildschirm zu löschen
`STRG-p`	Vorigen Befehl aus der Verlaufsliste anzeigen
`STRG-n`	Nächsten Befehl aus der Verlaufsliste anzeigen
`ALT-<`	Ersten Befehl der Verlaufsliste zeigen
`ALT->`	Letzten Befehl der Verlaufsliste zeigen
`STRG-r`	Rückwärts suchen, beginnend bei der aktuellen Zeile und aufwärts durch die Verlaufsliste

Tastenkombination	Action
STRG-s	Sitzung einfrieren
STRG-q	Eingefrorene Sitzung reaktivieren
STRG-d	Zeichen an der Schreibmarke löschen (oder CLI beenden, wenn die Schreibmarke am Anfang einer leeren Zeile steht)
STRG-t	Zeichen vor der Schreibmarke mitsamt der Schreibmarke eine Position nach links ziehen; wenn sich die Schreibmarke am Ende der Zeile befindet, werden die beiden Zeichen davor vertauscht
ALT-t	Zeichen vor der Schreibmarke mitsamt der Schreibmarke eine Position nach rechts ziehen; wenn sich die Schreibmarke am Ende der Zeile befindet, werden die beiden Wörter davor vertauscht.
STRG-k	Text von der Schreibmarke bis zum Ende der Zeile löschen
STRG-y	Anfang des gelöschten Textes an der Schreibmarke in den Puffer ziehen

Hinweis: Bei Argumenten, die Leerzeichen enthalten, müssen gegebenenfalls Anführungszeichen (") gesetzt werden.

6.2. Hilfe ausgeben

Der Befehl help zeigt die Liste der verfügbaren Befehle an, wenn er ohne Argumente aufgerufen wird; anderenfalls die Syntax des angegebenen Befehls.

```
> help
Syntax:
        help [<Befehl>]

Verfügbare Befehle

        get                 Konfigurationsparameter abrufen
        set                 Konfigurationsparameter setzen
        done                Abschluss der Konfigurationsarbeiten prüfen
        update              Systemressourcen aktualisieren
        cert                Schlüssel und Zertifikate verwalten
        status              Statusinformationen abrufen
        scan                Netzwerke scannen
        send                E-Mail oder SMS an mail, sms, techsupport, ussd
        restart             Dienste neu starten
        debug               System debuggen
        reset               System auf Werkseinstellungen zurücksetzen
        reboot              System neu starten
        shell               Shell-Befehl ausführen
        help                Hilfe für Befehl ausgeben
        no-autologout       Auto-Logout deaktivieren
        history             Befehlsverlauf anzeigen
        exit                Beenden
```

6.3. Konfigurationsparameter abrufen

Der Befehl `get` ruft Konfigurationswerte ab.

```
> get -h
Syntax:
        get [-hsvfc] <Parameter> [<Parameter>..]

Argumente:
        -s        quelldatenfähige Ausgaben erzeugen
        -v        Konfigurationsparameter validieren
        -f        Werksvoreinstellung statt aktuellem Wert laden
        -c        Konfigurationsabschnitte anzeigen
```

6.4. Konfigurationsparameter setzen

Der Befehl `set` stellt Konfigurationswerte ein.

```
> set -h
Syntax:
        set [-hv] <Parameter>=<Wert> [<Parameter>=<Wert>..]

Argumente:
        -v        Konfigurationsparameter validieren
```

6.5. Abschluss der Konfigurationsarbeiten prüfen

Der Befehl `done` überprüft, ob nach einer Konfigurationsänderung alle Änderungsskripte abgeschlossen wurden.

```
> done -h
Syntax:
        done [-h]
```

6.6. Statusinformationen abrufen

Der Befehl `status` zeigt verschiedene Statusinformationen des Systems an.

```
> status -h
Syntax:
        status [-hs] <Abschnitt>

Argumente:
        -s        quelldatenfähige Ausgaben erzeugen

Verfügbare Abschnitte:

        summary             Kurze Statuszusammenfassung
```

```
info                    System- und Konfigurationsinformationen
config                  Aktuelle Konfiguration
system                  Systeminformation
configuration           Konfigurationsinformationen
license                 Lizenzinformationen
wwan                    Status des WWAN-Moduls
wlan                    Status des WLAN-Moduls
gnss                    Status des GNSS- (GPS-) Moduls
eth                     Status der Ethernet-Schnittstelle
lan                     Status der LAN-Schnittstelle
wan                     Status der WAN-Schnittstelle
openvpn                 OpenVPN-Verbindungsstatus
ipsec                   IPsec-Verbindungsstatus
pptp                    PPTP-Verbindungsstatus
gre                     GRE-Verbindungsstatus
dialin                  Dial-In-Verbindungsstatus
mobileip                Status von MobileIP
dio                     Status des digitalen Ein-/Ausgangs
audio                   Status des Audiomoduls
can                     Status des CAN-Moduls
uart                    Status des UART-Moduls
ibis                    Status des IBIS-Moduls
reduncancy              Redundanzstatus
sms                     SMS-Status
firewall                Firewall-Status
qos                     QoS-Status
neigh                   Nachbarschaftsstatus
location                Aktueller Standort
```

6.7. Netzwerke scannen

Der Befehl `scan` sucht nach verfügbaren WWAN- und WLAN-Netzwerken.

```
> scan -h
Syntax:
        scan [-hs] <Schnittstelle>

Argumente:
        -s        quelldatenfähige Ausgaben erzeugen
```

6.8. E-Mail oder SMS senden

Der Befehl `send` sendet eine Nachricht per E-Mail/SMS an die angegebene Adresse/Telefonnummer.

```
> send -h
Syntax:
        send [-h] <Typ> <Ziel> <Text>

Argumente:
        <Typ>       Art der zu sendenden Nachricht (mail, sms, techsupport, ussd)
        <Ziel>      Ziel der Nachricht (Mail-Adresse, Rufnummer oder Index)
        <Text>      Zu sendende Nachricht
```

6.9. Systemressourcen aktualisieren

Der Befehl `update` aktualisiert verschiedenen Systemressourcen.

```
> update -h
Syntax:
        update [-hfrsn] <software|config|license|sshkeys> <URL>

Argumente:
        -r      Neustart nach Update
        -f      Update erzwingen
        -n      Fehlende Konfigurationswerte nicht auf Standard zurücksetzen
        -s      Update-Status anzeigen

Verfügbare Update-Ziele:

        software            Software-Update durchführen
        firmware            Modul-Firmware-Update durchführen
        config              Konfiguration aktualisieren
        license             Lizenzen aktualisieren
        sshkeys             Autorisierte SSH-Schlüssel installieren

Sie können auch "update software latest" ausführen, um die neueste Version von
unserem Server zu installieren.
```

6.10. Schlüssel und Zertifikate verwalten

Der Befehl `cert` verwaltet Schlüssel und Zertifikate.

```
> cert -h

Syntax:
        cert [-h] [-p Passhrase] <Aktion> <Zertifikat> [<url>]

Mögliche Aktionen:

        install             Zertifikat von der angegebenen URL installieren
        create              Zertifikat lokal erzeugen
        enroll              Zertifikat über SCEP registrieren
        erase               Installiertes Zertifikat löschen
        view                Installiertes Zertifikat anzeigen
```

6.11. Dienste neu starten

Der Befehl `restart` startet Systemdienste neu.

```
> restart -h
Syntax:
        restart [-h] <Dienst>

Verfügbare Dienste:
```

```
        configd             Konfigurations-Daemon
        dnsmasq             DNS-/DHCP-Server
        dropbear            SSH-server
        firewall            Firewall und NAPT
        gpsd                GPS-Daemon
        gre                 GRE-Verbindungen
        ipsec               IPsec-Verbindungen
        lighttpd            HTTP-Server
        link-manager        WAN-Verbindungen
        network             Netzwerk allgemein
        openvpn             OpenVPN-Verbindungen
        pptp                PPTP-Verbindungen
        qos                 QoS-Daemon
        smsd                SMS-Daemon
        snmpd               SNMP-Daemon
        surveyor            Supervisions-Daemon
        syslog              Syslog-Daemon
        telnet              Telnet-Server
        usbipd              USB-/IP-Daemon
        voiced              Voice-Daemon
        vrrpd               VRRP-Daemon
        wlan                WLAN-Schnittstellen
        wwan-manager        WWAN-Manager
```

6.12. System debuggen

Der Befehl `debug` zeigt Debug-/Protokollmeldungen an.

```
> debug -h
Syntax:
        debug [-h] <Ziel>

Verfügbare Debug-Ziele:

        configd
        event-manager
        home-agent
        +led-manager
        link-manager
        mobile-node
        qmid
        qosd
        scripts
        sdkhost
        ser2net
        smsd
        surveyor
        swupdate
        system
        voiced
        watchdog
        wwan-manager
        wwanmd
```

6.13. System auf Werkseinstellungen zurücksetzen

Der Befehl `reset` setzt den Router auf die Werkseinstellungen zurück.

```
> reset -h
Syntax:
        reset [-h]
```

6.14. System neu starten

Der Befehl `reboot` startet den Router neu.

```
> reboot -h
Syntax:
        reboot [-h]
```

6.15. Shell-Befehl ausführen

Der Befehl `shell` ruft eine System-Shell auf und kann eine beliebige Anwendung starten oder ein Skript anstoßen

```
> shell -h
Syntax:
        shell [-h] [<Befehl>]
```

6.16. Arbeiten mit der Verlaufsliste

Der Befehl `history` gibt die Liste der eingegebenen Befehle (pro Benutzer) aus.

```
> history -h
Syntax:
        history [-c]
```

Die Verlaufsliste kann gelöscht werden mit `history -c`.

6.17. CLI-PHP

Es ist in der Werkskonfiguration aktiviert, kann also für Einrichtungszwecke verwendet werden, wird aber deaktiviert, sobald das Administratorkonto eingerichtet ist.
Der Dienst kann später ein-/ausgeschaltet werden, indem Sie den Konfigurationsparameter `cliphp.status` angeben:

```
    cliphp.status=0         Dienst ist deaktiviert
    cliphp.status=1         Dienst ist aktiviert
```

Dieser Abschnitt beschreibt die CLI-PHP-Schnittstelle für Version 2. Sie akzeptiert POST- und GET-Anforderungen.

Achtung
Die folgenden Beispiele verwenden der besseren Verständlichkeit und Nachvollziehbarkeit halber GET und HTTP. Für den Produktiveinsatz sollten POST und HTTPS verwendet werden. Bitte beachten Sie, dass die Browser-Historie GET-Anfragen inklusive der versendeten Passwörter und anderer ggf. sensitiven Daten speichert, wenn Sie einen Web-Browser verwenden, um die Beispiele nachzuvollziehen oder das Interface zu testen.

Bei GET-Anfragen ist die allgemeine Verwendung wie folgt definiert:

```
Syntax:
  http(s)://cli.php?<Param1>=<Wert1>&<Param2>=<Wert2>..<ParamN>=<WertN>

      Verfügbare Parameter:

      output          Ausgabeformat (HTML, Text)
      usr             Benutzername für die Authentifizierung
      pwd             Passwort für die Authentifizierung
      command         Auszuführender Befehl
      arg0..arg31     An Befehle übergebene Argumente

Hinweise:
  Die Befehle entsprechen den CLI-Befehlen, wie sie von "cli -l" angezeigt werden
  ; die Argumente (arg0..arg31) werden direkt an die Befehlszeile übergeben.


  Eine URL, die die folgende Sequenz enthält:

   command=get&arg0=admin.password&arg1=admin.debug

  bewirkt, dass die CLI so aufgerufen wird:

   cli get "admin.password" "admin.debug"

  Leerzeichen werden unterstützt, doch sind alle Sonderzeichen der URL laut
  RFC1738 anzugeben (das übernehmen gängige Clients wie

  wget, lynx, curl).

Rückgabewerte:
  Die zurückgegebene Antwort enthält immer eine Statuszeile im Format:

  <Rückgabewert>: <Text>

  mit den Rückgabewerten OK bei Erfolg und ERROR bei Misserfolg. Anschließend
  folgen alle Ausgaben der aufgerufenen Befehle.
```

```
Beispiele:
  OK: status command successful
  ERROR: authentication failed
```

status - Statusinformationen abrufen

```
Syntax:
  command=status[&arg0=<Abschnitt>]

Hinweise:
  Die Liste der verfügbaren Abschnitte wird abgerufen mit
  "command=status&arg0=-h".
  Bitte beachten Sie, dass die Statuszusammenfassung auch ohne Authentifizierung
  angezeigt werden kann.

Beispiele:
  http://192.168.1.1/cli.php?version=2&output=html&usr=admin&pwd=admin01&command=
  status&arg0=-h

  http://192.168.1.1/cli.php?version=2&output=html&usr=admin&pwd=admin01&command=
  status&arg0=summary

  http://192.168.1.1/cli.php?version=2&output=html&command=status
```

get - Konfigurationsparameter abrufen

```
Syntax:
  command=get&arg0=<Konfig.-Schlüssel>[&arg1=<Konfig.-Schlüssel>..]

Beispiele:
  http://192.168.1.1/cli.php?version=2&output=html&usr=admin&pwd=admin01&command=
  get&arg0=config.version

  http://192.168.1.1/cli.php?version=2&output=html&usr=admin&pwd=admin01&command=
  get&arg0=openvpn.status&arg1=snmp.status&arg2=ipsec.status
```

set - Konfigurationsparameter setzen

```
Syntax:
  command=set&arg0=<Konfig.-Param.>&arg1=<Konfig.-Wert>[&arg2=<Konfig.-Param.>&
  arg3=<Konfig.-Wert>..]

Hinweise:
  Im Gegensatz zu den anderen Befehlen benötigt dieser Befehl wegen des
  reservierten "="-Zeichens eine Menge von Tupeln als Argumente, d. h.
  [arg0=key0, arg1=val0], [arg2=key1, arg3=val1], [arg4=key2, arg5=val2], usw.

Beispiele:
```

```
http://192.168.1.1/cli.php?version=2&output=html&usr=admin&pwd=admin01&command=
set&arg0=snmp.status&arg1=1

http://192.168.1.1/cli.php?version=2&output=html&usr=admin&pwd=admin01&command=
set&arg0=snmp.status&arg1=0&arg2=openvpn.status&arg3=1
```

restart - Dienste neu starten

```
Syntax:
  command=restart&arg0=<Dienst>

Hinweise:
  Die Liste der verfügbaren Dienste wird abgerufen mit "command=restart&arg0=-h"

Beispiele:
  http://192.168.1.1/cli.php?version=2&output=html&usr=admin&pwd=admin01&command=
  restart&arg0=-h

  http://192.168.1.1/cli.php?version=2&output=html&usr=admin&pwd=admin01&command=
  restart&arg0=link-manager
```

reboot - Systemneustart auslösen

```
Syntax:
  command=reboot

Beispiele:
  http://192.168.1.1/cli.php?version=2&output=html&usr=admin&pwd=admin01&command=
  reboot
```

reset - Zurücksetzen auf Werkseinstellungen

```
Syntax:
  command=reset

Beispiele:
  http://192.168.1.1/cli.php?version=2&output=html&usr=admin&pwd=admin01&command=
  reset
```

update - Systemressourcen aktualisieren

```
Syntax:
  command=update&arg0=<Ressource>&arg1=<URL>

Hinweise:
  Die Liste der verfügbaren Ressourcen wird abgerufen mit "command=update&arg0=-h
  "
```

Beispiele:
http://192.168.1.1/cli.php?version=2&output=html&usr=admin&pwd=admin01&command=update&arg0=software&arg1=tftp://192.168.1.254/latest

http://192.168.1.1/cli.php?version=2&output=html&usr=admin&pwd=admin01&command=update&arg0=config&arg1=tftp://192.168.1.254/user-config.zip

http://192.168.1.1/cli.php?version=2&output=html&usr=admin&pwd=admin01&command=update&arg0=license&arg1=http://192.168.1.254/xxx.lic

http://192.168.1.1/cli.php?version=2&output=html&usr=admin&pwd=admin01&command=update&arg0=firmware&arg1=wwan0&arg2=tftp://192.168.1.254/firmware

send - SMS senden

Syntax:
command=send&arg0=sms&arg1=<Zahl>&arg2=<Text>

Hinweise:
Die Rufnummer muss im internationalen Format angegeben werden, z. B. +123456789 einschließlich eines führenden Pluszeichens (das als %2B verschlüsselt werden kann). Der SMS-Daemon muss ordnungsgemäß konfiguriert sein, bevor Sie diese Funktion verwenden können.

Beispiele:

http://192.168.1.1/cli.php?version=2&output=html&usr=admin&pwd=admin01&command=send&arg0=sms&arg1=%2B123456789&arg2=test

send - E-Mail senden

Syntax:
command=send&arg0=mail&arg1=<Adresse>&arg2=<Text>

Hinweise:
Die Adresse muss eine gültige E-Mail-Adresse sein, z. B. abc@abc.com (das at-Zeichen kann als %40 kodiert werden). Der E-Mail-Client muss ordnungsgemäß konfiguriert sein, bevor Sie diese Funktion verwenden können.

Beispiele:

http://192.168.1.1/cli.php?version=2&output=html&usr=admin&pwd=admin01&command=send&arg0=mail&arg1=abc%40abc.com&arg2=test

send - An Technischen Support senden

Syntax:
command=send&arg0=techsupport&arg1=stdout
command=send&arg0=techsupport&arg1=<Addresse>&arg2=<Betreff>

Hinweise:
Die Adresse muss eine gültige E-Mail-Adresse sein, z. B. abc@abc.com (das at-Zeichen kann als %40 kodiert werden). Der E-Mail-Client muss ordnungsgemäß konfiguriert sein, bevor Sie diese Funktion verwenden können.
Im Falle von "stdout" als Ausgabe erhält die heruntergeladene Support-Datei den Namen "download".

Beispiele:

http://192.168.1.1/cli.php?version=2&output=mime&usr=admin&pwd=admin01&command=send&arg0=techsupport&arg1=stdout
http://192.168.1.1/cli.php?version=2&output=html&usr=admin&pwd=admin01&command=send&arg0=techsupport&arg1=abc%40abc.com&arg2=subject

send - USSD-Code senden

Syntax:
command=send&arg0=ussd&arg1=<Karte>&arg2=<Code>

Hinweise:
Das Argument <Karte> gibt den Kartenmodulindex an (z. B. 0 für wwan0). Der USSD-Code kann aus Ziffern, Pluszeichen, Sternchen (kann als \&2A codiert werden) und Bindestrichen (kann als \%23 codiert werden) bestehen.

Beispiele:

http://192.168.1.1/cli.php?version=2&output=html&usr=admin&pwd=admin01&command=send&arg0=ussd&arg1=0&arg2=%2A100%23

A. Anhang

A.1. Abkürzungen

Abkürzung	Beschreibung
ANY	Bezieht sich auf alle Optionen, die der aktuelle Abschnitt bietet
APN	Access Point Name (Name des Zugangspunkts)
ASU	Arbitrary Strength Unit (Maßeinheit für Empfangsfeldstärke)
CID	Cell ID (eine allgemeine eindeutige Nummer zur Identifizierung einer Base Transceiver Station, BTS)
CID	Zell-ID
CLI	Command Line Interface (Befehlszeilenschnittstelle zum Abfragen des Routers oder zum Ausführen von Systemaufgaben)
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol (dynamisches Host-Konfigurationsprotokoll)
DNS	Domain Name System (Domainnamensystem)
ETHx	Ethernet-Schnittstellen (einzelne oder geswitchte)
FQDN	Fully qualified domain name (vollständig qualifizierter Domainname)
GNSSx	Ein Modul des Global Navigation Satellite System
ICCID	Integrated Circuit Card Identifier (einmalige Identifikationsnummer der SIM-Karte)
IMEI	International Mobile Station Equipment Identity (Seriennummer, das jedes GSM- oder UMTS-Endgerät weltweit eindeutig identifiziert)
IMSI	International Mobile Subscriber Identity (interne Mobilfunk-Teilnehmerkennung)
INx	Ein digitaler E/A-Eingang (DIx)
LAC	Location Area Code (Aufenthaltsbereichskennzahl, Teil der LAI)
LAC	Location Area Code (Kennung einer Gruppe von Basisstationen, die zum Optimieren der Signalisierung gruppiert sind)
LAI	Location Area Identification (Kennzeichnung des Aufenthaltsbereich innerhalb eines Mobilfunknetzes)
LAI	Location Area Identity (weltweit eindeutige Nummer, die das Land, den Netzbetreiber und den Standortbereich identifiziert)
LANx	LAN-Schnittstellen, die in der Regel auf Ethernet-Schnittstellen basieren (einschließlich Bridges)
MCC	Mobile Country Code (Teil der LAI)
MEID	Mobile Equipment Identifier (eindeutige Seriennummer von UMTS-Endgeräten)
MNC	Mobile Network Code (Teil der LAI)

Abkürzung	Beschreibung
Mobilex	Ein WWAN-Modem
MOBILEIPx	Bezieht sich auf eine Mobile-IP-Tunnel-Schnittstelle
MSISDN	Mobile Subscriber Integrated Services Digital Network Number (weltweit eindeutige Rufnummer eines Mobilfunkteilnehmers)
MSS	Maximum Segment Size (maximale Segmentgröße)
MTU	Maximum Transmission Unit (maximale Größe der Übertragungseinheit)
NAPT	Network Address and Port Translation (Netzwerkadresse und Portübersetzung)
OUTx	Ein digitaler I/O-Ausgang (DOx)
PPTPx	Eine PPTP-Tunnel-Schnittstelle an
RSRP	Reference Signal Received Power (Referenzsignal Empfangsleistung)
RSRQ	Reference Signal Received Quality (Referenzsignal Empfangsqualität)
SDK	Script Development Kit (für die Anwendungsprogrammierung)
SERIALx	Eine serielle Schnittstelle
SIMx	Ein SIM-Steckplatz, wie auf der Frontplatte zu sehen
SIM	Subscriber Identity Module (Identitätsmodul, insbesondere für den Mobilfunk)
SMS	Short Message System (Kurzmitteilungsdienst)
SSID	Service Set Identifier (wird verwendet, um mehrere WLAN-Netzwerke auf einem Modul zu implementieren)
STP	Spanning Tree Protocol (Teil einer Switch-Infrastruktur)
TAPx	Eine OpenVPN-Tunnel-Schnittstelle (basierend auf TAP)
TUNx	Eine OpenVPN-Tunnel-Schnittstelle (basierend auf TUN)
USSD	Unstructured Supplementary Service Data (Steuerbefehle im GSM-Mobilfunknetz)
VPN	Virtual Private Network (virtuelles privates Netzwerk)
VRRP	Virtual Router Redundancy Protocol (Verfahren zur Steigerung der Verfügbarkeit wichtiger Gateways im LAN)
WAN	WAN-Verbindungen umfassen alle WAN-Schnittstellen, die derzeit im System aktiviert sind
WLANx	Eine Wireless-LAN-Schnittstelle, die als zusätzliche LAN-Schnittstelle dargestellt wird, wenn sie als Access Point konfiguriert ist
WWANx	Eine Wireless-Wide-Area-Network- (2G/3G/4G-) Verbindung

Abkürzung	Beschreibung

Tabelle A.1.: Abkürzungen

Interne Schnittstellen werden in der Regel klein geschrieben und können auch einer anderen Namensgebung folgen. Ihr Index beginnt bei 0. Die vom Benutzer gesehenen Schnittstellen werden in Großbuchstaben geschrieben, ihr Index beginnend bei 1.

A.2. System-Ereignisse

ID	Ereignis	Beschreibung
101	wan-up	WAN-Verbindung aufgebaut
102	wan-down	WAN-Verbindung unterbrochen
201	dio-in1-on	DIO IN1 eingeschaltet
202	dio-in1-off	DIO IN1 ausgeschaltet
203	dio-in2-on	DIO IN2 eingeschaltet
204	dio-in2-off	DIO IN2 ausgeschaltet
205	dio-out1-on	DIO OUT1 eingeschaltet
206	dio-out1-off	DIO OUT1 ausgeschaltet
207	dio-out2-on	DIO OUT2 eingeschaltet
208	dio-out2-off	DIO OUT2 ausgeschaltet
301	gps-up	GPS-Signal verfügbar
302	gps-down	GPS-Signal nicht verfügbar
401	openvpn-up	OpenVPN-Verbindung aufgebaut
402	openvpn-down	OpenVPN-Verbindung unterbrochen
403	ipsec-up	IPsec-Verbindung aufgebaut
404	ipsec-down	IPsec-Verbindung unterbrochen
406	pptp-up	PPTP-Verbindung aufgebaut
407	pptp-down	PPTP-Verbindung unterbrochen
408	dialin-up	Dial-In-Verbindung aufgebaut
409	dialin-down	Dial-In-Verbindung unterbrochen
410	mobileip-up	Mobile IP-Verbindung aufgebaut
411	mobileip-down	Mobile IP-Verbindung unterbrochen
412	gre-up	GRE-Verbindung aufgebaut
413	gre-down	GRE-Verbindung unterbrochen
501	system-login-failed	Anmeldung fehlgeschlagen

ID	Ereignis	Beschreibung
502	system-login-succeeded	Anmeldung erfolgtreich
503	system-logout	Benutzer abgemeldet
504	system-rebooting	Systemneustart eingeleitet
505	system-startup	System gestartet
506	test	Testereignis
507	sdk-startup	SDK gestartet
508	system-time-updated	Systemzeit aktualisiert
509	system-poweroff	Systemabschaltung ausgelöst
510	system-error	System befindet sich im Fehlerzustand
511	system-no-error	System hat Fehlerzustand verlassen
601	sms-sent	SMS gesendet
602	sms-notsent	SMS nicht gesendet
603	sms-received	SMS empfangen
604	sms-report-received	SMS-Bericht empfangen
701	call-incoming	Eingehender Sprachanruf
702	call-outgoing	Abgehender Sprachanruf wird aufgebaut
801	ddns-update-succeeded	Aktualisierung des Dynamic DNS erfolgreich
802	ddns-update-failed	Aktualisierung des Dynamic DNS fehlgeschlagen
901	usb-storage-added	USB-Speichergerät hinzugefügt
902	usb-storage-removed	USB-Speichergerät entfernt
903	usb-eth-added	USB-Ethernet-Gerät hinzugefügt
904	usb-eth-removed	USB-Ethernet-Gerät entfernt
905	usb-serial-added	Serielles USB-Gerät hinzugefügt
906	usb-serial-removed	Serielles USB-Gerät entfernt
1001	redundancy-master	Router ist jetzt der Master-Router
1002	redundancy-backup	Router ist jetzt der Backup-Router

Tabelle A.2.: Systemereignisse

A.3. Werkseinstellungen

Die Werkskonfiguration einschließlich der Standardwerte für jeden Konfigurationsparameter kann aus der Datei `/etc/config/factory-config.cfg` auf dem Router ausgelesen werden. Sie können auch `cli get -f <Parameter>` aufrufen, wenn Sie einen bestimmten Standardwert ermitteln möchten.

A.4. SNMP VENDOR MIB

Die NetModule SNMP VENDOR MIB kann hier bezogen werden,
https://share.netmodule.com/public/system-software/latest/NETMODULE-VENDOR-MIB.mib.

A.5. SDK-Beispiele

Ereignis	Beschreibung des Skripts
best-operator.are	Sucht beim Start nach Betreibernetzen und wählt dasjenige mit dem besten Signal aus
candump.are	Kann zum Empfang von CAN-Nachrichten verwendet werden
config-summary.are	Zeigt eine Zusammenfassung der aktuell laufenden Konfiguration an
dio.are	Legt einen digitalen Ausgangsport fest
dio-monitor.are	Überwacht die DIO-Ports und sendet eine SMS an die angegebene Rufnummer
dio-server.are	Implementiert einen TCP-Server zur Steuerung der DIO-Ports
dynamic-operator.are	Scannt Mobile2 und wählt die entsprechende SIM auf Mobile1 an
email-to-sms.are	Implementiert einen kompakten SMTP-Server, der E-Mails empfangen und als SMS an eine Telefonnummer weiterleiten kann.
etherwake.are	Kann einen ßchlafenden"Host aufwecken (WakeOnLan)
gps-broadcast.are	Sendet den lokalen GPS-NMEA-Stream an einen entfernten UDP-Server (inkl. Geräteidentität)
gps-monitor.are	Aktiviert WLAN, sobald die GPS-Position (lat,lon) innerhalb eines bestimmten Bereichs liegt
gps-udp-client.are	Sendet den lokalen GPS-NMEA-Stream an einen entfernten UDP-Server
gps-udp-client-compat.are	Sendet den lokalen GPS-NMEA-Stream an einen entfernten UDP-Server (inkl. seriell/Prüfsumme)
led.are	Schaltet eine LED ein
modbus-rtu-master.are	Kann Nachrichten von der seriellen Schnittstelle lesen
modbus-rtu-slave.are	Implementiert einen Modbus-Slave-Server
modbus-tcp-rtu-gateway.are	Implementiert ein Modbus-TCP-RTU-Gateway
mount-media.are	Meldet einen USB-Speicherstick an
opcua-browse.are	Sucht nach Knoten an einem entfernten OPC-UA-Server
opcua-json.are	Fragt beliebige Temperaturknoten eines OPC-UA-Servers ab und sendet sie JSON-kodiert an einen Remote-Server
opcua-read.are	Liest den Knotenwert an einem OPC-UA-Server aus
opcua-write.are	Schreibt einen neuen Wert in einen Knoten an einem OPC-UA Server
ping-supervision.are	Überwacht einen bestimmten Host.
read-config.are	Liest einen Konfigurationsparameter aus
remote-mail.are	Liest und sendet E-Mails von einem Remote-IMAP-/POP3-/SMTP-Server

Ereignis	Beschreibung des Skripts
scan-mobile.are	Wechselt die Mobile LAI entsprechend den verfügbaren Netzwerken
scan-wlan.are	Wechselt das WLAN-Client-Netzwerk je nach Verfügbarkeit
send-mail.are	Sendet eine E-Mail an die angegebene Adresse
send-sms.are	Sendet eine SMS an die angegebene Rufnummer
send-techsupport.are	Erzeugt eine Datei für den technischen Support und sendet sie an die angegebene E-Mail-Adresse
serial-read.are	Kann Nachrichten von der seriellen Schnittstelle lesen
serial-readwrite.are	Schreibt auf die serielle Schnittstelle und liest von ihr
serial-tcp-broadcast.are	Liest Mitteilungen, die von der seriellen Schnittstelle kommen, und leitet sie über TCP an Remote-Hosts weiter (und umgekehrt)
serial-tcsetattr.are	Legt Attribute der seriellen Schnittstelle fest oder liest sie aus
serial-udp-server.are	Liest Mitteilungen von der seriellen Schnittstelle und leitet sie per UDP an einen Remote-Host weiter (und umgekehrt)
serial-write.are	Schreibt eine Mitteilung auf die serielle Schnittstelle
set-ipsec-route.are	Legt die Route zum IPSEC-Server abhängig vom aktiven WWAN-/WLAN-Netzwerk fest
sms-confirm.are	Sendet eine Mitteilung und bestätigt deren Zustellung
sms-control.are	Führt per SMS empfangene Befehle aus
sms-delete-inbox.are	Leert den SMS-Posteingang
sms-read-inbox.are	Liest den SMS-Posteingang aus
sms-to-email.are	Leitet eingehende SMS an eine E-Mail-Adresse weiter
sms-to-serial.are	Schreibt eine eingegangene SMS auf die serielle Schnittstelle
snmp-agent.are	Erweitert die MIB-Einträge des SNMP-Agenten
snmp-cmd.are	Gibt SNMP set/get-Befehle aus
snmp-trap.are	Sendet SNMP-Traps
status.are	Zeigt den Inhalt aller Statusvariablen an
syslog.are	Trägt eine einfache Meldung in das Systemprotokoll ein
tcpclient.are	Sendet eine Mitteilung an einen TCP-Server.
tcpserver.are	Implementiert einen TCP-Server, der Mitteilungen empfangen kann.
techsupport.are	Überträgt eine Datei für den technischen Support an einen Remote-FTP-Server
transfer.are	Speichert die letzten GNSS-Positionen in einer Datei auf einem Remote-FTP-Server
transfer-file.are	Archiviert eine entfernte Datei
udpclient.are	Sendet eine Nachricht an einen Remote-UDP-Server

Ereignis	Beschreibung des Skripts
udp-msg-server.are	Setzt einen UDP-Server auf, der Mitteilungen empfängt und als SMS/E-Mail weiterleitet
udpserver.are	Implementiert einen UDP-Server der Mitteilungen empfängt
update-config.are	Nimmt ein Konfigurations-Update vor
voice-dispatcher-audio.are	Implementiert einen Audio-Voice-Dispatcher
webpage.are	Erzeugt eine Seite, die im Web Manager angezeigt werden kann
write-config.are	Setzt einen Konfigurationsparameter

Tabelle A.3.: SDK-Beispiele