



NetModule Router NB2810

Software-Benutzerhandbuch - Version 4.8.0.102



Handbuchversion 2.1570

NetModule AG, Switzerland

20. November 2023



NetModule Router NB2810

Dieses Handbuch behandelt den *NB2810* 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.

Copyright ©2023 NetModule AG, Switzerland Alle Rechte vorbehalten.

Dieses Dokument enthält urheberrechtlich geschützte Informationen von NetModule. Kein Teil des hier beschriebenen Werkes darf vervielfältigt werden. Reverse Engineering der Hard- oder Software ist verboten und patentrechtlich geschützt. Dieses Material oder Teile davon dürfen ohne vorherige schriftliche Genehmigung von NetModule in keiner Form oder mit keinen Mitteln kopiert, in Abfragesystemen gespeichert, übernommen oder in irgendeiner Form oder mit irgendwelchen Mitteln (elektronisch, mechanisch, fotografisch, grafisch, optisch oder anderweitig) übertragen oder in irgendeine Sprache oder Computersprache übersetzt werden.

Ein großer Teil des Quellcodes zu diesem Produkt ist unter freien und quelloffenen Lizenzen verfügbar. Das größte Teil davon unterliegt der GNU General Public License. Diese finden Sie unter www.gnu.org. Der Anteil der Open-Source-Software, der nicht der GPL unterliegt, ist normalerweise unter einer von vielen freizügigeren Lizenzen verfügbar. Detaillierte Lizenzinformationen für ein bestimmtes Softwarepaket sind auf Anfrage erhältlich.

Alle anderen erwähnten Produkte oder Firmennamen werden nur zu Identifikationszwecken verwendet und können Marken oder eingetragene Marken der jeweiligen Eigentümer sein. Die folgende Beschreibung der Software, Hardware oder Verfahren von NetModule oder eines Drittanbieters kann dem Produkt beiliegen und unterliegt den jeweiligen Software-, Hardware- oder sonstigen Lizenzvereinbarungen.

Kontakt

<https://support.netmodule.com>

NetModule AG	Tel +41 31 985 25 10
Maulbeerstrasse 10	Fax +41 31 985 25 11
3011 Bern	info@netmodule.com
Schweiz	https://www.netmodule.com



Inhaltsverzeichnis

1. Willkommen bei NetModule	10
2. Konformität	11
2.1. Sicherheitsanweisungen	11
2.2. Konformitätserklärung	13
2.3. Entsorgung	16
2.4. Nationale Einschränkungen	16
2.5. Open-Source-Software	16
3. Technische Daten	18
3.1. Erscheinungsbild	18
3.2. Funktionen	19
3.3. Umgebungsbedingungen	19
3.4. Schnittstellen	20
3.4.1. Übersicht	20
3.4.2. LED-Anzeigen	21
3.4.3. Reset	22
3.4.4. Mobile Kommunikation	23
3.4.5. WLAN	24
3.4.6. GNSS	25
3.4.7. USB 3.0-Host-Anschluss	26
3.4.8. M12-Ethernet-Steckverbinder	26
3.4.9. Netzteil	27
3.4.10. RS-232	28
3.4.11. 6-poliger Terminierungsblock	28
3.4.12. Erweiterungsanschluss	29
3.5. Datenspeicherung (Option Dx)	40
4. Installation	41
4.1. Installation von Micro-SIM-Karten(3FF)	41
4.2. Installation der Mobilfunk-Antennen	42
4.3. Installation der WLAN-Antennen	43
4.4. Installation der GNSS-Antenne	44
4.5. Installation des lokalen Netzwerks (LAN)	44
4.6. Installation des Netzteils und verzögertes Ausschalten	44
4.7. Installation der Audio-Schnittstelle	45
5. Konfiguration	46
5.1. Erste Schritte	46
5.1.1. Erster Zugang	46
5.1.2. Automatische Konfiguration einer Mobilfunkverbindung	48
5.1.3. Zurücksetzen	48
5.2. STARTSEITE	49
5.3. SCHNITTSTELLEN	52
5.3.1. WAN	52
5.3.2. Ethernet	59
5.3.3. Mobile Kommunikation	69
5.3.4. WLAN	76
5.3.5. Software-Bridges	85
5.3.6. USB	86
5.3.7. Serial	88
5.3.8. Audio	93



5.3.9.	GNSS	94
5.4.	ROUTING	98
5.4.1.	Statisches Routing	98
5.4.2.	Erweitertes Routing	100
5.4.3.	Multipath-Routing	102
5.4.4.	Multicast-Routing	103
5.4.5.	BGP	105
5.4.6.	OSPF	107
5.4.7.	Mobile IP	109
5.4.8.	Quality of Service	112
5.5.	FIREWALL	114
5.5.1.	Verwaltung	114
5.5.2.	Adress-/Portgruppen	114
5.5.3.	Regeln	115
5.5.4.	NAPT	117
5.6.	VPN	121
5.6.1.	OpenVPN	121
5.6.2.	IPsec	127
5.6.3.	PPTP	133
5.6.4.	GRE	136
5.6.5.	L2TP (Layer-2-Tunneling-Protokoll)	137
5.6.6.	Einwahl (Dial-In)	138
5.7.	DIENSTE	140
5.7.1.	SDK	140
5.7.2.	DHCP-Server	149
5.7.3.	DNS-Server	152
5.7.4.	NTP-Server	155
5.7.5.	Dynamic DNS	156
5.7.6.	E-Mail	158
5.7.7.	Ereignismanager	160
5.7.8.	SMS	161
5.7.9.	SSH-/Telnet-Server	164
5.7.10.	SNMP-Agent	167
5.7.11.	Let's Encrypt	173
5.7.12.	Webserver	174
5.7.13.	MQTT Broker	175
5.7.14.	Softflow	176
5.7.15.	Discovery (Erkennungsprotokolle)	177
5.7.16.	Redundanz (VRRP)	178
5.7.17.	ITxPT	180
5.7.18.	Voice-Gateway	188
5.7.19.	Access Controller WLAN-AP	194
5.8.	SYSTEM	202
5.8.1.	System	202
5.8.2.	Authentifizierung	208
5.8.3.	Software-Updates	211
5.8.4.	Updates für Modul-Firmware	212
5.8.5.	Software-Profile	213
5.8.6.	Konfiguration	214



5.8.7.	Fehlersuche und Fehlerbehebung	217
5.8.8.	Schlüssel und Zertifikate	220
5.8.9.	Lizenzierung	225
5.8.10.	Rechtlicher Hinweis	226
5.9.	ABMELDEN	227
6.	Kommandozeile (CLI)	228
6.1.	Arbeiten mit der Befehlszeile	228
6.2.	Hilfe ausgeben	229
6.3.	Konfigurationsparameter abrufen	230
6.4.	Konfigurationsparameter setzen	230
6.5.	Abschluss der Konfigurationsarbeiten prüfen	230
6.6.	Statusinformationen abrufen	230
6.7.	Netzwerke scannen	231
6.8.	E-Mail oder SMS senden	231
6.9.	Systemressourcen aktualisieren	232
6.10.	Schlüssel und Zertifikate verwalten	232
6.11.	Dienste neu starten	232
6.12.	System debuggen	233
6.13.	System auf Werkseinstellungen zurücksetzen	234
6.14.	System neu starten	234
6.15.	Shell-Befehl ausführen	234
6.16.	Arbeiten mit der Verlaufsliste	234
6.17.	CLI-PHP	234
A.	Anhang	240
A.1.	Abkürzungen	240
A.2.	System-Ereignisse	242
A.3.	Werkseinstellungen	244
A.4.	SNMP VENDOR MIB	245
A.5.	SDK-Beispiele	246



Abbildungsverzeichnis

5.1.	Erste Anmeldung	47
5.2.	Startbildschirm	49
5.3.	WAN-Verbindungen	52
5.4.	Verbindungsüberwachung	56
5.5.	WAN-Einstellungen	57
5.6.	Ethernet-Anschlüsse	59
5.7.	Einstellungen für die Ethernet-Verbindung	60
5.8.	Authentifizierung nach IEEE 802.1X	61
5.9.	VLAN-Verwaltung	63
5.10.	IP Einstellungen - Übersicht	64
5.11.	IP Einstellungen - LAN Schnittstelle	65
5.12.	IP Einstellungen - WAN Schnittstelle	66
5.13.	SIM-Karten	69
5.14.	eSIM-Profile	71
5.15.	eUICC-Profil hinzufügen	72
5.16.	WWAN-Schnittstellen	73
5.17.	WLAN-Verwaltung	76
5.18.	WLAN-Konfiguration	80
5.19.	WLAN-IP-Konfiguration	83
5.20.	USB-Verwaltung	86
5.21.	USB-Geräteverwaltung	87
5.22.	Verwaltung der seriellen Schnittstelle	89
5.23.	Einstellungen der seriellen Schnittstelle	90
5.24.	Statisches Routing	98
5.25.	Erweitertes Routing	100
5.26.	Multipath-Routing	102
5.27.	Mobile IP	111
5.28.	Firewall-Gruppen	114
5.29.	Firewall-Regeln	115
5.30.	Maskierung (Masquerading)	117
5.31.	NAPT-Regeln für eingehende Pakete	118
5.32.	Verwaltung von OpenVPN	121
5.33.	Konfiguration von OpenVPN	122
5.34.	OpenVPN-Client-Verwaltung	126
5.35.	IPSec-Verwaltung	128
5.36.	IPSec-Konfiguration	129
5.37.	PPTP-Verwaltung	133
5.38.	Konfiguration eines PPTP-Tunnels	134
5.39.	PPTP-Client-Verwaltung	135
5.40.	Einwahlserver-Einstellungen	138
5.41.	SDK-Verwaltung	144
5.42.	SDK-Jobs	145
5.43.	DHCP-Server	149
5.44.	DNS-Server	152
5.45.	NTP-Server	155
5.46.	Einstellungen für Dynamic DNS	156
5.47.	E-Mail-Einstellungen	158



5.48. SMS-Konfiguration	162
5.49. SSH- und Telnet-Server	164
5.50. SNMP-Agent	168
5.51. Webserver	174
5.52. VRRP-Konfiguration	178
5.53. ITxPT-Konfiguration	180
5.54. ITxPT FMS-to-IP	181
5.55. ITxPT GNSS	185
5.56. ITxPT Time	186
5.57. ITxPT VEHICLEtoIP	187
5.58. Verwaltung des Voice-Gateways	188
5.59. AC WLAN-AP Administration	195
5.60. AC WLAN-AP Configuration	197
5.61. AC WLAN-AP Profiles	200
5.62. System	202
5.63. Regionseinstellungen	205
5.64. Benutzerkonten	208
5.65. Remote-Authentifizierung	210
5.66. Manuelle Konfiguration per Datei	214
5.67. Automatische Konfiguration per Datei	215
5.68. Werkseinstellungen	216
5.69. Log-Viewer	218
5.70. Datei für den technischen Support	219
5.71. Schlüssel und Zertifikate	220
5.72. Konfiguration von Zertifikaten	222
5.73. Lizenzierung	225



Tabellenverzeichnis

3.1.	Umgebungsbedingungen	19
3.2.	NB2810-Schnittstellen	21
3.3.	NB2810-Statusanzeigen	22
3.4.	Ethernet-Statusanzeigen	22
3.5.	Spezifikation des mobilen Antennenanschlusses	23
3.6.	IEEE 802.11-Norm	24
3.7.	Spezifikation des WLAN-Antennenanschlusses	24
3.8.	GNSS-Spezifikationen, Option G	25
3.9.	GNSS-Spezifikationen (Option Gd)	25
3.10.	Spezifikation des GNSS-/GPS-Antennenanschlusses	26
3.11.	Spezifikation des USB-3.0-Host-Anschlusses	26
3.12.	Spezifikation des Ethernet-Anschlusses	26
3.13.	Pinbelegung der 8-poligen Ethernet-Stecker	27
3.14.	Spannungsversorgung	27
3.15.	Spezifikation des RS-232-Anschlusses	28
3.16.	Klemmenblockstecker	28
3.17.	Pinbelegung des Terminierungsblocks	28
3.18.	Pinbelegung des Erweiterungsanschlusses	29
3.19.	Spezifikation des Audio-Anschlusses	30
3.20.	Pinbelegung der Audioausgänge (EP1/EP2)	30
3.21.	Spezifikation des CAN-Anschlusses	31
3.22.	Pinbelegung der CAN-Anschlüsse (EP1/EP2)	31
3.23.	Spezifikation des 4xCAN-Anschlusses	32
3.24.	Pinbelegung der 4xCAN-Anschlüsse	32
3.25.	Spezifikation des IBIS-Anschlusses	33
3.26.	Pinbelegung der IBIS-Anschlüsse (EP1/EP2)	33
3.27.	Spezifikation des isolierten RS-232-Anschlusses	34
3.28.	Pinbelegung der RS-232-Portsignale (EP1/EP2)	34
3.29.	Spezifikation des RS-485-Anschlusses	35
3.30.	Pinbelegung der RS-485-Portsignale (EP1/EP2)	35
3.31.	Gemeinsame PTT-Spezifikation	36
3.32.	Spezifikation des Audio-Anschlusses	36
3.33.	Spezifikation des digitalen Eingangs	36
3.34.	Spezifikation des digitalen Ausgangs	37
3.35.	Pinbelegung des Audio-PTT-Steckers	37
3.36.	Gemeinsame Spezifikation für die digitalen Ein- und Ausgänge	38
3.37.	Spezifikation des nicht isolierten Digitalanschlusses	38
3.38.	Spezifikation des isolierten digitalen Ausgangs	38
3.39.	Pinbelegung der Variante mit zwei digitalen Ein-/Ausgängen	39
3.40.	Speicherspezifikationen	40
4.1.	Typen von Mobilfunk-Antennenanschlüssen	42
4.2.	Antennenbelegung mit 5G Modul	43
4.3.	Typen von WLAN-Antennenanschlüssen	43
5.26.	IEEE 802.11-WLAN-Normen	78
5.54.	Statische Routen-Flags	99
5.102.	SMS-Steuerbefehle	148



5.116.	Darstellungsweisen von SMS-Rufnummern	163
5.185.	Zertifikatsabschnitte	221
5.186.	Zertifikatsaktionen	221
A.1.	Abkürzungen	242
A.2.	Systemereignisse	243
A.3.	SDK-Beispiele	248



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

Bitte beachten Sie sorgfältig alle Sicherheitshinweise im Handbuch 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 $1\,500\text{ V}_{\text{peak}}$ 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 Enhanced RF Configuration und 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.
- Ein Netzteil der Leistungsklasse 3 (PS3) (mit 100 W oder mehr) darf nur unter der Bedingung verwendet werden, dass eine Kabelzugentlastung am Stromkabel zum Router angebracht ist. Eine solche Kabelzugentlastung stellt sicher, dass die Leiter am Schraubanschluss des Routers nicht unterbrochen werden (z. B. wenn sich der Router im Störfall im Kabel verwickeln würde). Die Kabelzugentlastung muss einer Zugkraft von 30 N (bei einem Routergewicht von bis zu 1 kg) standhalten, die auf das Kabel des Routers ausgeübt wird.

**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>

Die Betriebsfrequenzbänder und die damit verbundene maximale übertragene Funkfrequenzleistung sind nachstehend gemäß der RED-Richtlinie 2014/53/EU, Artikel 10 (8a, 8b) aufgeführt.

Maximale WLAN-Sendeleistung

IEE 802.11b/g/n

Frequenzbereich: 2412-2472 MHz (13 Kanäle)

Maximale Sendeleistung: 14,93 dBm EIRP im Durchschnitt (am Antennenanschluss)

IEE 802.11a/n/ac

Frequenzbereich: 5180-5350 MHz / 5470-5700 MHz (19 Kanäle)

Maximale Sendeleistung: 22,91 dBm EIRP durchschnittlich (am Antennenanschluss)



Maximale Mobilfunk Sendeleistung

GSM-Band 900

Frequenzbereich: 880-915, 925-960 MHz

Maximale Sendeleistung: 33,5 dBm

GSM-Band 1800

Frequenzbereich: 1710-1785, 1805-1880 MHz

Maximale Sendeleistung: 30,5 dBm

WCDMA-Band I

Frequenzbereich: 1920-1980, 2110-2170 MHz

Maximale Sendeleistung: 25,7 dBm

WCDMA-Band III

Frequenzbereich: 1710-1785, 1805-1880 MHz

Maximale Sendeleistung: 25,7 dBm

WCDMA-Band VIII

Frequenzbereich: 880-915, 925-960 MHz

Maximale Sendeleistung: 25,7 dBm

LTE FDD Band 1

Frequenzbereich: 1920-1980, 2110-2170 MHz

Maximale Sendeleistung: 25 dBm

LTE FDD-Band 3

Frequenzbereich: 1710-1785, 1805-1880 MHz

Maximale Sendeleistung: 25 dBm

LTE FDD Band 7

Frequenzbereich: 2500-2570, 2620-2690 MHz

Maximale Sendeleistung: 25 dBm

LTE FDD-Band 8

Frequenzbereich: 880-915, 925-960 MHz

Maximale Sendeleistung: 25 dBm

LTE FDD-Band 20

Frequenzbereich: 832-862, 791-821 MHz

Maximale Sendeleistung: 25 dBm

LTE FDD-Band 28

Frequenzbereich: 703-748, 758-803 MHz

Maximale Sendeleistung: 25 dBm



LTE FDD Band 38

Frequenzbereich: 2570-2620 MHz

Maximale Sendeleistung: 25 dBm

LTE FDD-Band 40

Frequenzbereich: 2300-2400 MHz

Maximale Sendeleistung: 25 dBm

5G NR Band 1

Frequenzbereich: 1920-1980, 2110-2170 MHz

Maximale Sendeleistung: 25 dBm

5G NR Band 3

Frequenzbereich: 1710-1785, 1805-1880 MHz

Maximale Sendeleistung: 25 dBm

5G NR Band 7

Frequenzbereich: 2500-2570, 2620-2690 MHz

Maximale Sendeleistung: 25 dBm

5G NR Band 8

Frequenzbereich: 880-915, 925-960 MHz

Maximale Sendeleistung: 25 dBm

5G NR Band 20

Frequenzbereich: 832-862, 791-821 MHz

Maximale Sendeleistung: 25 dBm

5G NR Band 28

Frequenzbereich: 703-748, 758-803 MHz

Maximale Sendeleistung: 25 dBm

5G NR Band 38

Frequenzbereich: 2570-2620 MHz

Maximale Sendeleistung: 25 dBm

5G NR Band 40

Frequenzbereich: 2300-2400 MHz

Maximale Sendeleistung: 25 dBm

5G NR Band 77

Frequenzbereich: 3300-4200 MHz

Maximale Sendeleistung: 25 dBm

5G NR Band 78

Frequenzbereich: 3300-3800 MHz

Maximale Sendeleistung: 25 dBm

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 Anforderungen 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-Lizenzen³. 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.

¹Den Wortlaut der GPL finden Sie unter <http://www.gnu.org/licenses/gpl-2.0.txt>

²Den Wortlaut der LGPL finden Sie unter <http://www.gnu.org/licenses/lgpl.txt>

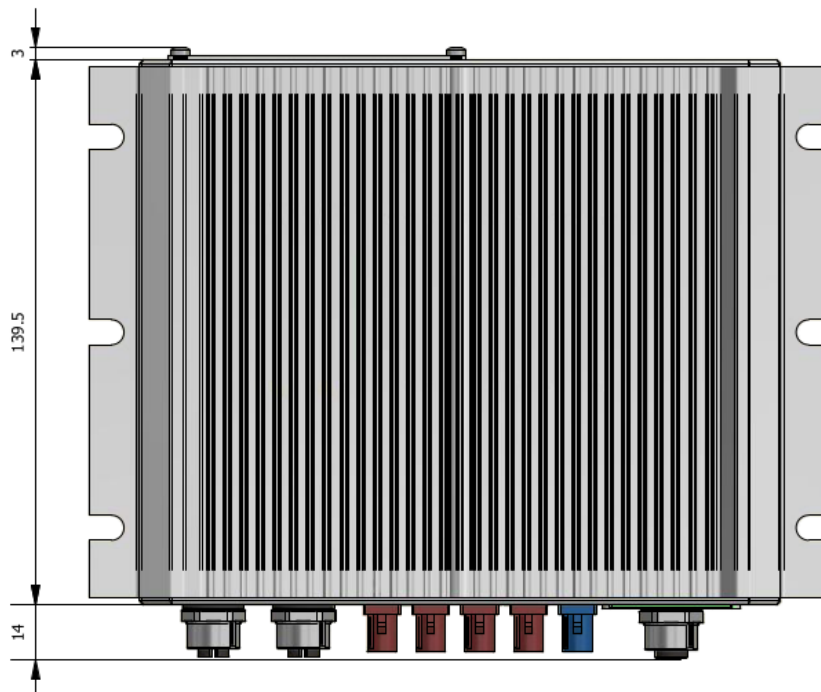
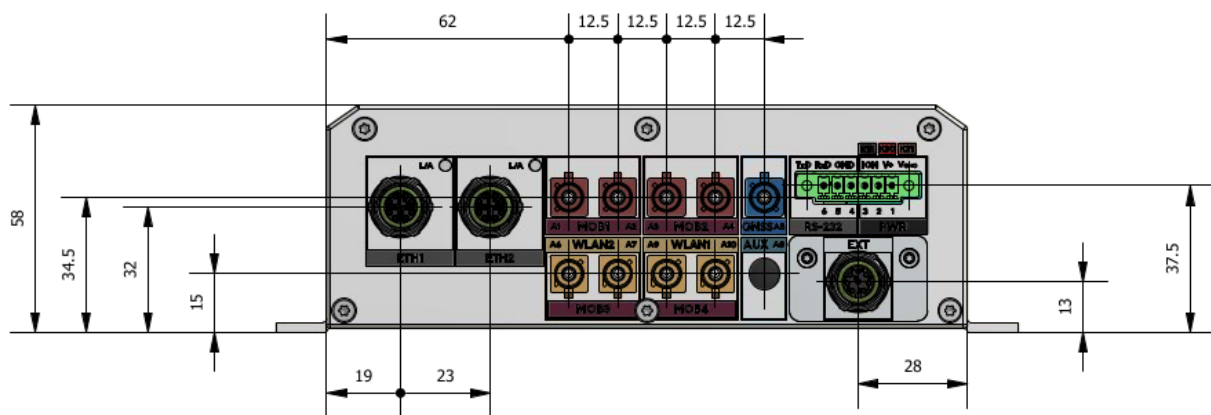
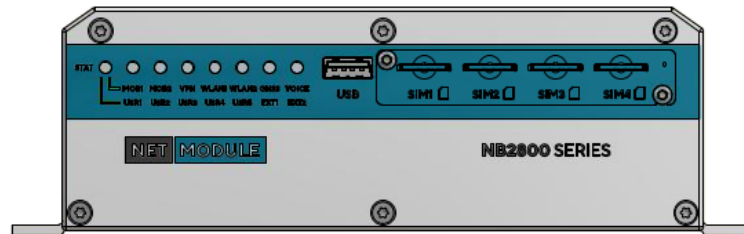
³Den Wortlaut der OSI-Lizenzen (ISC, MIT, PHP v3.0, zlib) finden Sie unter <http://opensource.org/licenses>



- 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>)

3. Technische Daten

3.1. Erscheinungsbild



3.2. Funktionen

Alle NB2810-Modelle haben die folgenden Standardfunktionen:

- Spannungsversorgung mit Ignition Sense
- 2x Ethernet-Anschluss (10/100/1000 Mbit/s)
- 1x serielle Schnittstelle (RS-232)
- 1x USB 3.0-Host-Anschluss
- 4x Micro-SIM-Kartensteckplätze (3FF)
- 1 Erweiterungsanschluss

Der NB2810 kann mit den folgenden Optionen ausgestattet werden:

- 5G, LTE, UMTS, GSM
- WLAN IEEE 802.11
- GPS/GNSS
- RS-232
- RS-485
- IBIS
- CAN
- Audio
- Audio-PTT
- Digital I/O
- 1 TB interner Speicher
- Softwaretasten

Dank seines modularen Konzepts können der NB2810-Router und seine Hardwarekomponenten je beabsichtigtem Einsatzzweck konfiguriert werden. Bitte kontaktieren Sie uns, wenn Ihr Projekt spezielle Anforderungen mit sich bringt.

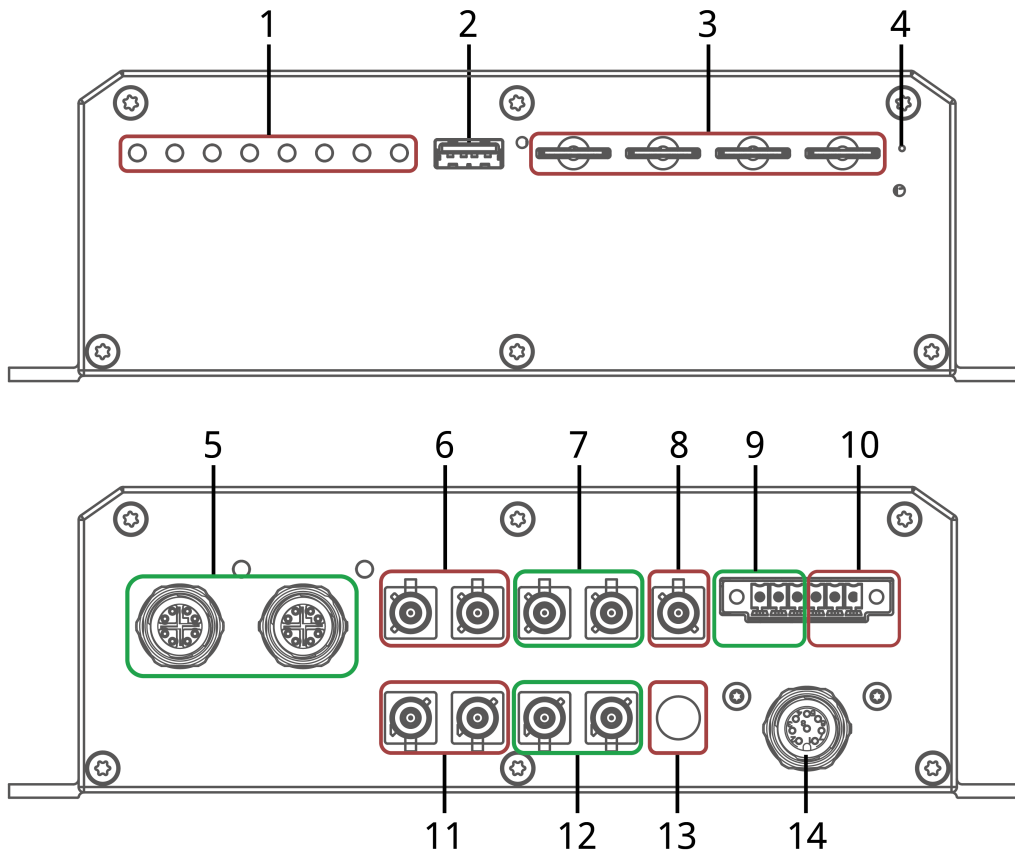
3.3. Umgebungsbedingungen

Parameter	Rating
Eingangsspannung	12 V _{DC} bis 48 V _{DC} (±25 %)
Betriebstemperatur	–25 °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	Bedienfl.	Funktion
1	LED-Anzeigen	Vorn	LED-Anzeigen für die verschiedenen Schnittstellen
2	USB	Vorn	USB-2.0-Host-Anschluss, z. B. für Software-/Konfigurations-Updates.
3	SIM 1-4	Vorn	SIM 1-4(3FF), können per Konfiguration dynamisch einem beliebigen Modem zugeordnet werden.
4	Reset	Vorn	Schaltfläche für Neustart und Reset auf Werkseinstellungen
5	ETH 1-2	Hinten	Gigabit-Ethernet-Anschlüsse, verwendbar als LAN- oder WAN-Schnittstelle.
6	MOB 1	Hinten	2x FAKRA-D-Codierbuchsen für MIMO-Mobilfunk-Antenne
7	MOB 2	Hinten	2x FAKRA-D-Codierbuchsen für MIMO-Mobilfunk-Antenne
8	GNSS	Hinten	FAKRA-C-Codierbuchse für GNSS-Antenne
9	RS-232	Hinten	Nicht isolierte serielle RS-232-Schnittstelle (Pin 4 bis 6), die für die Konsolenverwaltung, serielle Geräteserver oder andere seriell basierte Kommunikationsanwendungen verwendet werden kann.

Nr.	Beschreibung	Bedienfe	Funktion
10	PWR	Hinten	Netzteil 12-48 V _{DC} (Pin 1 und 2) und Zündung (Pin 3)
11	MOB 3/WLAN 2	Hinten	2x FAKRA-I/D-Codierbuchsen für MIMO-WLAN 2 oder MIMO-Mobilfunk-Antenne
12	MOB 4/WLAN 1	Hinten	2x FAKRA-I/D-Codierbuchsen für MIMO-WLAN- oder MIMO-Mobilfunk-Antenne
13	A8	Hinten	Hilfsanschluss
14	EXT	Hinten	Erweiterung für Audio/CAN/IBIS/RS-232/RS-485/Audio-PTT.

Tabelle 3.2.: NB2810-Schnittstellen

3.4.2. LED-Anzeigen

Die folgende Tabelle beschreibt die Statusanzeigen des NB2810.

Bez.	Farbe	Status	Funktion
STAT		Blinkt	Das Gerät befindet sich in der Startsequenz oder im Software- oder Konfigurationsupdate.
		ein	Das Gerät ist bereit. Es gelten die Beschriftungen der oberen Bank.
		ein	Das Gerät ist bereit. Es gelten die Beschriftungen der unteren Bank.
MOB1	 ^[1]	ein	Mobile Verbindung 1 ist aufgebaut.
		Blinkt	Mobile Verbindung 1 wird hergestellt.
		aus	Mobile Verbindung 1 ist unterbrochen.
MOB2	 ^[1]	ein	Mobile Verbindung 2 ist aufgebaut.
		Blinkt	Mobile Verbindung 2 wird hergestellt.
		aus	Mobile Verbindung 2 ist unterbrochen.
VPN		ein	VPN-Verbindung ist aufgebaut.
		aus	VPN-Verbindung ist unterbrochen.
WLAN1	 ^[1]	ein	WLAN-Verbindung 1 ist aufgebaut.
		Blinkt	WLAN-Verbindung 1 wird hergestellt.
		aus	WLAN-Verbindung 1 ist unterbrochen.
WLAN2	 ^[1]	ein	WLAN-Verbindung 2 ist aufgebaut.
		Blinkt	WLAN-Verbindung 2 wird hergestellt.
		aus	WLAN-Verbindung 2 ist unterbrochen.

Bez.	Farbe	Status	Funktion
GNSS	●	ein	GNSS ist eingeschaltet und ein gültiger NMEA-Stream ist verfügbar.
	●	Blinkt	GNSS sucht nach Satelliten.
	○	aus	GNSS ist ausgeschaltet oder kein gültiger NMEA-Stream ist verfügbar.
VOICE	●	ein	Ein Sprachanruf ist aktiv.
	○	aus	Kein Sprachanruf ist aktiv.
USR1-5	●	ein	Benutzerdefiniert.
	○	aus	Benutzerdefiniert.
EXT1	●	ein	Erweiterungsanschluss 1 ist eingeschaltet.
	○	aus	Erweiterungsanschluss 1 ist ausgeschaltet.
EXT2	●	ein	Erweiterungsanschluss 2 ist eingeschaltet.
	○	aus	Erweiterungsanschluss 2 ist ausgeschaltet.

[1] Die Farbe der LED zeigt die Signalqualität für drahtlose Verbindungen an.

- Rot bedeutet niedrig
- Gelb bedeutet mäßig
- Grün bedeutet gut oder ausgezeichnet

Tabelle 3.3.: NB2810-Statusanzeigen

Ethernet-LEDs

Die folgende Tabelle beschreibt die Ethernet-Statusanzeigen.

Bez.	Farbe	Status	Funktion
L/A (Link/Aktivität)	●	ein	Verbindung ein (10 Mbit/s, 100 Mbit/s oder 1000 Mbit/s)
	●	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 Varianten des NB2810 unterstützen bis zu 4 WWAN-Modulen für die mobile Kommunikation. Die LTE-Module unterstützen 2x2 MIMO. Die Variante mit 5G max. 2 WWAN Module 5G mit 4x4 MIMO.

[Hier finden sie eine Übersicht der verschiedenen Modems und den einzelnen Bändern](#)

Die Mobilfunk-Antennenanschlüsse sind wie folgt spezifiziert:

Funktion	Spezifikation
Max. zulässige Kabellänge	30 m
Min. Anzahl Antennen 4G-LTE	2
Min. Anzahl Antennen 5G	4
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	20 cm
Min. Abstand zwischen Personen und Antenne	40 cm
Verbindertyp	Option Jf: FAKRA (Standard) Option Js: SMA

Tabelle 3.5.: Spezifikation des mobilen Antennenanschlusses

3.4.5. WLAN

Die Varianten des NB2810 unterstützen bis zu 2 WLAN-Module nach 802.11 a/b/g/n/ac.

Standard	Frequenzen	Bandbreite	Datenrate
802.11a	5 GHz	20 MHz	54 Mbit/s
802.11b	2,4 GHz GHz	20 MHz	11 Mbit/s
802.11g	2,4 GHz GHz	20 MHz	54 Mbit/s
802.11n	2,4/5 GHz GHz	20/40 MHz	300 Mbit/s
802.11ac	5 GHz	20/40/80 MHz	866,7 Mbit/s

Tabelle 3.6.: IEEE 802.11-Norm

Hinweis: 802.11n und 802.11ac unterstützen 2x2 MIMO.

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	Option Jf: FAKRA (Standard) Option Js: SMA

Tabelle 3.7.: 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.

3.4.6. GNSS

GNSS (Option G)

Das GNSS wird von einem WWAN-Modul aus verwendet.

Funktion	Spezifikation
Systeme	GPS/GLONASS (GALILEO/BEIDOU je nach Modul)
Datenstrom	JSON oder NMEA
Tracking-Empfindlichkeit	Bis zu -165 dBm
Unterstützte Antennen	Aktiv und passiv

Tabelle 3.8.: GNSS-Spezifikationen, Option G

GNSS (Option Gd)

Das GNSS-Modul unterstützt Dead Reckoning mit eingebautem 3-D-Beschleunigungsmesser und 3-D-Gyroskop.

Funktion	Spezifikation
Systeme	Vorbereitet für GPS/GLONASS/BEIDOU/GALILEO
Datenstrom	NMEA oder UBX
Kanäle	72
Tracking-Empfindlichkeit	Bis zu -160 dBm
Accuracy	Bis 2,5 m Streukreisradius
Dead-Reckoning-Modi	UDR: Untethered Dead Reckoning ADR: Automotive Dead Reckoning
Unterstützte Antennen	Aktiv und passiv

Tabelle 3.9.: GNSS-Spezifikationen (Option Gd)

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	Option Jf: FAKRA (Standard) Option Js: SMA

Funktion	Spezifikation
----------	---------------

Tabelle 3.10.: Spezifikation des GNSS-/GPS-Antennenanschlusses

3.4.7. USB 3.0-Host-Anschluss

Der USB-3.0-Host-Anschluss ist wie folgt spezifiziert:

Funktion	Spezifikation
Geschwindigkeit	Low-, Full-, Hi-, Super-Speed
Stromstärke	max. 950 mA
Max. Kabellänge	3 m
Kabelabschirmung	Obligatorisch
Verbindertyp	Typ A

Tabelle 3.11.: Spezifikation des USB-3.0-Host-Anschlusses

3.4.8. M12-Ethernet-Steckverbinder

Spezifikation

Die Ethernet-Anschlüsse sind wie folgt spezifiziert:

Funktion	Spezifikation
Galvanische Trennung vom Gehäuse	1500 V _{DC}
Geschwindigkeit	10/100/1000 Mbit/s
Mode	Halb- und Vollduplex
Crossover	Automatisch MDI/MDI-X
Max. Kabellänge	100 m
Kabeltyp	CAT 5e oder höher
Kabelabschirmung	Obligatorisch
Verbindertyp	M12, x-codiert

Tabelle 3.12.: Spezifikation des Ethernet-Anschlusses

Pinbelegung

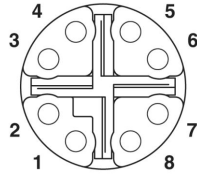
Pin	Signal	Pins
1	M1+/DA+	
2	M1-/DA-	
3	M0+/DB+	
4	M0-/DB-	
5	M2+/DD+	
6	M2-/DD-	
7	M3-/DC-	
8	M3+/DC+	

Tabelle 3.13.: Pinbelegung der 8-poligen Ethernet-Stecker

3.4.9. Netzteil

NB2810 Router besitzen einen nicht isolierten Netzteileingang. Der Anschluss für die Spannungsversorgung ist wie folgt spezifiziert:

Funktion	Spezifikation
Netzteil, Nennspannungen:	12 V _{DC} , 24 V _{DC} , 36 V _{DC} und 48 V _{DC}
Spannungsbereich	12 V _{DC} bis 48 V _{DC} ($\pm 25\%$)
Max. Leistungsaufnahme	20 W
Leistungsaufnahme im Aus-Zustand (V+)	12 V: max. 0,23 mA / 2,8 mW
	24 V: max. 0,34 mA / 8,1 mW
	36 V: max. 0,44 mA / 15,6 mW
	48 V: max. 0,56 mA / 27,1 mW
Max. Kabellänge	30 m
Kabelabschirmung	nicht erforderlich

Tabelle 3.14.: Spannungsversorgung

Steckertyp und Anschlussbelegung siehe Kapitel [3.4.11](#).

3.4.10. RS-232

Der RS-232-Anschluss ist wie folgt spezifiziert (Fettdruck zeigt Standardkonfiguration an):

Funktion	Spezifikation
Protokoll	3-Draht-RS-232: GND, TXD, RXD
Baudrate	300, 1 200, 2 400, 4 800, 9 600, 19 200, 38 400, 57 600, 115 200
Datenbits	7 bit, 8 bit
Parität	keine , ungerade, gerade
Stopbits	1 , 2
Software-Datenflusssteuerung	keine , XON/XOFF
Hardware-Datenflusssteuerung	keine
Galvanische Trennung vom Gehäuse	keine
Max. Kabellänge	10 m
Kabelabschirmung	nicht erforderlich

Tabelle 3.15.: Spezifikation des RS-232-Anschlusses

Steckertyp und Anschlussbelegung siehe Kapitel [3.4.11](#).

3.4.11. 6-poliger Terminierungsblock

Das Netzteil und die serielle Schnittstelle teilen sich den 6-poligen Terminierungsblock.

Funktion	Spezifikation
Verbindertyp	6-poliger Terminierungsblock 3,5 mm (Schraubverriegelung)

Tabelle 3.16.: Klemmenblockstecker

Pinbelegung

	Pin	Name	Beschreibung
PWR	1	V _{GND}	Spannungsversorgung Masse
	2	V ₊	Spannungsversorgung (12 V _{DC} bis 48 V _{DC})
	3	IGN	Spannung Zündeingang (12 V _{DC} bis 48 V _{DC})
RS232	4	GND	RS-232 Masse (nicht isoliert)
	5	RxD	RS-232 RxD (nicht isoliert)
	6	TxD	RS-232 TxD (nicht isoliert)

Tabelle 3.17.: Pinbelegung des Terminierungsblocks

3.4.12. Erweiterungsanschluss

Verfügbare Optionen

Der NB2810 besitzt eine M12-A-kodierte Erweiterungsbuchse mit 8 Pins. Die 8 Pins teilen sich auf zwei logische Anschlüsse auf: Pin 1 bis 4 für Erweiterungsanschluss 1 (EP1), Pin 5 bis 8 für Erweiterungsanschluss 2 (EP2). Am EP1 und am EP2 können die folgenden Schnittstellen vorhanden sein:

- Audio (Option A)
- CAN (Option C)
- IBIS (Option I)
- Isolierter RS-485 (Option Sa)
- Isolierter RS-232 (Option Sb)
- Audio PTT (Option Ap)
- Isolierter digitaler Ein-/Ausgang (Option D)



Vorsicht: Wenn für EP1 und EP2 zwei verschiedene Schnittstellen verwendet werden, ist die geringere Isolierung der beiden obligatorisch. Der Stecker selbst besitzt eine Pin-zu-Pin-Isolierung von 800 VDC.

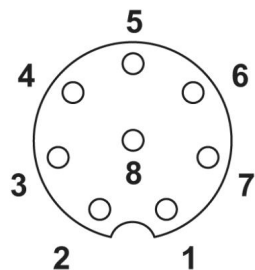
Pin	Signal	Pins
1	EP1 - Pin 1	
2	EP1 - Pin 2	
3	EP1 - Pin 3	
4	EP1 - Pin 4	
5	EP2 - Pin 1	
6	EP2 - Pin 2	
7	EP2 - Pin 3	
8	EP2 - Pin 4	

Tabelle 3.18.: Pinbelegung des Erweiterungsanschlusses

Spezifikation des Audio-Anschlusses (Option A)

Der Audio-Anschluss ist wie folgt spezifiziert:

Funktion	Spezifikation
Protokoll	Audio Line In/Line Out
Eingangsreferenzpegel 0 dBFS	Signalpegel 1,9 V _{pp}
Eingangsimpedanz	21 kΩ
Eingangsbandbreite	100 Hz- 15 kHz
Galvanische Trennung Eingang zu Gehäuse	funktionell (max. 100 V _{DC})
Ausgangsspannung @ 0 dBFS	600 Ω, Signalpegel 3.7 V _{pp}
Ausgangsbandbreite	300 Hz- 4 kHz
Galvanische Trennung Ausgang zu Gehäuse	funktionell (max. 100 V _{DC})
Max. Kabellänge	30 m
Kabelabschirmung	Obligatorisch

Tabelle 3.19.: Spezifikation des Audio-Anschlusses

EP-Pins	Signal
1/5	Eingangskanal +
2/6	Eingangskanal –
3/7	Ausgangskanal –
4/8	Eingangskanal +

Tabelle 3.20.: Pinbelegung der Audioausgänge (EP1/EP2)

Hinweis: Bei Stereobetrieb liegt der linke Kanal auf EP1.

Spezifikation des CAN-Anschlusses (Option C)

Der CAN-Anschluss ist wie folgt spezifiziert:

Funktion	Spezifikation
Protokoll	CAN V2.0B
Geschwindigkeit	Bis zu 1 Mbit/s Standard: 125 kbit/s
Galvanische Trennung vom Gehäuse	1500 V _{DC}
Interne Bus-Terminierung	keine
Externe Bus-Terminierung	120 Ω
Max. Kabellänge	100 m
Kabelabschirmung	Obligatorisch
Kabeltyp	Twisted Pair
Max. Anzahl Knoten	110
Reaktionslos	Option Cm: CAN-Passiv (nur Monitoring) Option Cn: CAN-Aktiv (RX und TX aktiviert)

Tabelle 3.21.: Spezifikation des CAN-Anschlusses

EP-Pins	Signal
1/5	CAN GND
2/6	L
3/7	H
4/8	–

Tabelle 3.22.: Pinbelegung der CAN-Anschlüsse (EP1/EP2)

¹**Hinweis:** An jedem Ende des CAN-Busses ist eine 120-Ω-Terminierung obligatorisch

Spezifikation des 4xCAN-Anschlusses (Option 4C)

Bei Verwendung von vier CAN-Schnittstellen gilt eine andere Spezifikation.

Funktion	Spezifikation
Protokoll	CAN V2.0B
Geschwindigkeit	Bis zu 1 Mbit/s Standard: 125 kbit/s
Galvanische Trennung vom Gehäuse	Nein
Interne Bus-Terminierung	keine
Externe Bus-Terminierung	120 Ω
Max. Kabellänge	100 m
Kabelabschirmung	Obligatorisch
Kabeltyp	Twisted Pair
Max. Anzahl Knoten	110
Reaktionslos	Option Cm: CAN-Passiv (nur Monitoring) Option Cn: CAN-Aktiv (RX und TX aktiviert)

Tabelle 3.23.: Spezifikation des 4xCAN-Anschlusses

EP-Pins	Signal
1	CAN1-H
2	CAN1-L
3	CAN2-H
4	CAN2-L
5	CAN3-H
6	CAN3-L
7	CAN4-H
8	CAN4-L
Schirm	CAN1-4 GND = Gehäuse

Tabelle 3.24.: Pinbelegung der 4xCAN-Anschlüsse

Hinweis: Da der Erweiterungsstecker nur 8 Pins hat, werden alle CAN-GND (von den isolierten CAN-Modulen) mit dem Schirm des M12-Steckers verbunden, der auch Gehäuse-GND ist. Die Schnittstellen sind dann also nicht mehr isoliert!

¹**Hinweis:** An jedem Ende des CAN-Busses ist eine 120-Ω-Terminierung obligatorisch

Spezifikation des IBIS-Anschlusses (Option I)

Der IBIS-Anschluss ist wie folgt spezifiziert:

Funktion	Spezifikation
Protokoll	IBIS-Wagenbus nach VDV300 und VDV301
Gerätetyp	IBIS-Peripheriegerät nach VDV300 und VDV301
Geschwindigkeit	1200 Baud
Galvanische Trennung vom Gehäuse	1500 V _{DC}
Max. Kabellänge	100 m
Kabelabschirmung	nicht erforderlich

Tabelle 3.25.: Spezifikation des IBIS-Anchlusses

EP-Pins	Signal
1/5	WBSD (Signalruf/Aufrufbus)
2/6	WBMS (GND-Ruf/Aufrufbus)
3/7	WBED (Signalantwort/Antwortbus)
4/8	WBME (GND-Antwort/Antwortbus)

Tabelle 3.26.: Pinbelegung der IBIS-Anschlüsse (EP1/EP2)

Spezifikation des isolierten 5-Draht-RS-232-Anschlusses (Option Sb)

Der isolierte 5-Draht-RS-232-Anschluss ist wie folgt spezifiziert (Fettdruck zeigt Standardkonfiguration an):

Funktion	Spezifikation
Protokoll	5-Draht-RS-232: GND, TXD, RXD
Baudrate	600, 1 200, 2 400, 4 800, 9 600, 19 200, 38 400, 57 600, 115 200
Datenbits	7 bit, 8 bit
Parität	keine , ungerade, gerade
Stopbits	1 , 2
Software-Datenflusssteuerung	keine , XON/XOFF
Hardware-Datenflusssteuerung	keine
Galvanische Trennung vom Gehäuse	1500 V _{DC}
Max. Kabellänge	10 m
Kabelabschirmung	Obligatorisch

Tabelle 3.27.: Spezifikation des isolierten RS-232-Anschlusses

EP-Pins	Signal
1	GND
2	TxD
3	RxD
4	–
5	CTS
6	RTS
7	–
8	–

Tabelle 3.28.: Pinbelegung der RS-232-Portsignale (EP1/EP2)

Spezifikation des isolierten RS-485-Anschlusses (Option Sa)

Der RS-485-Anschluss ist wie folgt spezifiziert (Fettdruck zeigt Standardkonfiguration an):

Funktion	Spezifikation
Protokoll	3-Draht-RS-485 (GND, A, B)
Baudrate	600, 1 200, 2 400, 4 800, 9 600, 19 200, 38 400, 57 600, 115 200
Datenbits	7 bit, 8 bit
Parität	keine , ungerade, gerade
Stopbits	1 , 2
Software-Datenflusssteuerung	keine , XON/XOFF
Hardware-Datenflusssteuerung	keine
Galvanische Trennung vom Gehäuse	1500 V _{DC}
Interne Bus-Terminierung	keine
Max. Kabellänge	10 m
Kabelabschirmung	Obligatorisch
Kabeltyp	Twisted Pair
Max. Anzahl Transceiver auf dem Bus	256
Max. Anzahl Knoten	256

Tabelle 3.29.: Spezifikation des RS-485-Anschlusses

EP-Pins	Signal
1/5	GND
2/6	TxD ⁻ /RxD ⁻ (A)
3/7	TxD ⁺ /RxD ⁺ (B)
4/8	–

Tabelle 3.30.: Pinbelegung der RS-485-Portsignale (EP1/EP2)

Spezifikation für Audio-PTT (Option Ap)

Audio-PTT (push to talk) hat folgende Spezifikation gemeinsam:

Funktion	Spezifikation
Isolierung vom Gehäuse/GND	funktionell (max. 100 V _{DC})
Max. Kabellänge	30 m
Kabelabschirmung	Obligatorisch

Tabelle 3.31.: Gemeinsame PTT-Spezifikation

Das Audiosignal ist wie folgt spezifiziert:

Funktion	Spezifikation
Anzahl Anschlüsse	1x Line In/1x Line Out
Eingangreferenzpegel 0 dBFS	Signalpegel 1,9 V _{pp}
Eingangsimpedanz	21 kΩ
Eingangsbandbreite	100 Hz- 15 kHz
Ausgangsspannung @ 0 dBFS	600 Ω, Signalpegel 3.7 V _{pp}
Ausgangsbandbreite	300 Hz- 4 kHz

Tabelle 3.32.: Spezifikation des Audio-Anschlusses

Das digitale Eingangssignal ist wie folgt spezifiziert:

Funktion	Spezifikation
Anzahl Anschlüsse	1x digitaler Eingang
Max. Eingangsspannung	60 V _{DC}
Max. Eingangsstrom	2 mA
Verpolungsschutz	Ja
Min. Spannung für Level 1 (eingestellt)	7,2 V _{DC}
Max. Spannung für Stufe 0 (nicht eingestellt)	5,0 V _{DC}

Tabelle 3.33.: Spezifikation des digitalen Eingangs

Hinweis: Eine negative Eingangsspannung wird nicht erkannt.

Das digitale Ausgangssignal ist wie folgt spezifiziert:

Funktion	Spezifikation
Anzahl Anschlüsse	1x digitaler Ausgang (NO)
Max. Dauerausgangsstrom	1 A
Max. Ausgangsspannung, schaltend	60 V _{DC} , 42 V _{AC} (V _{rms})
Max. Schaltleistung	60 W

Tabelle 3.34.: Spezifikation des digitalen Ausgangs

Pin	Signal
1	Line IN +
2	Line IN –
3	Digital IN +
4	Digital OUT +
5	Digital OUT –
6	Digital IN –
7	Line OUT +
8	Line OUT –

Tabelle 3.35.: Pinbelegung des Audio-PTT-Steckers

Digitale Ein- und Ausgänge (Option 2D)

Die isolierten Ein- und Ausgänge sind alle wie folgt spezifiziert:

Funktion	Spezifikation
Isolierung vom Gehäuse/GND	1500 V _{DC}
Max. Kabellänge	30 m
Kabelabschirmung	nicht erforderlich

Tabelle 3.36.: Gemeinsame Spezifikation für die digitalen Ein- und Ausgänge

Das digitale Eingangssignal ist wie folgt spezifiziert:

Funktion	Spezifikation
Anzahl Anschlüsse	2
Max. Eingangsspannung	60 V _{DC}
Max. Eingangsstrom	2 mA
Verpolungsschutz	Ja
Min. Spannung für Level 1 (eingestellt)	7,2 V _{DC}
Max. Spannung für Stufe 0 (nicht eingestellt)	5,0 V _{DC}

Tabelle 3.37.: Spezifikation des nicht isolierten Digitalanschlusses

Hinweis: Negative Eingangsspannungen werden nicht erkannt.

Das digitale Ausgangssignal ist wie folgt spezifiziert:

Funktion	Spezifikation
Anzahl Anschlüsse	1xNO/1xNC
Max. Dauerausgangsstrom	1 A
Max. Ausgangsspannung, schaltend	60 V _{DC} , 42 V _{AC} (V _{rms})
Max. Schaltleistung	60 W

Tabelle 3.38.: Spezifikation des isolierten digitalen Ausgangs

EP-Pins	Signal
1	DI1+
2	DI1-
3	DI2+
4	DI2-
5	DO1: Stromlos offen
6	DO1: Stromlos offen
7	DO2: Stromlos geschlossen
8	DO2: Stromlos geschlossen

Tabelle 3.39.: Pinbelegung der Variante mit zwei digitalen Ein-/Ausgängen

Hinweis: Auf Anfrage: 1xDIn, 1xDOut

3.5. Datenspeicherung (Option Dx)

Der integrierte Massenspeicher arbeitet unabhängig von den Routerfunktionen und ist für Kundenanwendungen wie Datenerfassung oder Fahrgastunterhaltung vorgesehen. Auf den Speicher kann über das SDK zugegriffen werden. Weitere Einzelheiten finden Sie im SDK-API-Handbuch, Abschnitt 2.2.

Folgende Optionen stehen zur Verfügung:

Option	Kapazität
Da	32 GB
Db	64 GB
Dc	128 GB
Dd	256 GB
De	512 GB
Df	1 TB

Tabelle 3.40.: Speicherspezifikationen

4. Installation

Der NB2810 ist für die Montage auf einer Arbeitsplatte oder an einer Wand (Nur für die Montage in Höhen kleiner gleich 2 m geeignet) vorgesehen, die Installationsanweisungen für dieses Gerät müssen befolgt werden,

<https://www.netmodule.com/support/downloads/zeichnungen>.

Bitte beachten Sie die Sicherheitshinweise in Kapitel 2 und die Umgebungsbedingungen in Kapitel 3.3.

Vor der Installation des NB2810-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 von Micro-SIM-Karten(3FF)

Es können bis zu vier Micro-SIM-Karten (3FF) in einen NB2810-Router eingesetzt werden. Eine SIM-Karte als Multiformat-Karte, sogenannte 3-in-1-Karte (All-in-One SIM oder Triple-SIM) mit dem Format 2FF, 3FF und 4FF werden nicht unterstützt.

SIM-Karten können durch Einschieben in einen der dafür vorgesehenen Steckplätze an der Vorderseite eingesetzt werden. Sie müssen die SIM-Karte mit einer kleinen Büroklammer (oder ähnlichem) eindrücken, bis sie einrastet. Um die SIM-Karte zu entfernen, müssen Sie auf dieselbe Weise erneut die Karte eindrücken. Die SIM-Karte federt dann zurück und kann entnommen werden.

SIM-Karten können einem beliebigen Modem im System zugeordnet werden. Es ist auch möglich, eine SIM-Karte während des Betriebs einem anderen Modem zuzuordnen, zum Beispiel, wenn Sie unter bestimmten Bedingungen einen anderen Anbieter nutzen möchten. Ein SIM-Wechsel dauert jedoch in der Regel etwa 10-20 Sekunden, was (z.B. beim Hochfahren) bei sinnvoll installierten SIMs umgangen werden kann. Wenn Sie nur eine einzige SIM-Karte und ein Modem verwenden, sollte die Karte vorzugsweise in SIM 1 eingesetzt werden. Für Systeme, die zwei Modems mit zwei SIMs parallel nutzen sollen, empfehlen wir, **MOB 1** der SIM 1, **MOB 2** der SIM 2 zuzuordnen und so weiter.

Weitere Informationen zur SIM-Konfiguration finden Sie im Kapitel 5.3.3.



Vorsicht: Nach einem SIM-Wechsel muss die SIM-Abdeckung des NB2810-Routers wieder montiert und verschraubt werden, um die Schutzart IP40 weiter zu gewährleisten.

4.2. Installation der Mobilfunk-Antennen

Für eine zuverlässige Funktion des NetModule-Router über das Mobilfunknetz benötigen die Net-Module 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 folgende Tabelle zeigt, wie Mobilfunk-Antennen angeschlossen werden. Bei den 4G-LTE-Antennen sind sowohl den Haupt- als auch den Hilfsanschluss anzuschliessen. 5G-Module benötigen 4 Antennen.

Antennenanschluss	Typ
MOB 1 A1	Haupt-
MOB 1 A2	Hilfs-
MOB 2 A3	Haupt-
MOB 2 A4	Hilfs-
MOB 3 A6	Haupt-
MOB 3 A7	Hilfs-
MOB 4 A9	Haupt-
MOB 4 A10	Hilfs-

Tabelle 4.1.: Typen von Mobilfunk-Antennenanschlüssen

Antenna Port	MOB 1		MOB 2		MOB 3		MOB 4	
	A1	A2	A3	A4	A6	A7	A9	A10
NB2810-2N-G	5G Mobile 1		5G Mobile 2		5G Mobile 1		5G Mobile 2	
NB2810-NWac-G	5G Mobile 1		5G Mobile 1		n/a		WLAN 1	
NB2810-N2Wac-G	5G Mobile 1		5G Mobile 1		WLAN 2		WLAN 1	
NB2810-NLWac-G	5G Mobile 1		LTE Mobile 2		5G Mobile 1		WLAN 1	

Tabelle 4.2.: Antennenbelegung mit 5G Modul



Vorsicht:

Bei der Installation der Antenne unbedingt zu beachten, Kapitel [2](#)

4.3. Installation der WLAN-Antennen

Die folgende Tabelle zeigt, wie die WLAN-Antennen angeschlossen werden. Die Anzahl der angeschlossenen Antennen kann per Software konfiguriert werden. Wenn nur eine Antenne verwendet wird, muss diese am Hauptanschluss angeschlossen sein. Für eine vielseitigere Ausrichtung (und damit einen besseren Durchsatz und eine bessere Abdeckung) empfehlen wir jedoch dringend die Verwendung von zwei Antennen.

Antennenanschluss	Typ
WLAN 1 A9	Haupt-
WLAN 1 A10	Hilfs-
WLAN 2 A6	Haupt-
WLAN 2 A7	Hilfs-

Tabelle 4.3.: Typen von WLAN-Antennenanschlüssen



Vorsicht:

Bei der Installation der Antenne unbedingt zu beachten, Kapitel [2](#)

4.4. 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](#)

4.5. Installation des lokalen Netzwerks (LAN)

Bis zu zwei 10/100/1000-Mbit/s-Ethernet-Geräte können direkt an den Router angeschlossen werden. Weitere Geräte können über einen zusätzlichen Ethernet-Switch angeschlossen werden. Vergewissern Sie sich, dass der Stecker richtig in den Anschluss **ETH** eingestellt ist und dauerhaft fest sitzt, da es sonst zu sporadischen Verbindungsabbrüchen im Betrieb kommen kann. Die Verbindungs-LED Link/Act leuchtet, sobald das Gerät synchronisiert ist. Wenn nicht, muss möglicherweise eine andere Verbindungseinstellung konfiguriert werden, wie beschrieben in Kapitel [5.3.2](#). Standardmäßig ist der Router als DHCP-Server konfiguriert und hat die IP-Adresse 192.168.1.1.

**Vorsicht:**

Es darf nur ein geschirmtes Ethernet-Kabel verwendet werden.

4.6. Installation des Netzteils und verzögertes Ausschalten

Der Router kann über eine externe Spannungsquelle mit einer Spannung zwischen 12 V_{DC} und 48 V_{DC} versorgt werden. Er ist mit einem zertifizierten Netzteil (CE-konform oder gleichwertig) mit strombegrenztem SELV-Ausgangskreis zu verwenden. Der Router ist nun bereit für die Inbetriebnahme.

Wenn keine verzögerte Abschaltung erforderlich ist, schließen Sie die Versorgungsspannung sowohl an IGN als auch an V+ an. Bei Verwendung der Funktion "Verzögertes Ausschalten" muss die V+ direkt mit dem Batteriestromkreis und IGN mit dem Zündstromkreis des Fahrzeugs verbunden. Mit dieser Funktion schaltet sich der Router nach einer definierten Zeit (per SW konfigurierbar) nach Ausschalten des Fahrzeugs ab, anstatt sofort herunterzufahren.



Vorsicht: Die folgenden Punkte sind unbedingt zu beachten:

- Es dürfen für die NetModule-Router nur CE-konforme Netzteile mit strombegrenztem SELV-Ausgangskreis verwendet werden.
- Ein Netzteil der Leistungsklasse 3 (PS3) (mit 100 W oder mehr) darf nur unter der Bedingung verwendet werden, dass eine Kabelzugentlastung am Stromkabel zum Router angebracht ist. Eine solche Kabelzugentlastung stellt sicher, dass die Leiter am Schraubanschluss des Routers nicht unterbrochen werden (z. B. wenn sich der Router im Störfall im Kabel verwickeln würde). Die Kabelzugentlastung muss einer Zugkraft von 30 N (bei einem Routergewicht von bis zu 1 kg) resp. 60 N (bei einem Routergewicht von bis zu 4 kg) standhalten, die auf das Kabel des Routers ausgeübt wird.

4.7. Installation der Audio-Schnittstelle

Die Audioschnittstelle (Line Out) ist an der Erweiterung PTT (Option Ap) und an der Erweiterung Audio (Option A) verfügbar.



Vorsicht:

Gefahr von Hörschäden: Vermeiden Sie die Verwendung von Ohr- oder Kopfhörern bei hoher Lautstärke oder über einen längeren Zeitraum.

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 Router-Software mit neuen Funktionen, Fehlerbehebungen und geschlossenen Sicherheitslücken aus. Bitte halten Sie die Router-Software 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.

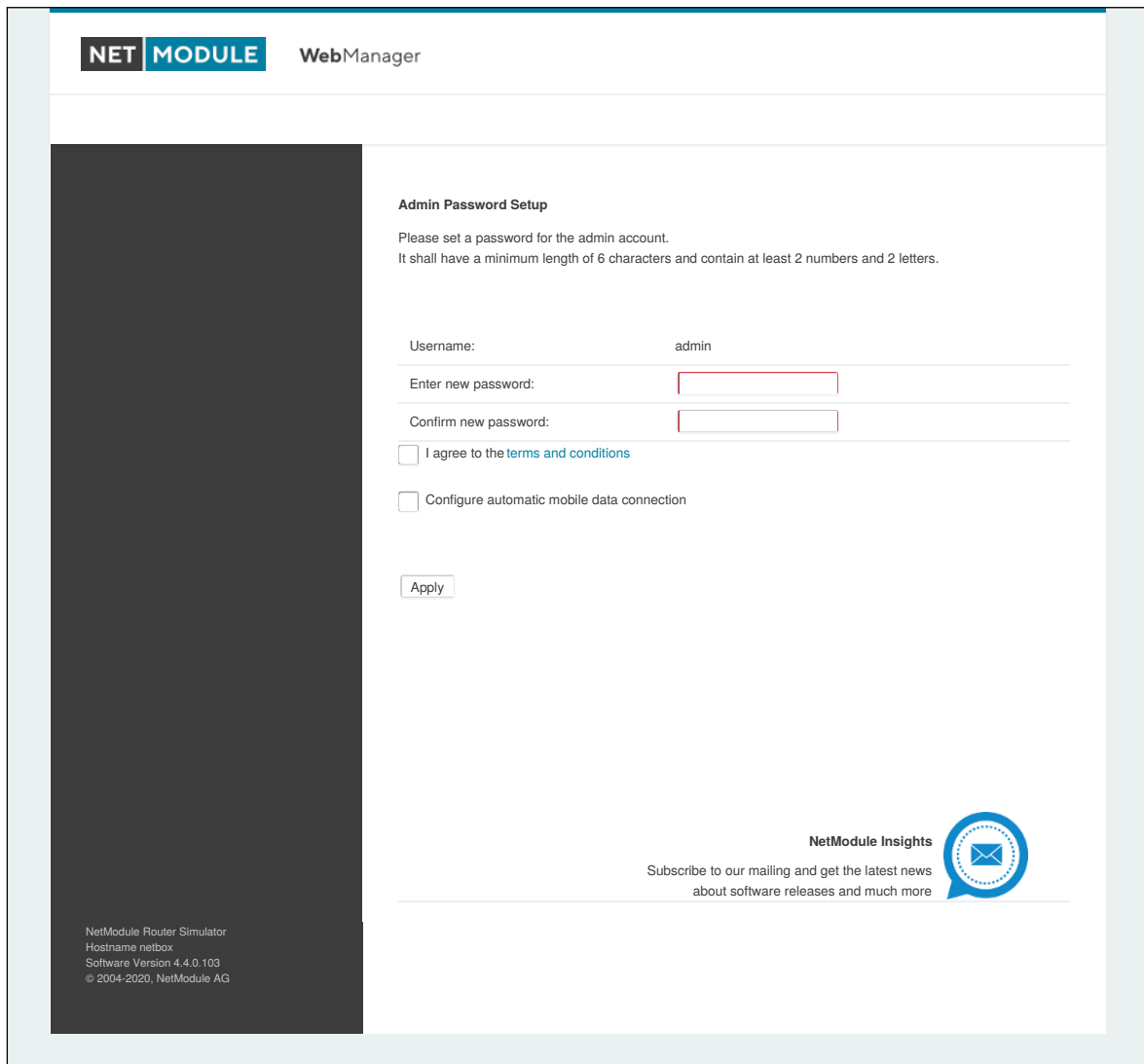
Sie können Konfigurationsdateien auch über SNMP, SSH, HTTP oder USB hochladen, wenn Sie eine größere Anzahl von Routern einsetzen möchten. Fortgeschrittene Benutzer können auch die Befehlszeile (CLI) verwenden und Konfigurationsparameter direkt einstellen.

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 abgeschirmtes CAT6-Kabel mit M12-Stecker mit dem ETH1-Anschluss (Gigabit 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.



NET MODULE WebManager

Admin Password Setup

Please set a password for the admin account.
It shall have a minimum length of 6 characters and contain at least 2 numbers and 2 letters.

Username: admin

Enter new password:

Confirm new password:

I agree to the [terms and conditions](#)

Configure automatic mobile data connection

NetModule Insights
Subscribe to our mailing and get the latest news about software releases and much more

NetModule Router Simulator
Hostname netbox
Software Version 4.4.0.103
© 2004-2020, NetModule AG

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 Steckplatz für SIM 4 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.

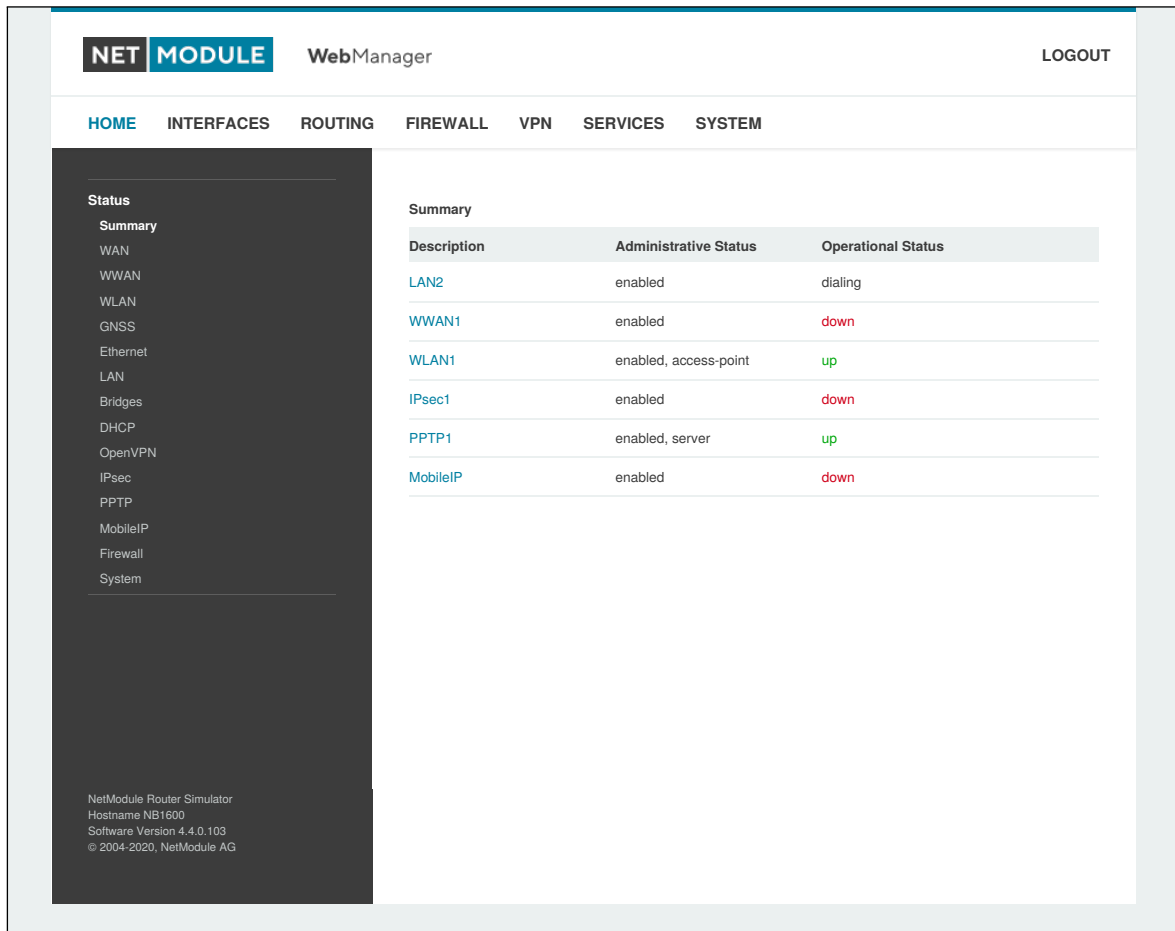


Abbildung 5.2.: Startbildschirm

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 NB2810-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.

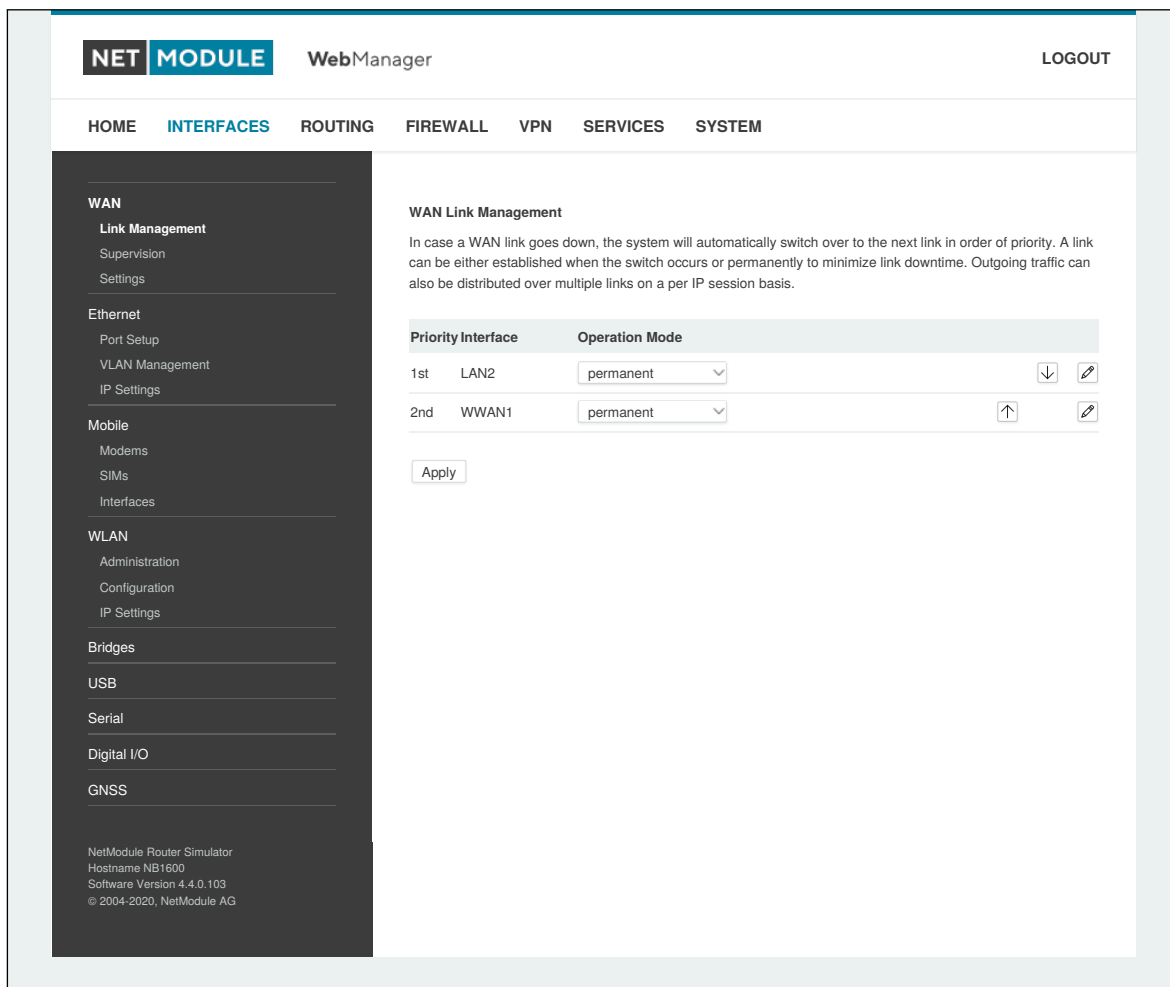


Abbildung 5.3.: WAN-Verbindungen

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
<code>disabled</code>	Die Verbindung ist deaktiviert.
<code>permanent</code>	Die Verbindung wird dauerhaft hergestellt.
<code>on switchover</code>	Die Verbindung wird bei einer Umschaltung hergestellt. Sie wird angewählt, wenn vorherige Verbindungen fehlgeschlagen sind.
<code>distributed</code>	Die Verbindung gehört zu einer Lastverteilungsgruppe.

Parameter	WAN-Verbindungseinstellungen
<code>Operation mode</code>	Der Betriebsmodus der Verbindung
<code>Weight</code>	Die Lastverteilung einer verteilten Verbindung
<code>Switch-back</code>	Legt die Rückschaltbedingung einer Switchover-Verbindung fest und die Zeit, nach der ein aktiver Hotlink getrennt wird
<code>Bridge Mode</code>	Legt die zu verwendende Bridge-Methode für ein WLAN-Client-Interface fest.
<code>Bridging interface</code>	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
<code>disabled</code>	Deaktiviert den Bridge-Modus

Parameter	Bridge Methoden
4addr frame ¹	Aktiviert die Verwendung von 4-Address-Frames
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.

¹Diese Option erfordert einen Access-Point, der ein Frame-Format mit vier Adressen unterstützt.

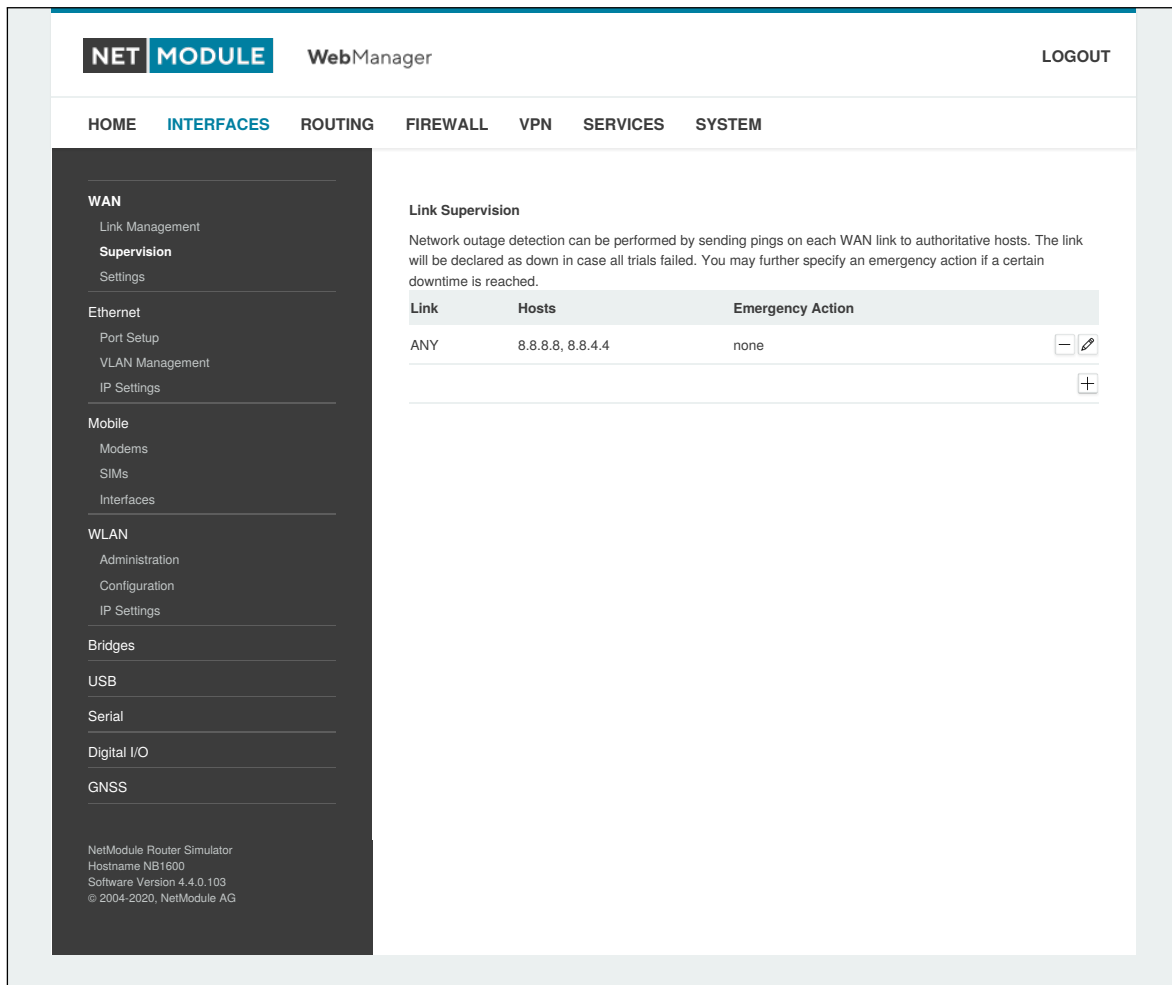


Abbildung 5.4.: Verbindungsüberwachung

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 <code>reboot</code> würde einen Neustart des gesamten Systems durchgeführt, während <code>restart link services</code> 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.

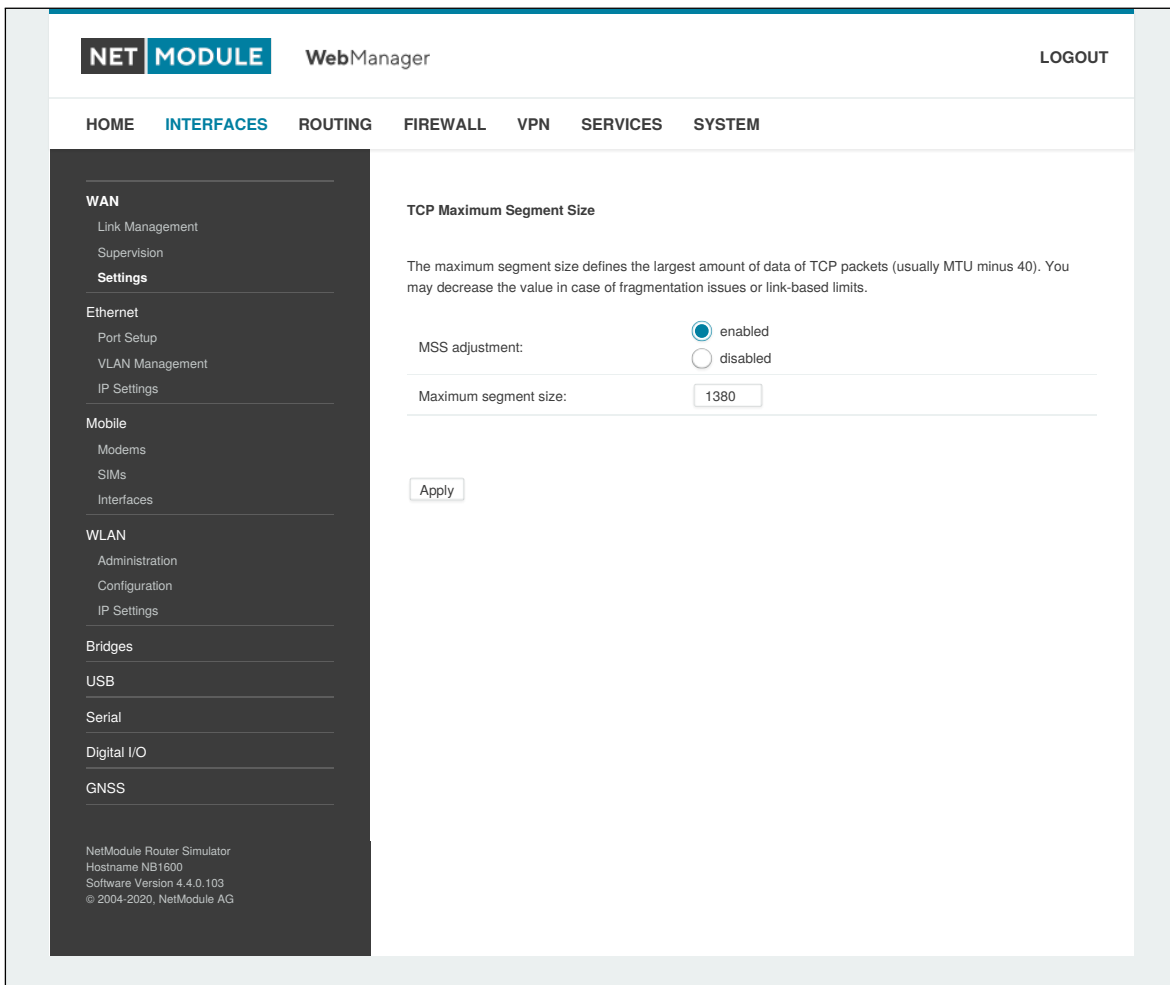


Abbildung 5.5.: WAN-Einstellungen



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

NB2810-Router werden mit 2 dedizierten Gigabit-Ethernet-Anschlüssen (ETH1 und ETH2) und einem zusätzlichen Erweiterungsanschluss für M12-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

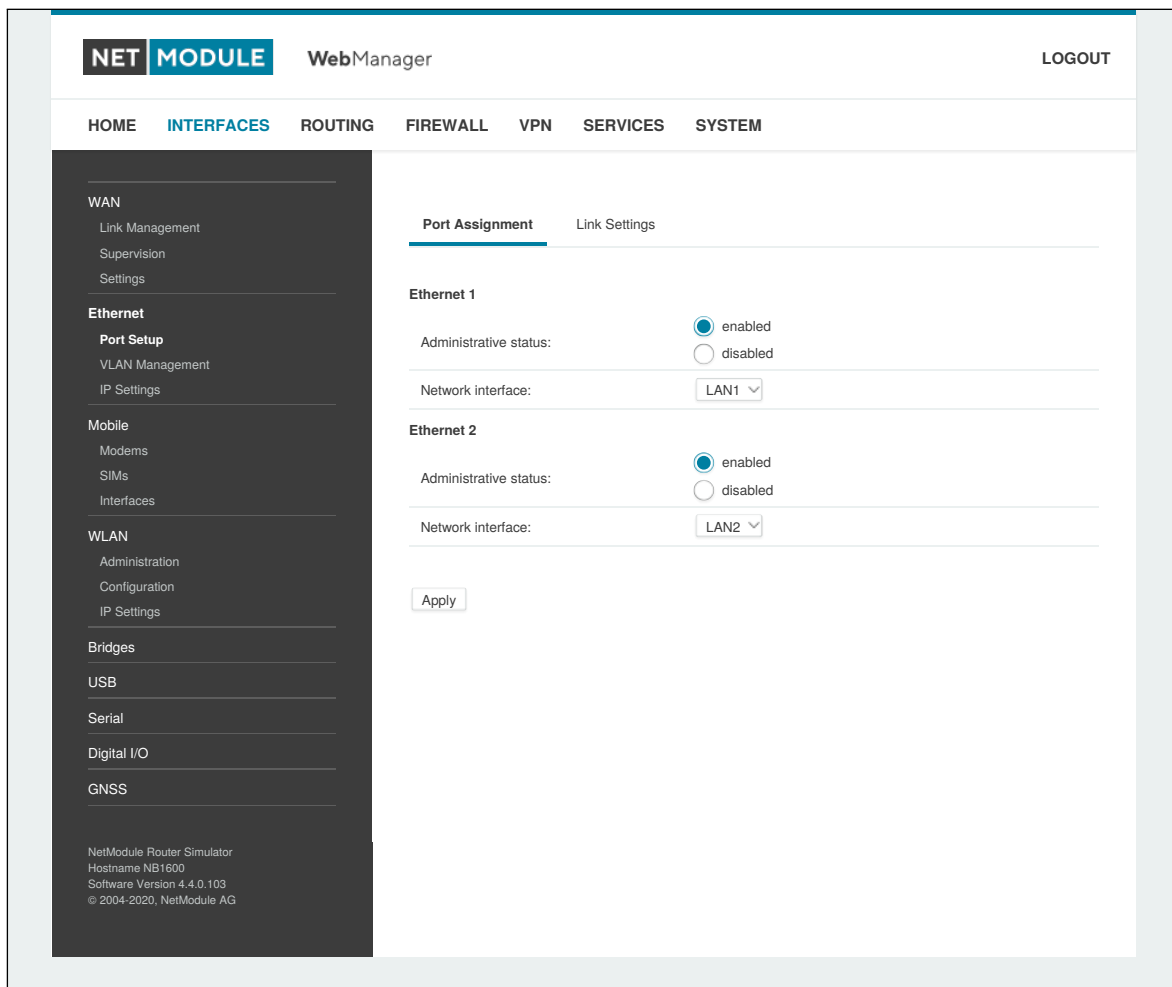


Abbildung 5.6.: Ethernet-Anschlüsse

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.

Bitte beachten Sie, dass NB2810-Router keinen Switch, sondern einzelne PHY-Anschlüsse besitzen. Wenn beide Anschlüsse der gleichen LAN-Schnittstelle zugewiesen sind, werden die Anschlüsse per Software überbrückt.

Folgende Optionen stehen zur Verfügung:

Parameter	Einstellungen für die Ethernet-Softbridge
Enable bridge filtering	Wenn aktiviert, gelten die Firewall-Regeln auch für Paketen zwischen den Anschlüssen
Enable RSTP	Wenn aktiviert, wird das Rapid Spanning Tree Protocol (IEEE 802.1D-2004) anstelle des Spanning Tree Protocol genutzt

Einstellungen für die Ethernet-Verbindung

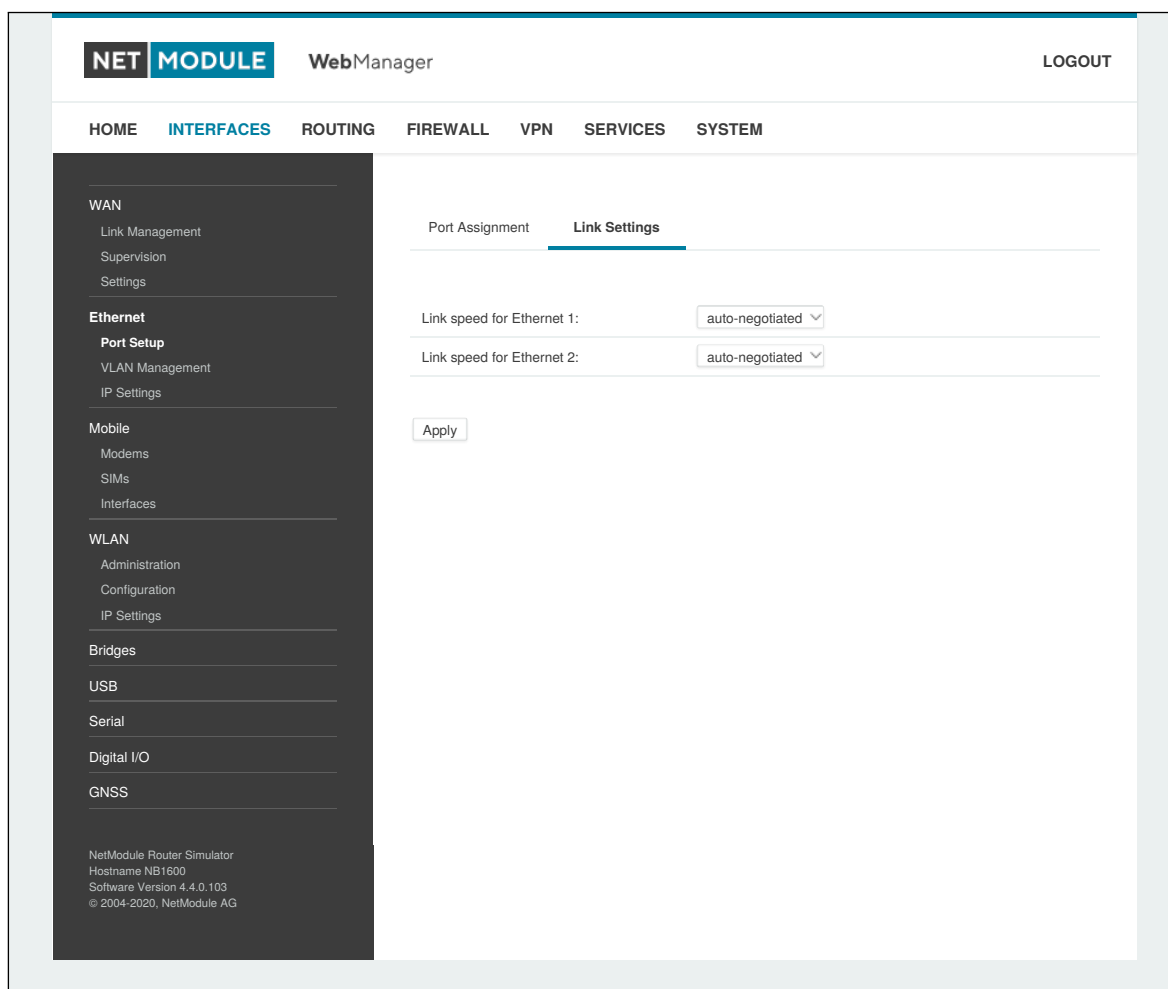


Abbildung 5.7.: Einstellungen für die Ethernet-Verbindung

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

The screenshot shows the configuration page for IEEE 802.1X authentication on a NetModule router. The interface includes a navigation menu on the left and a main configuration area on the right. The main area is titled 'Wired 802.1X' and contains settings for five Ethernet ports (Ethernet 1 to Ethernet 5). Each port has a 'Wired 802.1X status' section with radio buttons for 'disabled', 'Client', and 'Authenticator'. Additionally, there are shared settings for EAP type, anonymous identity, identity, password, and certificates. An 'Apply' button is located at the bottom of the configuration area.

LOGOUT

HOME INTERFACES ROUTING FIREWALL VPN SERVICES SYSTEM

WAN
Link Management
Supervision
Settings

Ethernet
Port Setup
VLAN Management
IP Settings

Mobile
Modems
SIMs
Interfaces

WLAN
Administration
Configuration
IP Settings

Bridges

USB

Serial

GNSS

Port Assignment Link Settings **Wired 802.1X**

Ethernet 1
Wired 802.1X status: disabled
 Client
 Authenticator

Ethernet 2
Wired 802.1X status: disabled
 Client
 Authenticator

EAP type: PEAP

Anonymous identity: Netmodule-Anon

Identity: testid

Password: ***** show

Certificates: missing
[Manage keys and certificates](#)

Ethernet 3
Wired 802.1X status: disabled
 Client
 Authenticator

Reauthentication Period: 3600

Authenticator ID: Netmodule-Auth

Use MAB:

Ethernet 4
Wired 802.1X status: disabled
 Client
 Authenticator

Ethernet 5
Wired 802.1X status: disabled
 Client
 Authenticator

Apply

NB3800 NetModule Router
Hostname nb
Software Version 4.7.0.100
© 2004-2022, NetModule AG

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 zugeordnet
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.

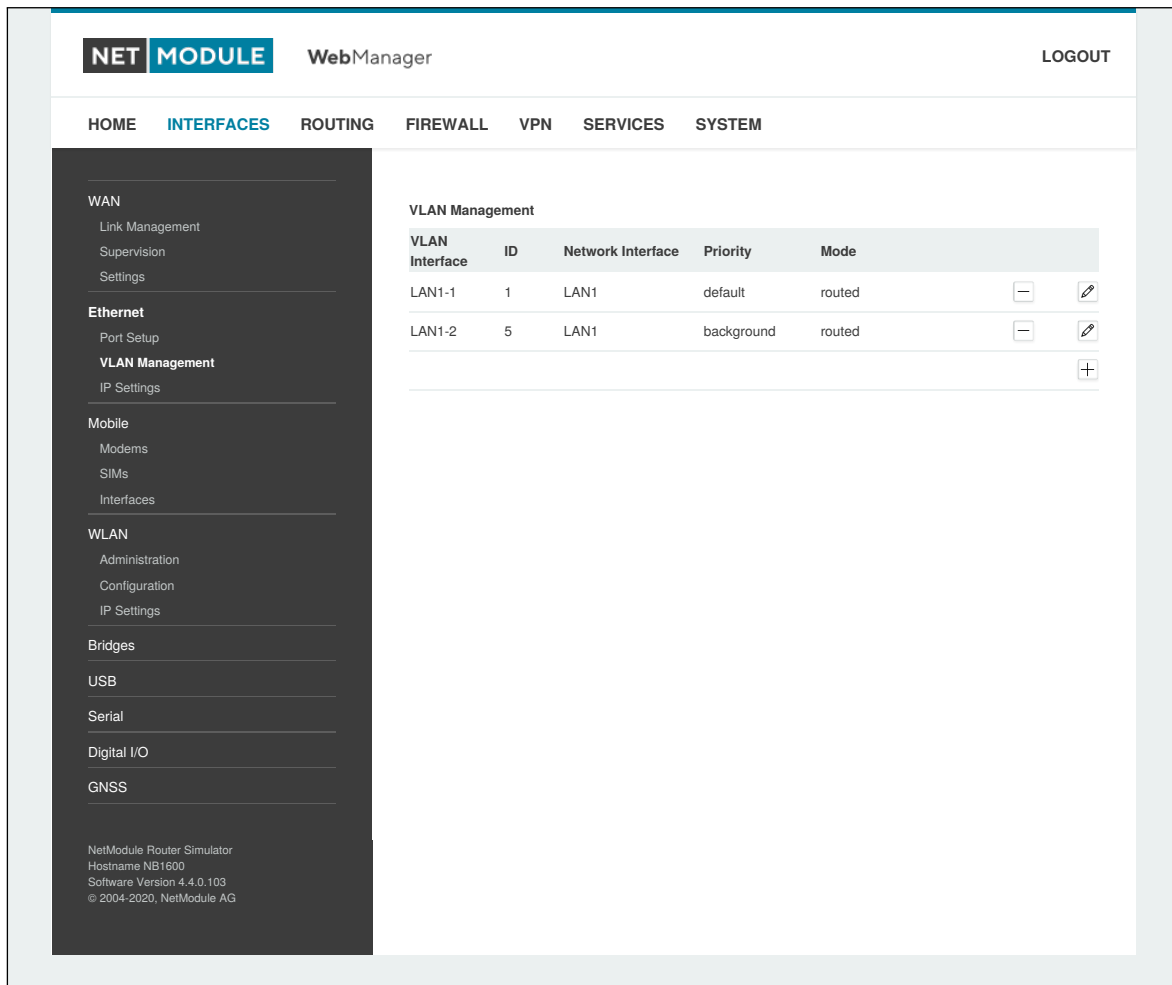


Abbildung 5.9.: VLAN-Verwaltung

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.

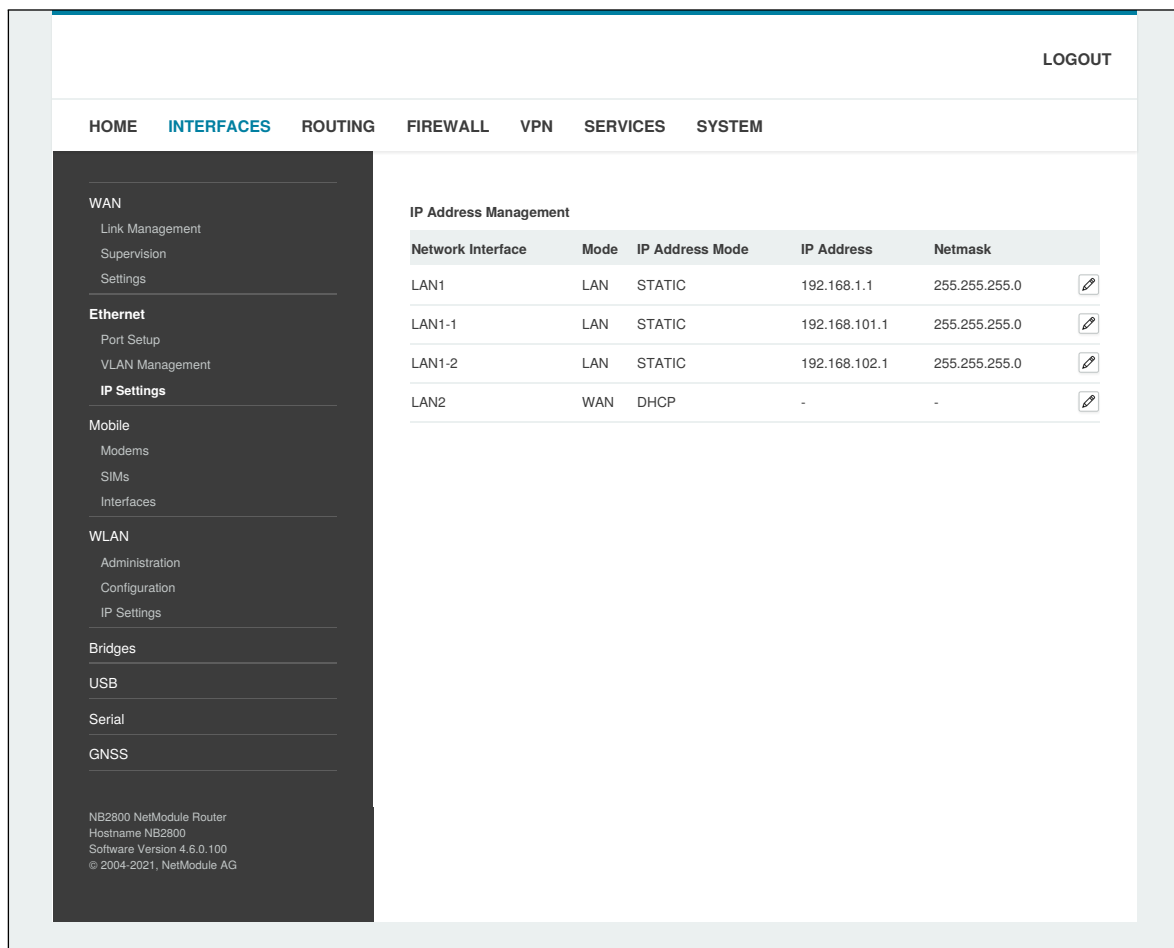


Abbildung 5.10.: IP Einstellungen - Übersicht

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)

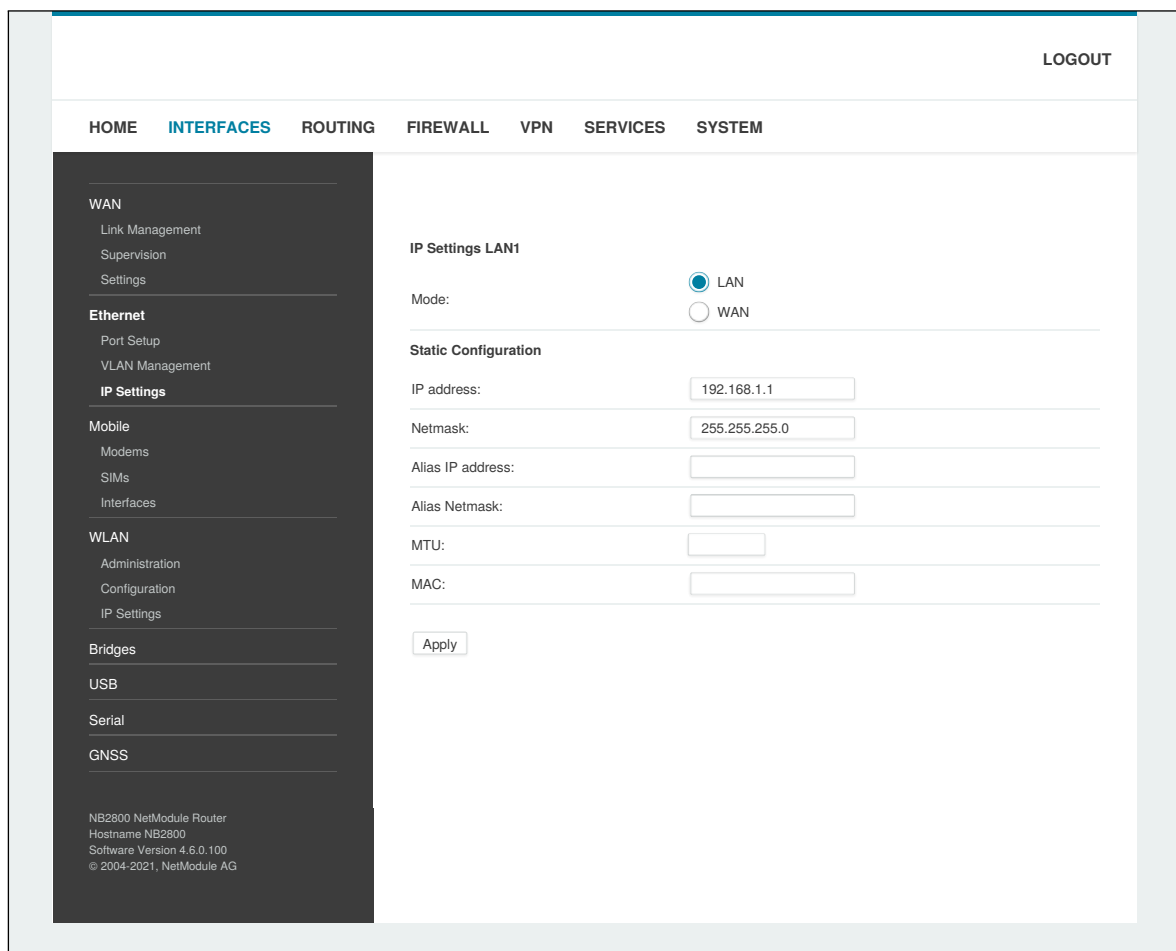


Abbildung 5.11.: IP Einstellungen - LAN Schnittstelle

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

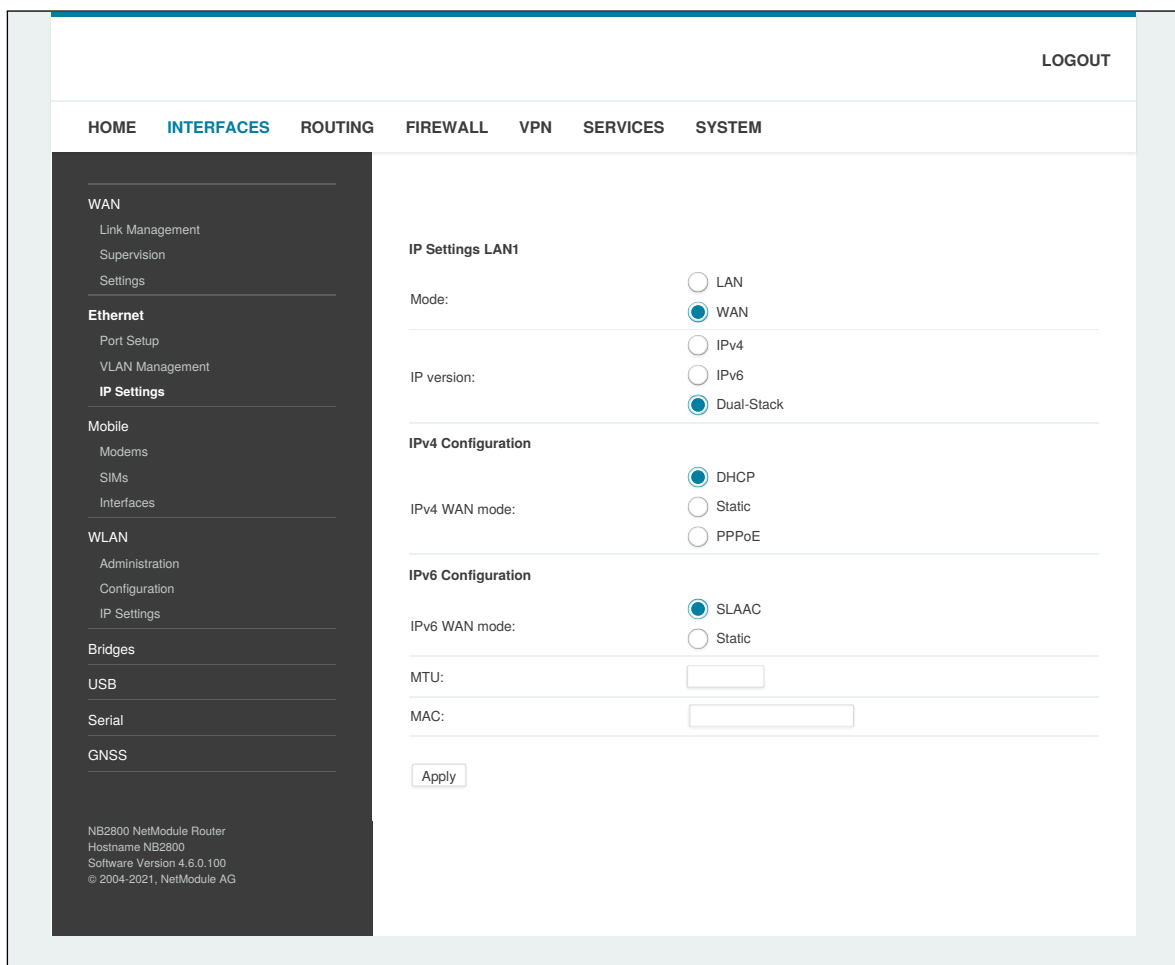


Abbildung 5.12.: IP Einstellungen - WAN Schnittstelle

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 genutzten 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

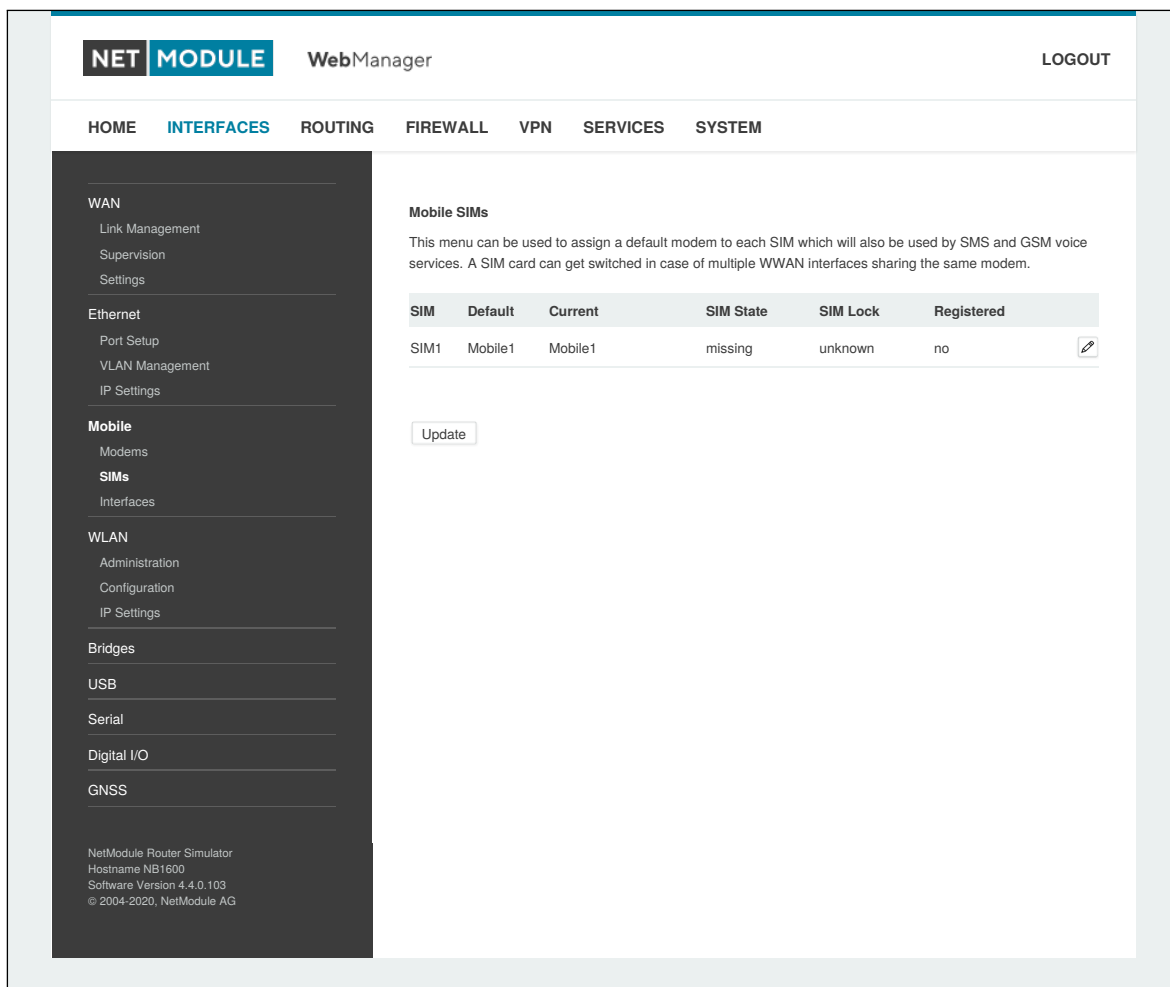


Abbildung 5.13.: SIM-Karten

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 Dienstyp 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 <code>automatic</code> 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 Netzwerkskans ermittelt werden kann.

eSIM/eUICC

**Vorsicht:**

Beachten Sie, dass eUICC-Profilen 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.

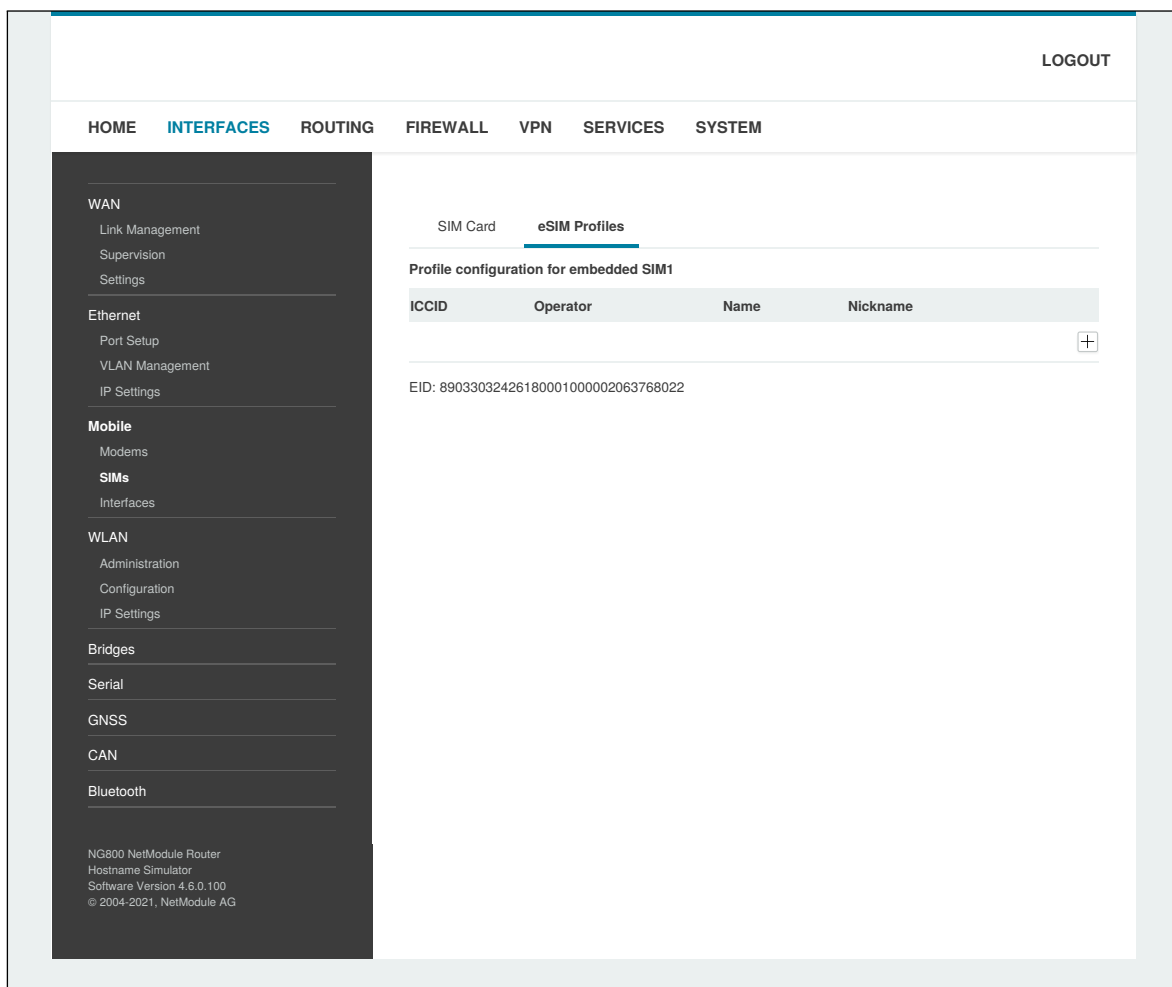


Abbildung 5.14.: eSIM-Profilen

Ausgewählte Routermodelle enthalten eine eUICC (Embedded Universal Integrated Circuit Card), mit der Sie eSIM-Profilen aus dem Internet auf den Router herunterladen können, anstatt eine physische SIM-Karte in den Router einlegen zu müssen. Die zu installierenden eSIM-Profilen müssen der GSMA RSP Technical Specification SGP.22 entsprechen. Dies sind die gleichen eSIM-Profilen, die von aktuellen Mobiltelefonen verwendet werden. Profilen nach der älteren GSMA-Spezifikation SGP.02 werden nicht unterstützt.

eSIM-Profilen können auf der Registerkarte eSIM Profilen der Konfigurationsseite für die mobile Kommunikation verwaltet werden. Auf dieser Seite können Sie alle installierten eSIM-Profilen anzeigen sowie eSIM-Profilen 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-Profilen speichern, abhängig von der Größe der Profile. Es kann jeweils nur eines dieser Profile aktiv sein.

Um neue eSIM-Profilen zu installieren, müssen Sie zunächst eine IP-Verbindung zum Internet herstellen, damit der Router das Profil vom Server des Mobilfunkbetreibers herunterladen kann.

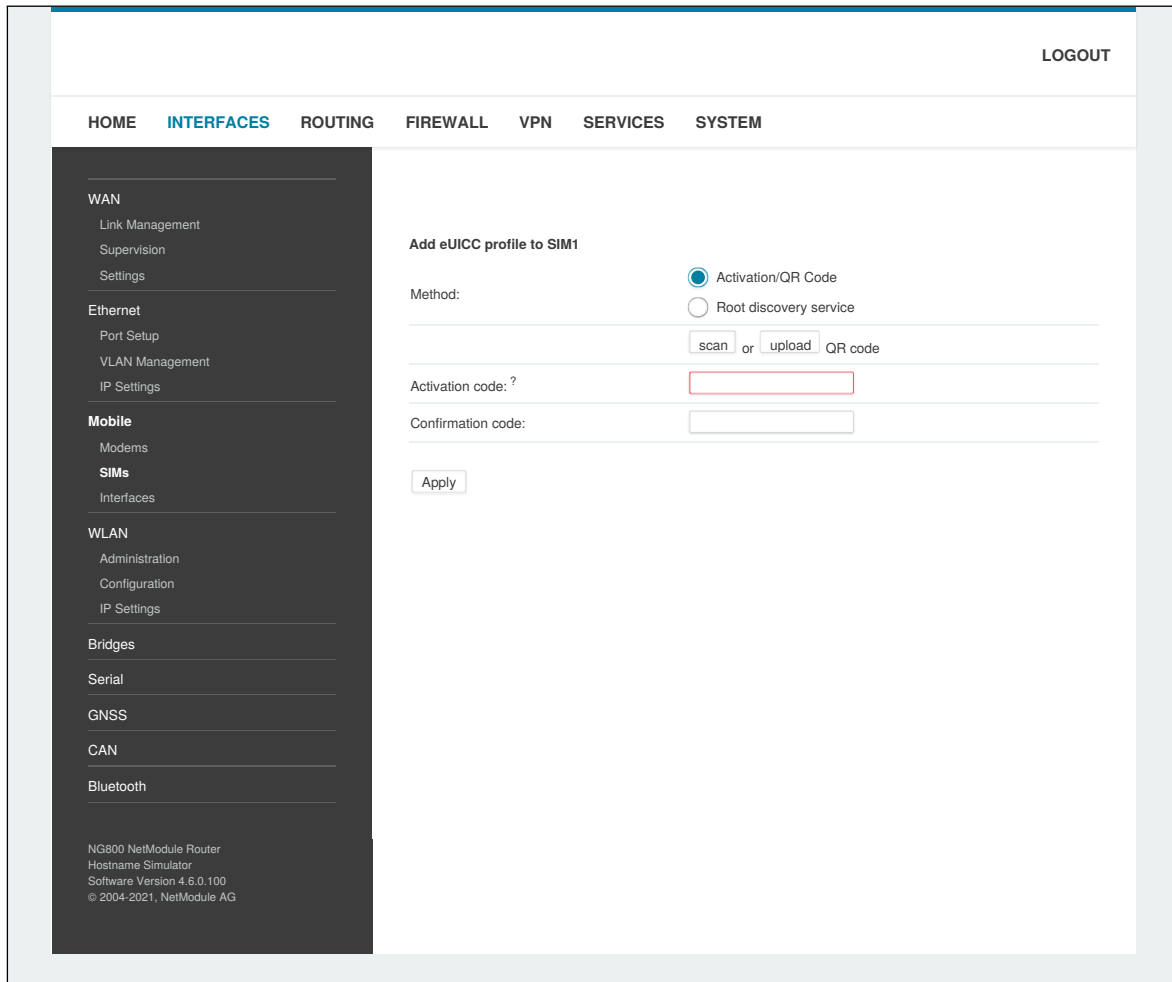


Abbildung 5.15.: eUICC-Profil hinzufügen

Die folgenden zwei Möglichkeiten zur Installation von eSIM-Profilen werden unterstützt und können auf der Konfigurationsseite für eSIM-Profilen 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-Profil 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-Profiles. 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.

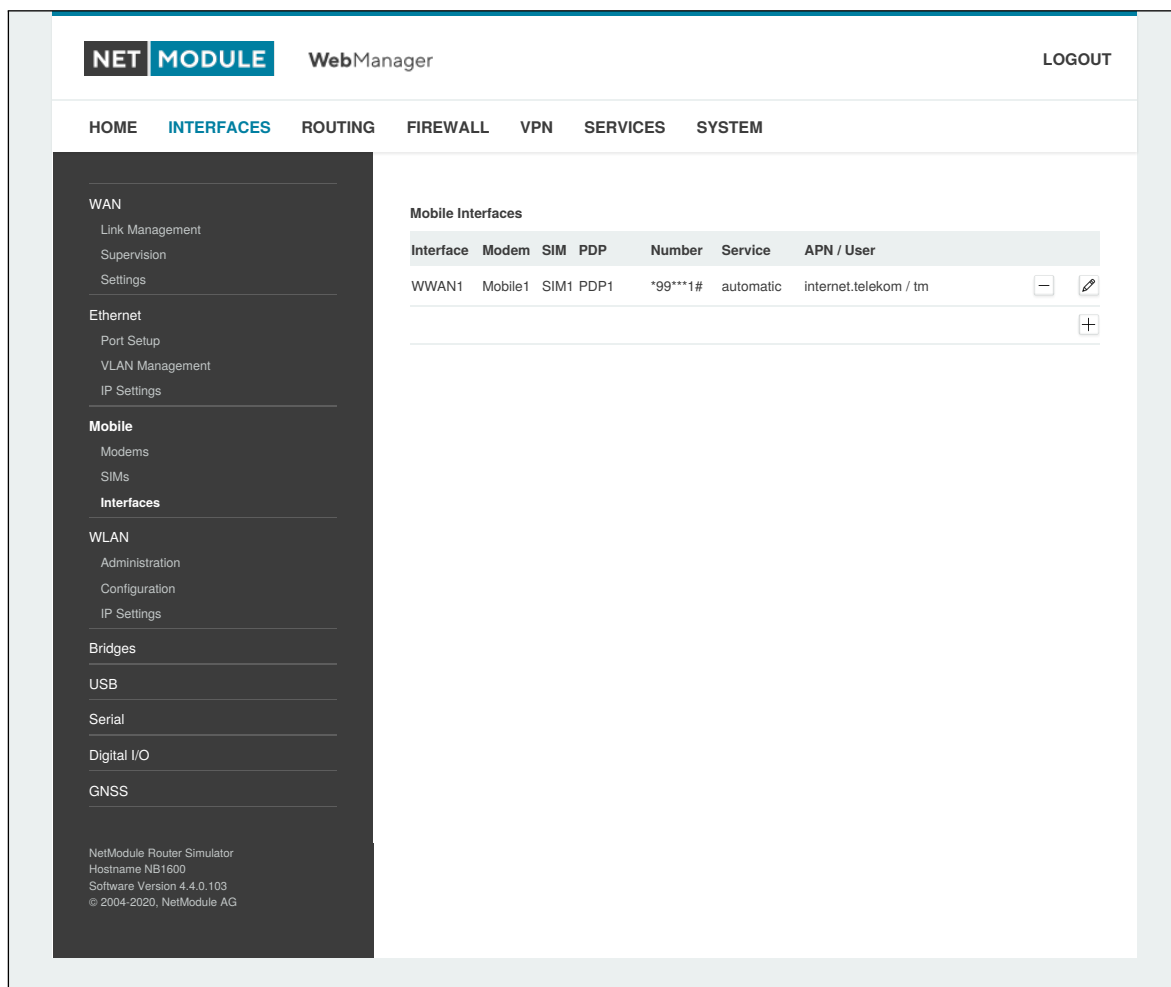


Abbildung 5.16.: WWAN-Schnittstellen

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 Dienstyp

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.

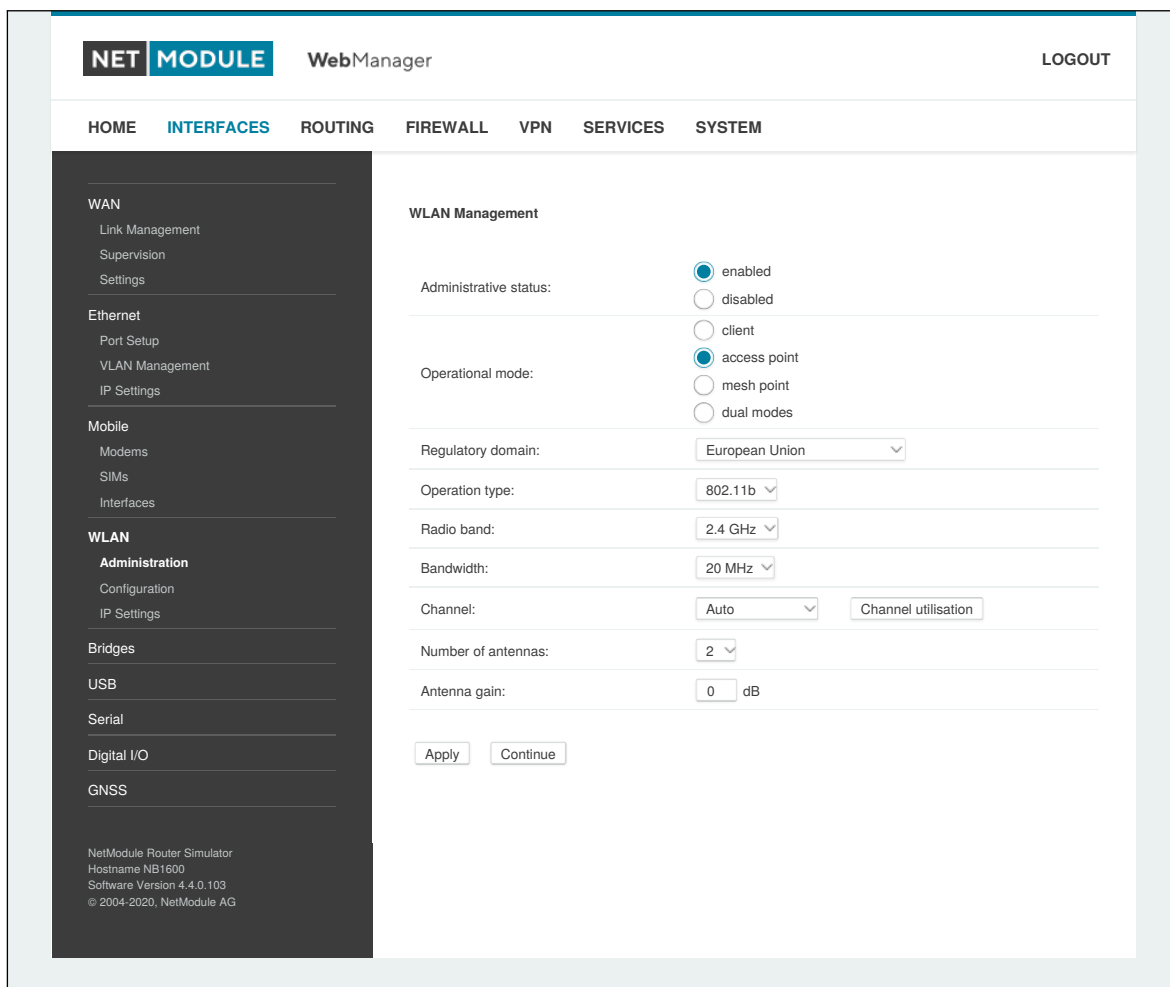


Abbildung 5.17.: WLAN-Verwaltung

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 modestehen 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
enable client tracking	Aktiviert die Verfolgung nicht zugeordneter Clients
Short Guard Interval	Aktiviert ein kürzeres Schutzintervall (Short Guard Interval, GI)

In der Betriebsart clientstehen 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	2,4/5 GHz	20/40 MHz	300 Mbit/s
802.11ac	5 GHz	20/40/80 MHz	866,7 Mbit/s

Tabelle 5.26.: 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: NetModule Router mit 802.11n und 802.11ac unterstützen 2x2 MIMO

Vor dem Einrichten eines Access Points ist es sinnvoll, einen Netzwerksan 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-Netzwerksan 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

Parameter	Konfiguration des WLAN-Clients
Passphrase	Die Passphrase, die für die Authentifizierung mit WPA-Personal verwendet wird, ansonsten die Schlüsselpassphrase für WPA-EAP-TLS
Force PMF	Aktiviert geschützte Verwaltungsframes (Protected Management Frames)
Enable fast transition	Aktiviert in der Betriebsart Client schnelle Roaming-Fähigkeiten über Fast Basic Service Set Transition. Nur nutzbar, wenn auch der Access Point diese Funktion unterstützt
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 8 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.

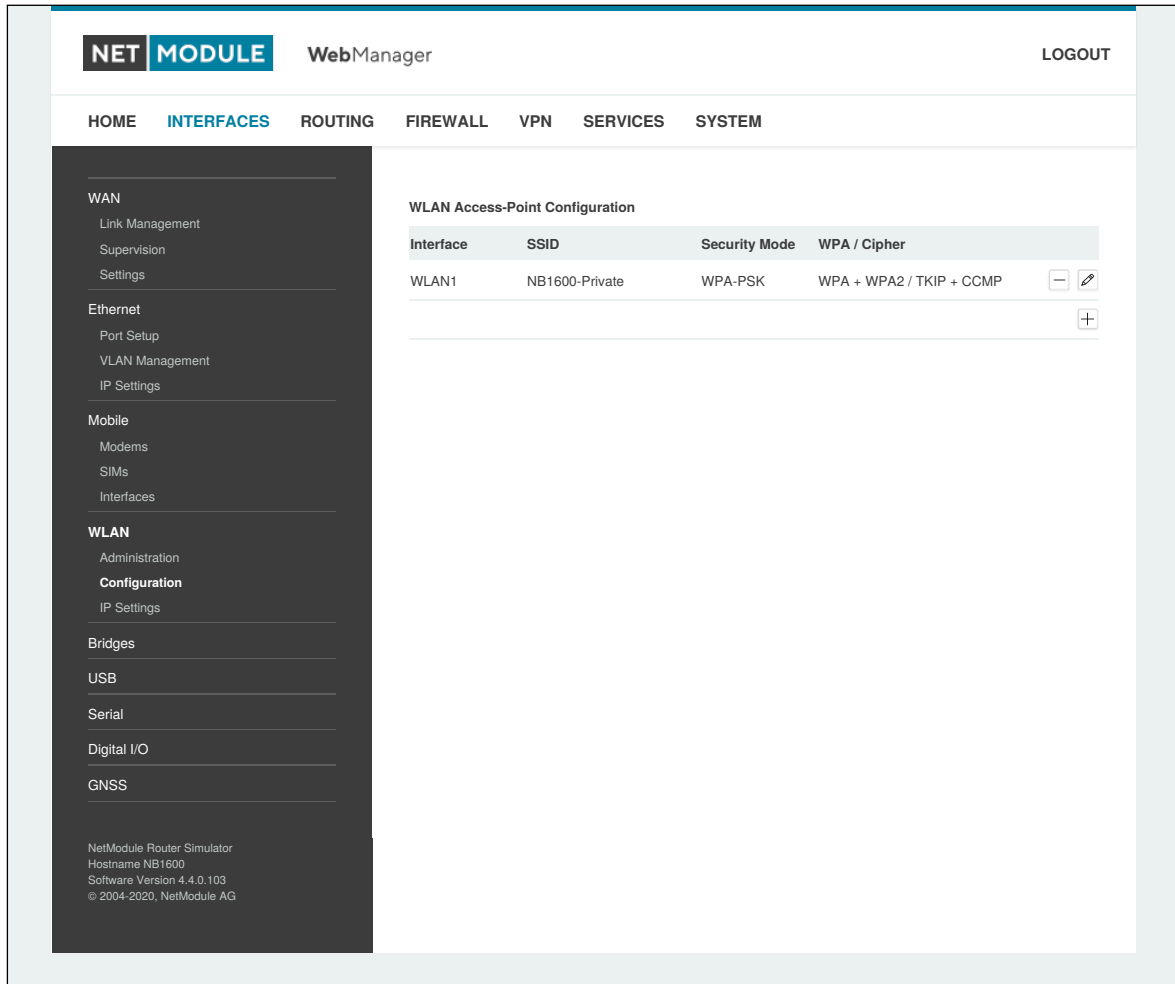


Abbildung 5.18.: WLAN-Konfiguration

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	Die gewählte Verschlüsselungsmethode. WPA3 + WPA2 im gemischten Modus sollten 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.
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.

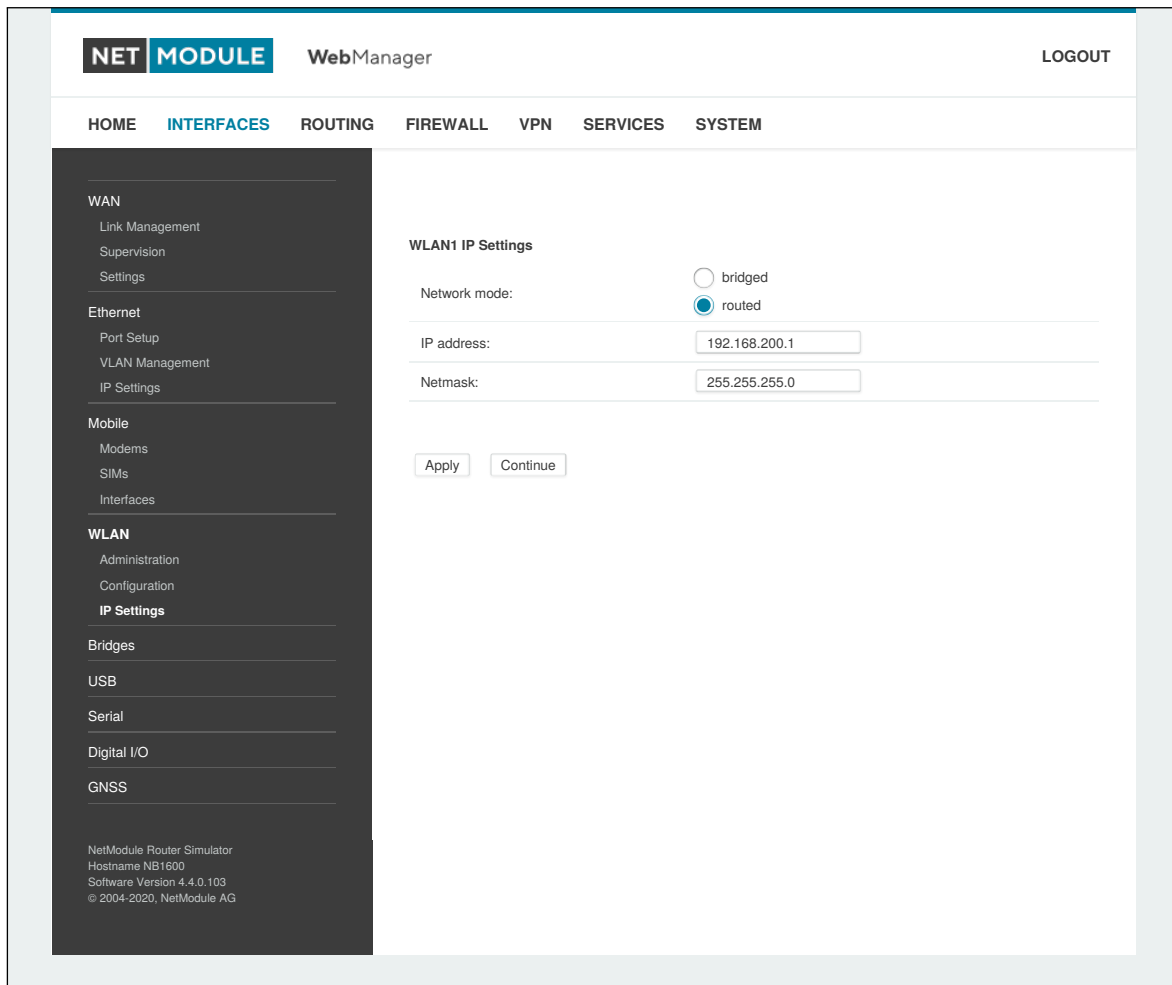


Abbildung 5.19.: WLAN-IP-Konfiguration

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
4addr frame	Aktiviert das Frame-Format mit vier Adressen (erforderlich für gebückte Verbindungen)
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.
Fast transition	Aktiviert schnelle Roaming-Fähigkeiten (FT) über Fast Basic Service Set Transition, falls vom Client unterstützt

Es stehen für FT die folgenden Einstellungen zur Verfügung:

Parameter	WLAN-Brückenfunktionen
Mobility domain	Die Mobilitätsdomäne des FT-Netzwerks
Preshared key	Die PSK für das FT-Netzwerk
Fast transition clients only	Wenn aktiviert, akzeptiert der Access Point nur Clients, die FT unterstützen

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 Aktiviert mit lokaler Schnittstelle"gewählt wurde)
Netmask	Netzmaske der lokalen Schnittstelle (nur verfügbar, wenn Aktiviert mit lokaler Schnittstelle"gewählt wurde)
MTU	Optional: Maximale Größe einer Übertragungseinheit der lokalen Schnittstelle (nur verfügbar, wenn Aktiviert 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.

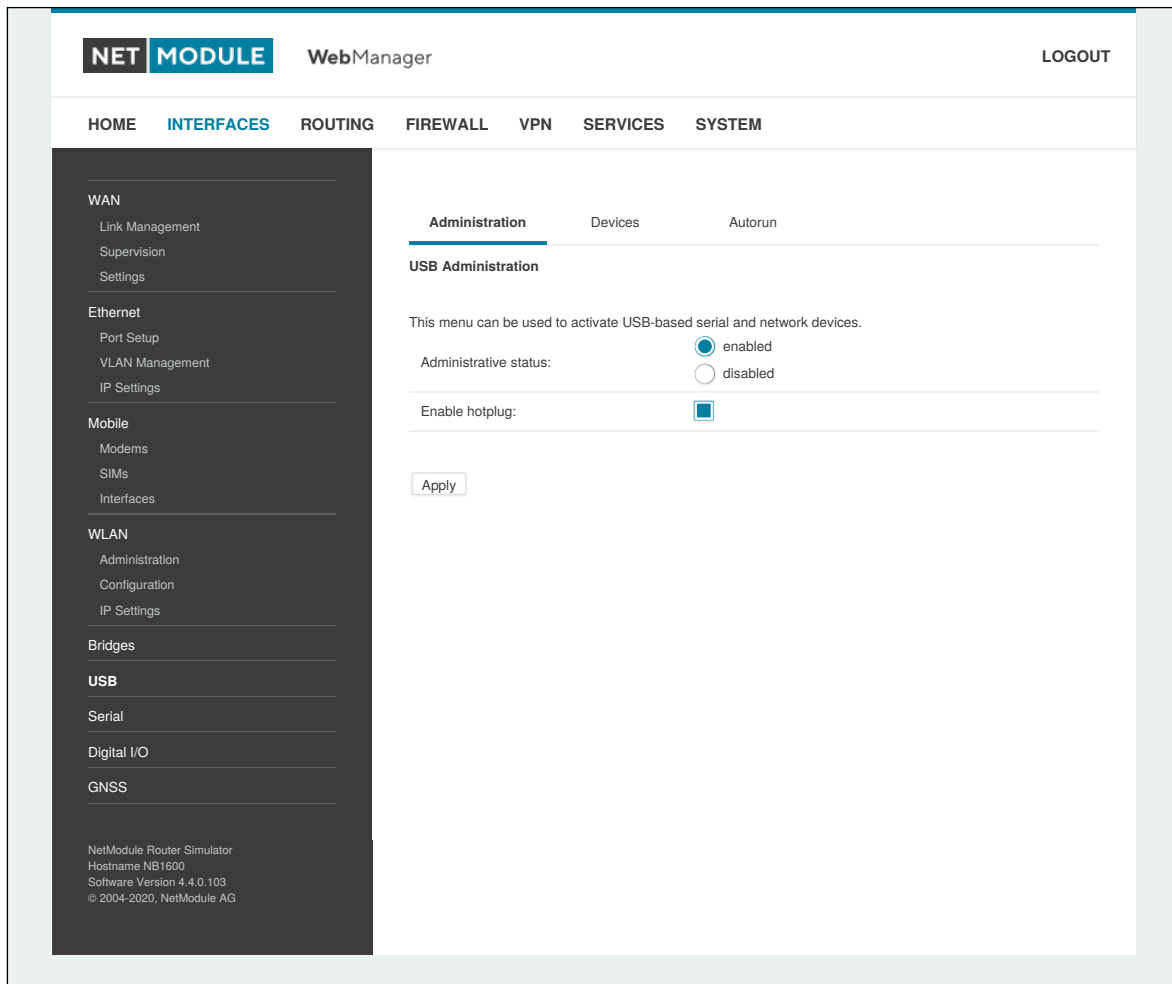


Abbildung 5.20.: USB-Verwaltung

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.

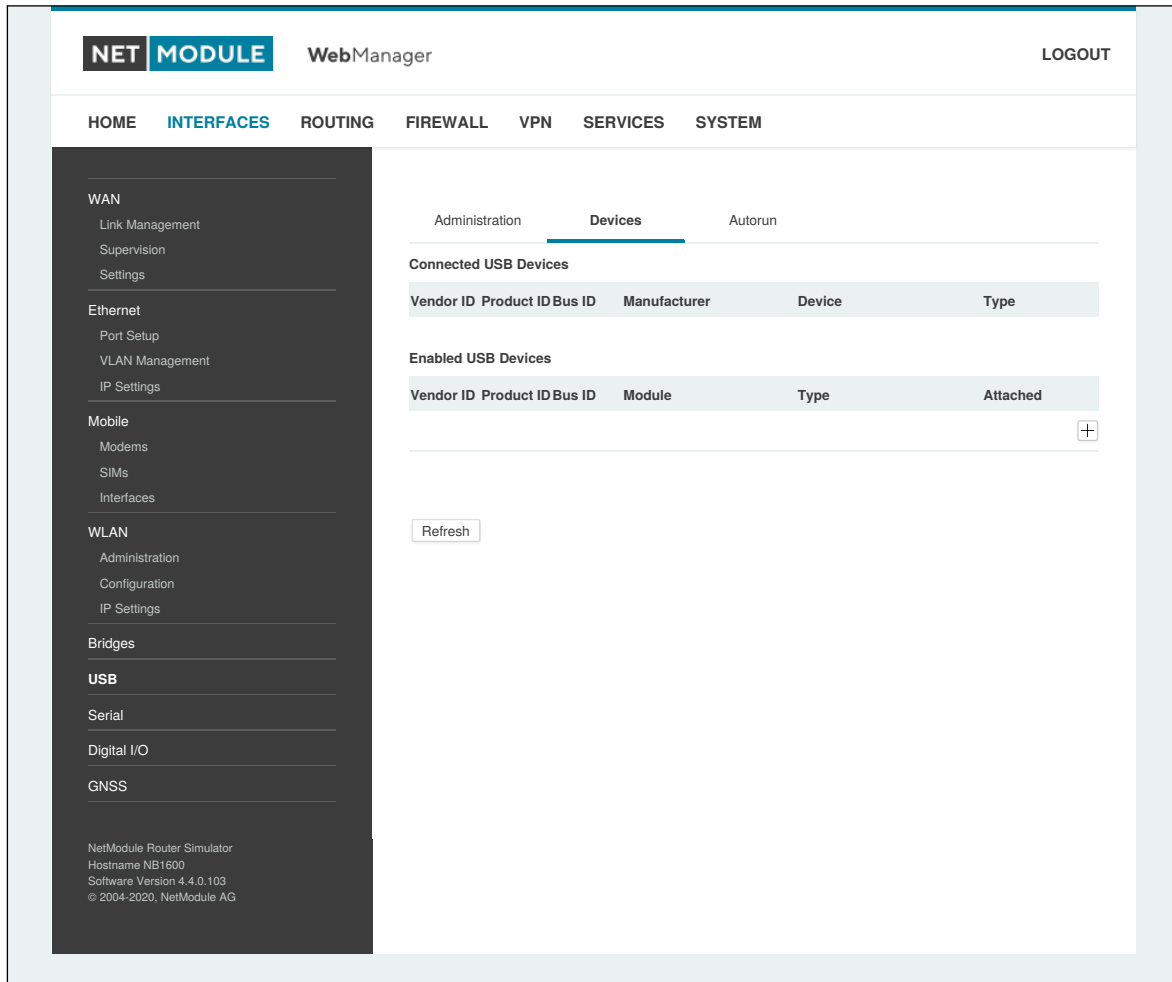


Abbildung 5.21.: USB-Geräteverwaltung

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 seriellm 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.

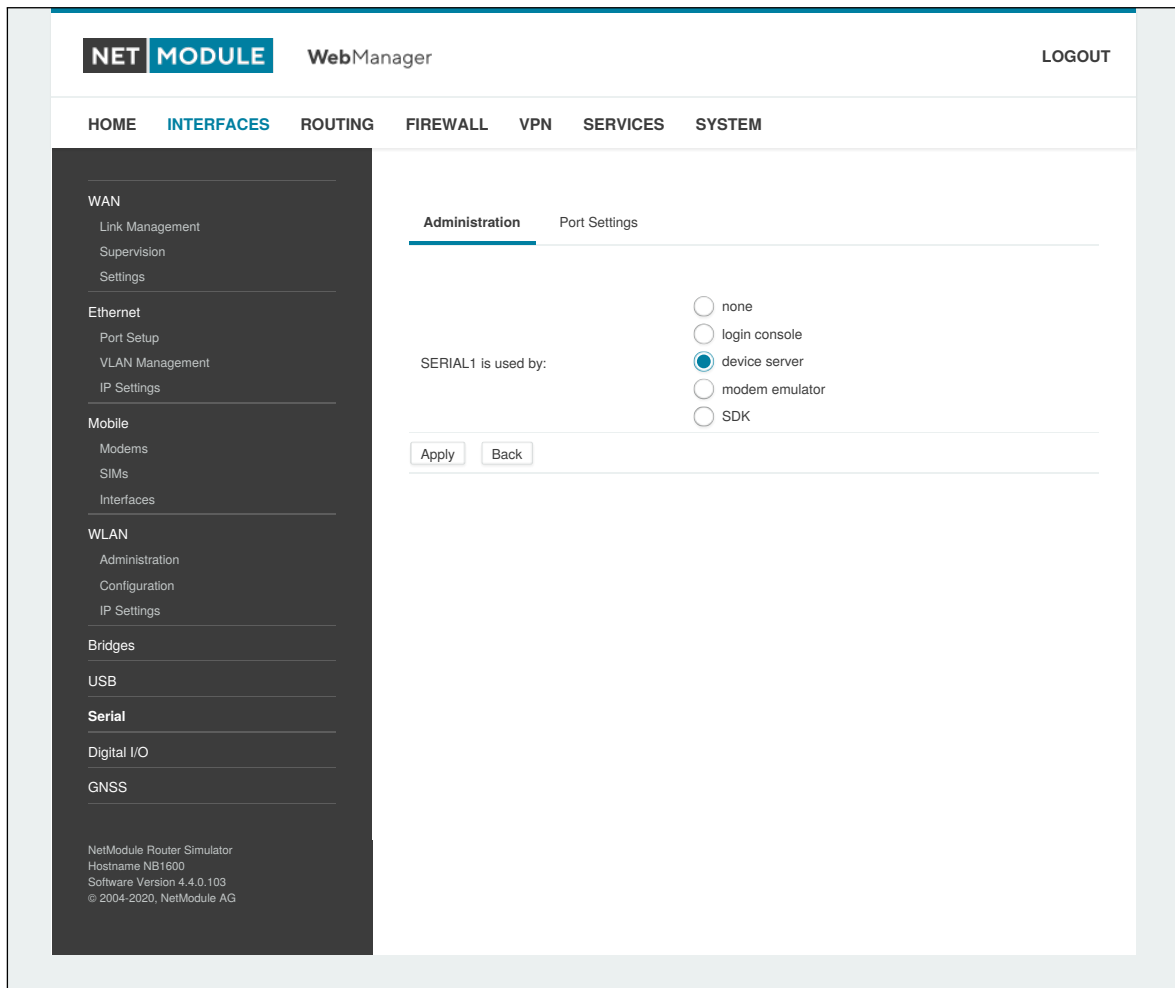


Abbildung 5.22.: Verwaltung der seriellen Schnittstelle

Beim Betrieb eines Geräteservers sind die folgenden Einstellungen verfügbar:

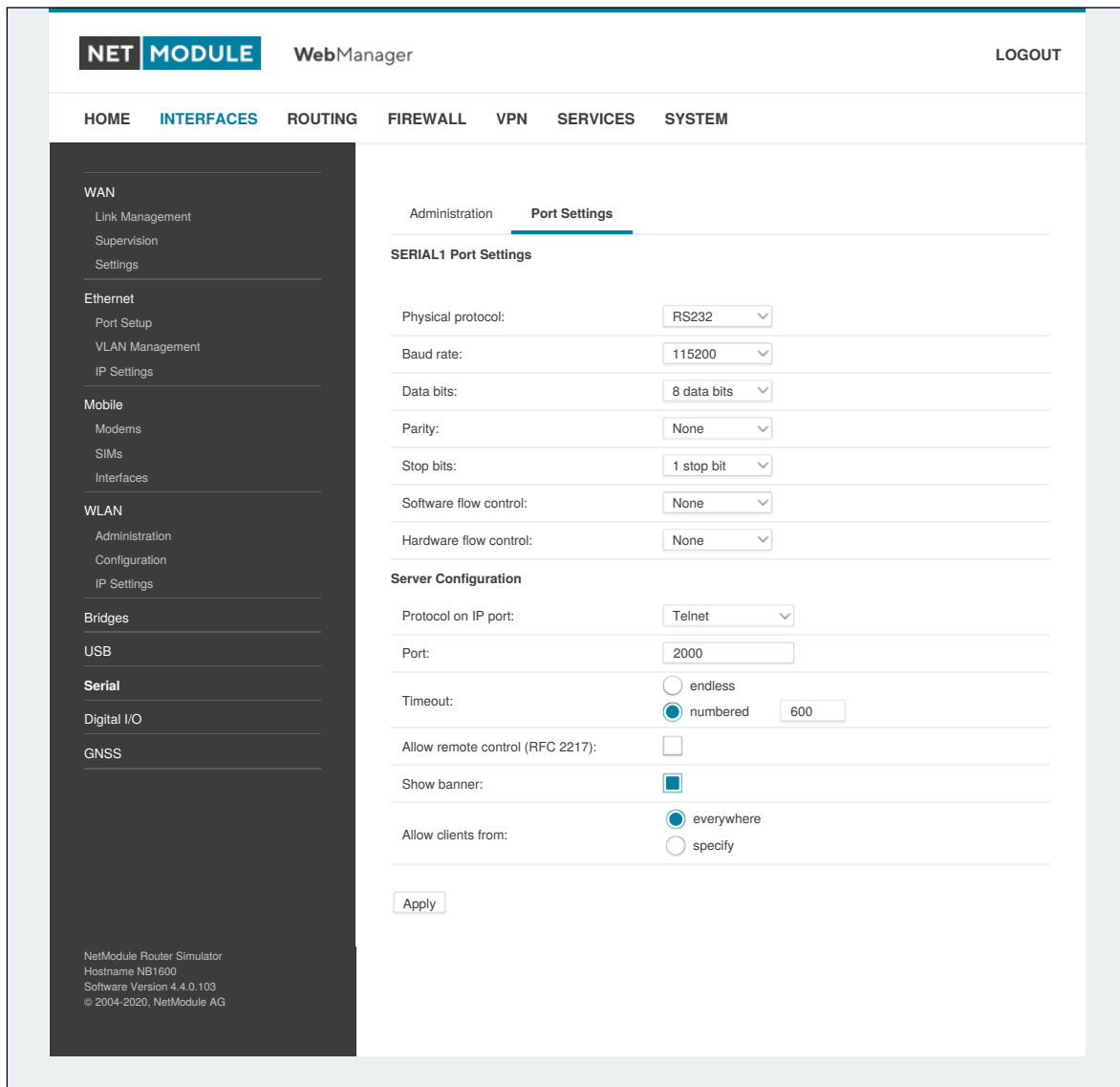


Abbildung 5.23.: Einstellungen der seriellen Schnittstelle

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 Stoppsymbol, XON ein Startsymbol 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. Audio

Audio-Verwaltung

Auf dieser Seite können Sie das Audiomodul vorkonfigurieren. Sie kann später auch für das Sprach-Gateway verwendet werden.

Es bestehen die folgenden Konfigurationsmöglichkeiten:

Parameter	Audio-Einstellungen
Volume level	Standardlautstärke für Line-Out

Audio Testing

Auf dieser Seite können Sie ein Audio-Sample abspielen oder aufnehmen. Für den Wiedergabetest können Sie eine WAV-Datei (2-Kanal, 44100 Hz, 16 Bit) hochladen.

5.3.9. GNSS

Konfiguration

Auf dieser Seite können Sie die im System vorhandenen GNSS-Module aktivieren oder deaktivieren und den Daemon konfigurieren, der einen gemeinsamen Zugriff auf die Empfänger ohne Konflikte oder Datenverluste ermöglicht.

Es antwortet auf Abfragen in einem Format, das wesentlich einfacher zu parsen ist als das direkt vom GNSS-Gerät ausgegebene NMEA-0183-Format.

Wir verwenden derzeit den Berlios-GPS-Daemon (Version 3.15), der das neue JSON-Format unterstützt. Unter <http://www.catb.org/gpsd/> finden Sie weitere Informationen darüber, wie Sie beliebige Clients per Fernzugriff mit dem Daemon verbinden können. Die Positionswerte können auch über die Kommandozeile abgefragt und in SDK-Skripten verwendet werden.

Parameter	Konfiguration des GNSS-Moduls
Administrative status	Aktiviert oder deaktiviert das GNSS-Modul
Operation mode	Die Betriebsart, entweder Standalone oder Assisted (A-GPS)
Antenna type	Der Typ der angeschlossenen GPS-Antenne, entweder passiv oder aktiv mit 3 Volt gespeist
Accuracy	Der GNSS-Empfänger vergleicht die berechnete Positionsgenauigkeit auf Basis auf den Satelliteninformationen und vergleicht sie mit dieser Genauigkeitsschwelle in Metern. Wenn die berechnete Positionsgenauigkeit höher als die Genauigkeitsschwelle ist, wird die Position gemeldet. Stellen Sie diesen Parameter auf einen höheren Schwellenwert ein, wenn der GNSS-Empfänger keinen Positionsfix meldet oder wenn es zu lange dauert, einen solche Positionsfix zu berechnen. Dies kann der Fall sein, wenn keine freie Sicht zur GNSS-Antenne besteht, z. B. in Tunneln oder neben hohen Gebäuden oder Bäumen.
Fix frame interval	Die Zeit, die zwischen Positionsfixes gewartet wird

Wenn das GNSS-Modul AssistNow unterstützt und `operation mode` auf `assisted` gesetzt ist, stehen die folgenden Einstellungen zur Verfügung:

Parameter	GPS-Konfiguration mit GNSS Assisted
Primary URL	Die primäre AssistNow-URL
Secondary URL	Die sekundäre AssistNow-URL



Informationen zu AssistNow: Wenn Sie viele Geräte unterwegs haben, die den AssistNow-Dienst nutzen, sollten Sie in Erwägung ziehen, ein eigenes AssistNow-Token zu erstellen, und zwar unter <http://www.u-blox.com>. Wenn zu viele Anfragen pro Zeiteinheit eintreffen, funktioniert der Dienst möglicherweise nicht wie erwartet. Bei weiteren Fragen wenden Sie sich bitte an unseren Support.

Parameter	Konfiguration des GNSS-Servers
Server port	Der TCP-Anschluss, auf dem der Daemon auf eingehende Verbindungen wartet
Allow clients from	Legt fest, von wo aus sich Clients verbinden können; mögliche Werte sind <code>everywhere</code> oder ein bestimmtes Netzwerk
Clients start mode	Legt fest, wie die Datenübertragung erfolgt, wenn ein Client eine Verbindung herstellt. Möglich ist <code>on request</code> , was typischerweise erfordert, dass ein <code>R</code> gesendet wird. Die Daten werden sofort gesendet, wenn der Modus <code>raw</code> aktiv ist, wobei dann NMEA-Frames ausgeliefert werden, oder <code>super-raw</code> , wobei die Originaldaten des GPS-Empfängers ausgeliefert werden. Wenn der Client das JSON-Format unterstützt (d. h. eine neuere <code>libgps</code> verwendet), kann auch der Modus <code>json mode</code> festgelegt werden.

Überlegen Sie, ob Sie nicht den Zugriff auf den Server-Anschluss beschränken sollten, entweder durch Angabe eines dedizierten Client-Netzwerks oder durch eine Firewall-Regel.



Informationen zu Dead Reckoning: Wenn Sie ein Gerät haben, das Dead Reckoning unterstützt, finden Sie weitere Informationen in der Installationsanleitung für GNSS Dead Reckoning, oder Sie kontaktieren unseren Support.

Position

Auf dieser Seite finden Sie weitere Informationen zu sichtbaren Satelliten und den erhaltenen Werten:

Parameter	GNSS-Information
Latitude	Die geografische Koordinate, die die Nord-Süd-Position angibt
Longitude	Die geografische Koordinate, die die Ost-West-Position angibt
Altitude	Die Höhe über dem Meeresspiegel des aktuellen Standorts
Satellites in view	Die Anzahl der sichtbaren Satelliten, wie in GPGSV-Frames angegeben
Geschwindigkeit:	Die horizontale und vertikale Geschwindigkeit in Metern pro Sekunde, wie in den GPRMC-Frames angegeben
Satellites used	Die Anzahl der Satelliten, die für die Berechnung der Position verwendet werden, wie in den GPGGA-Frames angegeben
Dilution of precision	Die Verringerung der Genauigkeit (DOP bzw. GDOP), wie in den GPGSA-Frames angegeben

Darüber gibt es zu jedem Satelliten die folgenden Detailangaben:

Parameter	GNSS-Satelliteninformationen
PRN	Der PRN-Code des Satelliten (auch als Satelliten-ID oder -Kennung bezeichnet), wie in den GPGSA-Frames angegeben
Elevation	Die Winkelhöhe (vertikaler Winkel der Schüsselausrichtung) in Grad, wie in den GPGSV-Frames angegeben
Azimuth	Der Azimut (Drehung um die vertikale Achse) in Grad, wie in den GPGSV-Frames angegeben
SNR	Das SNR (Signal-Rausch-Verhältnis), oft auch als Signalstärke bezeichnet

Bitte beachten Sie, dass die Werte so angezeigt werden, wie sie vom Daemon berechnet wurden; ihre Genauigkeit ist möglicherweise nur ungefähr.

Überwachung

Parameter	GNSS-Überwachung
Administrative status	Aktiviert oder deaktiviert die GNSS-Überwachung
Mode	Legt fest, ob der NMEA-Stream oder die GPS-Positionsfixes überwacht werden sollen
Max. downtime	Die Zeitspanne ohne gültigen NMEA-Stream oder GPS-Positionsfix, nach der eine Notfallaktion erfolgt.



Parameter	GNSS-Überwachung
Emergency action	<p>Die entsprechende Notfallaktion. Sie können entweder nur den Server neu starten lassen, wodurch auch die GPS-Funktion auf dem Modul neu initialisiert wird, oder in schwierigen Fällen das Modul zurücksetzen.</p> <p>Bitte beachten Sie, dass dies Auswirkungen auf laufende WWAN/SMS-Dienste haben kann.</p>

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.

The screenshot shows the 'Static Routes' configuration page in the NET MODULE WebManager. The page title is 'WebManager' and it includes a 'LOGOUT' link. The navigation menu includes 'HOME', 'INTERFACES', 'ROUTING', 'FIREWALL', 'VPN', 'SERVICES', and 'SYSTEM'. The sidebar on the left lists various routing and network management options. The main content area displays a table of static routes with columns for Destination, Netmask, Gateway, and Interface Metric Flags. Below the table is a 'Route lookup' link and a plus sign icon for adding new routes.

Destination	Netmask	Gateway	Interface	Metric	Flags
192.168.1.0	255.255.255.0	0.0.0.0	LAN1	0	AN
192.168.101.0	255.255.255.0	0.0.0.0	LAN1-1	0	AN
192.168.102.0	255.255.255.0	0.0.0.0	LAN1-2	0	AN
192.168.200.0	255.255.255.0	0.0.0.0	WLAN1	0	AN

Abbildung 5.24.: Statisches Routing

Im Allgemeinen haben Hostrouten Vorrang vor Netzwerkrouuten und Netzwerkrouuten Vorrang vor Standardrouuten. 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 5.54.: 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.

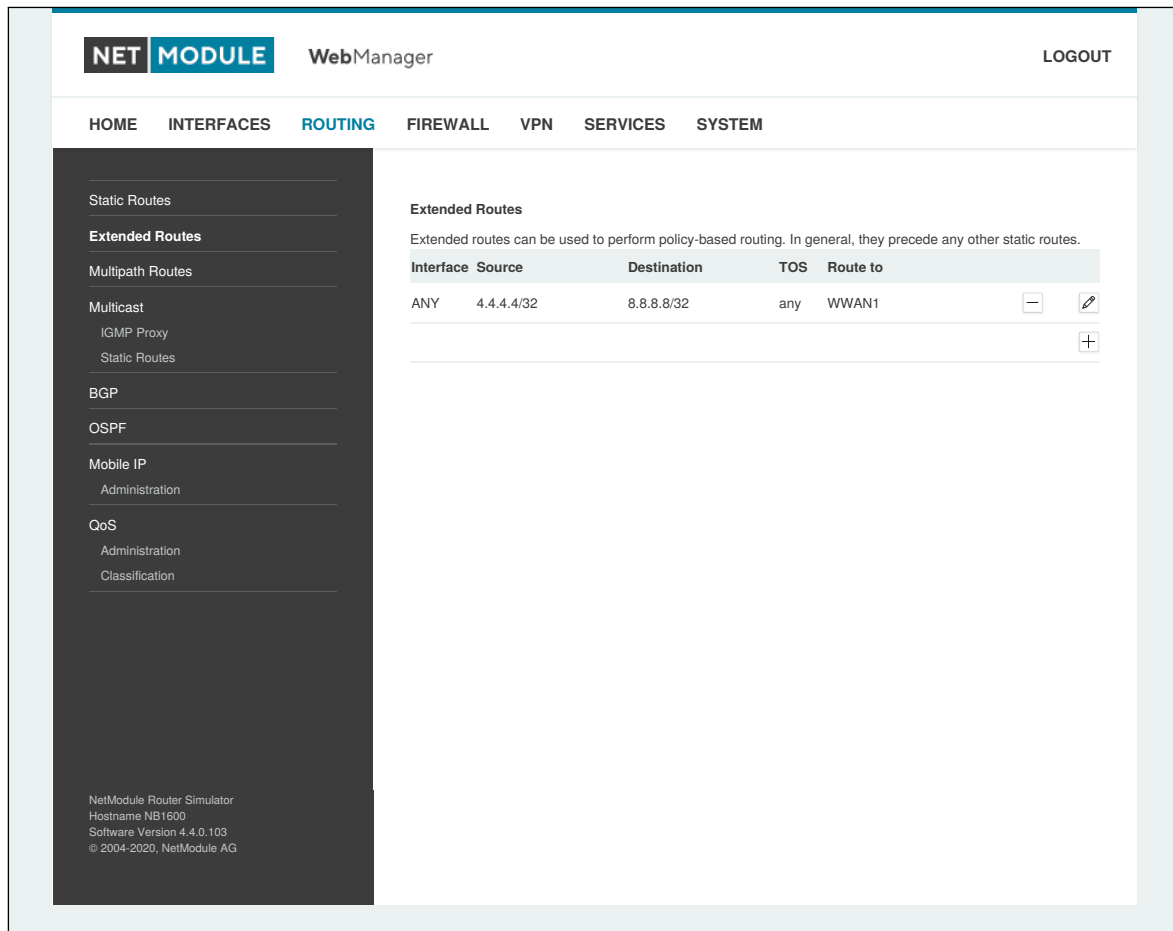


Abbildung 5.25.: Erweitertes Routing

Im Gegensatz zu statischen Routen können erweiterte Routen nicht nur eine Zieladresse/Netzmaske, sondern auch eine Quelladresse/Netzmaske, die eingehenden Schnittstelle und den Dienstyp (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.

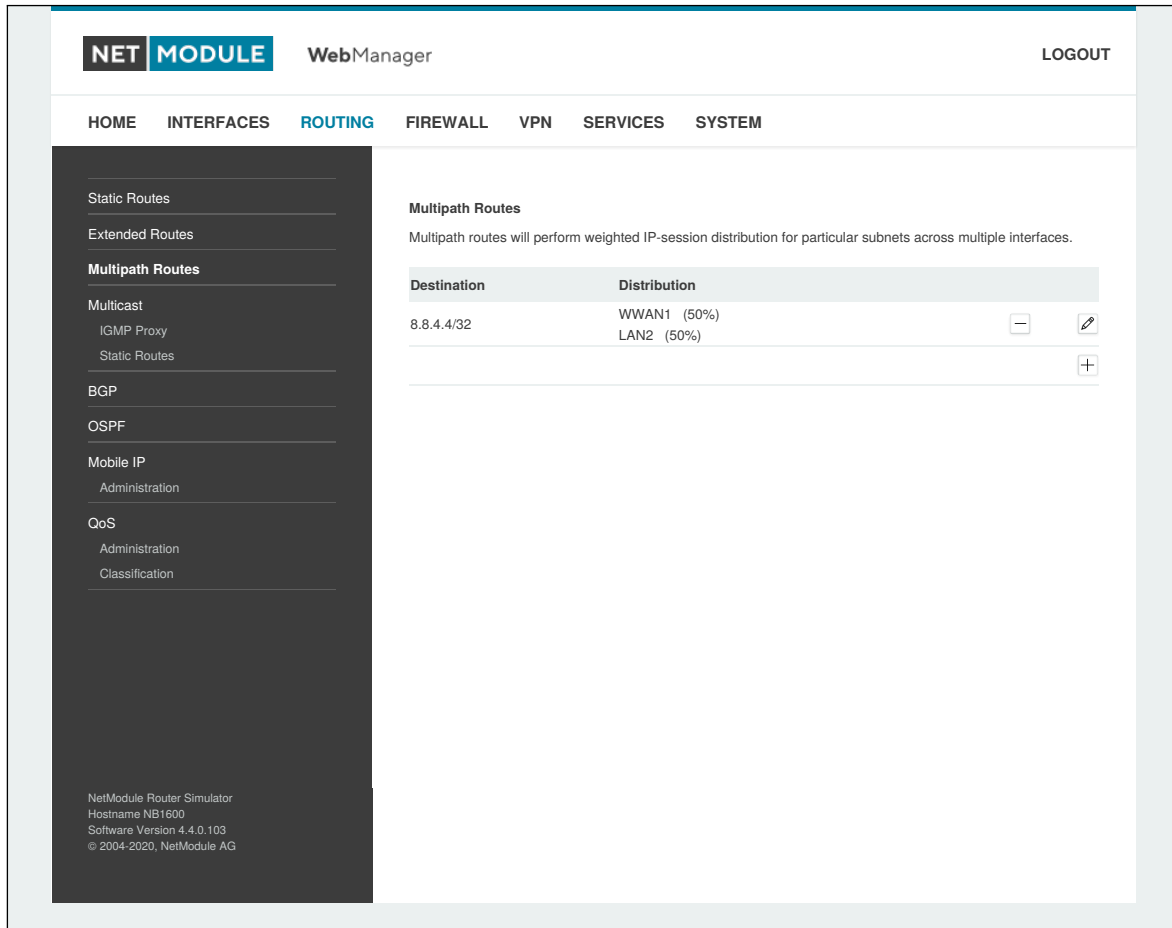


Abbildung 5.26.: Multipath-Routing

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 Umschaltvorgangs 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 <code>home agent address</code>	Die Adresse des primären <code>home agent</code>
Secondary <code>home agent address</code>	Die Adresse des sekundären <code>home agent</code> . Der mobile Knoten wird versuchen, sich hier anzumelden, wenn der primäre <code>home agent</code> nicht erreichbar ist.
Home address	Die permanenten Home-Adresse des <code>mobile node</code> über den der mobile Router jederzeit erreichbar ist.
SPI	Der Security Parameter Index (SPI), der den Sicherheitskontext für den mobilen IP-Tunnel zwischen dem <code>mobile node</code> und dem <code>home agent</code> . 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 <code>mobile node</code> beim <code>home agent</code> genutzt wird. Dies kann ein 128-Bit-Hexadezimalwert oder eine ASCII-Zeichenkette beliebiger Länge sein.
Life time	Die Gültigkeitsdauer 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 <code>mobile node</code> weitergeleitet werden soll, Diese Information wird über die Erweiterungen der Netzwerkmobilität (NEMO) an den <code>home agent</code> weitergeleitet. Der <code>home agent</code> kann dann automatisch IP-Routen für das Subnetz über den <code>mobile node</code> hinzufügen. Hinweis: Diese Funktion wird nicht von allen <code>home agent</code> -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.

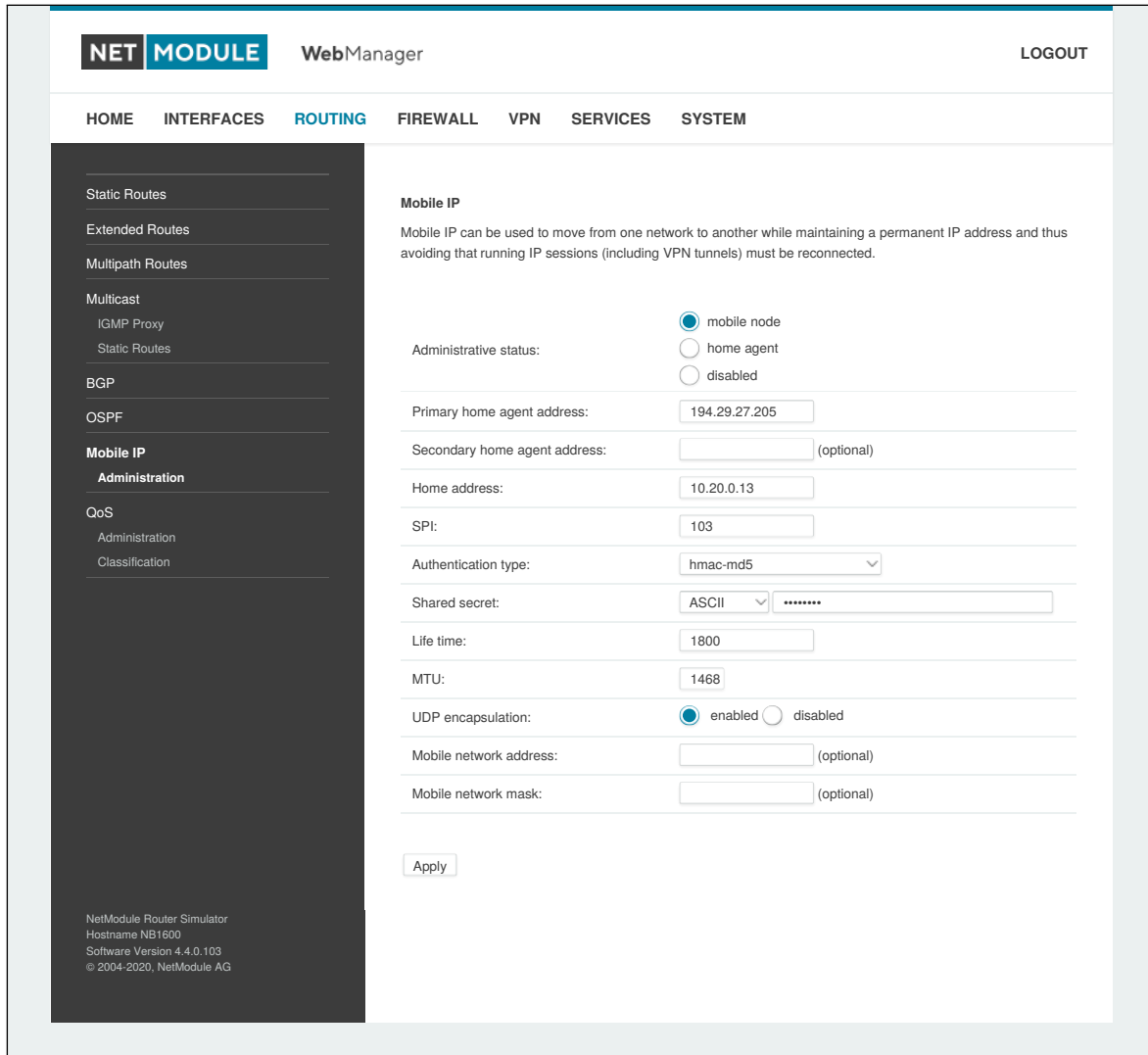


Abbildung 5.27.: Mobile IP

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 betreffende 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 <code>auto</code> 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.

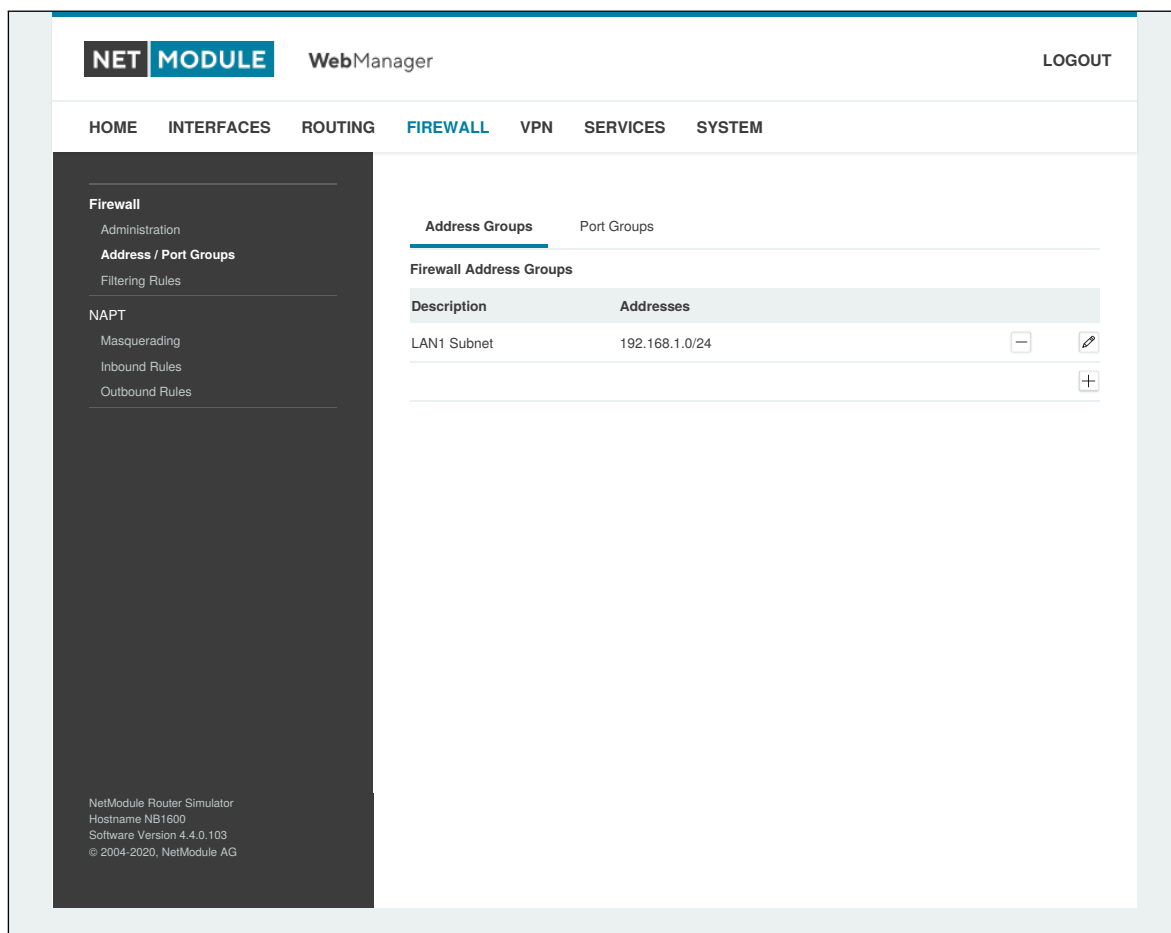


Abbildung 5.28.: Firewall-Gruppen

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).

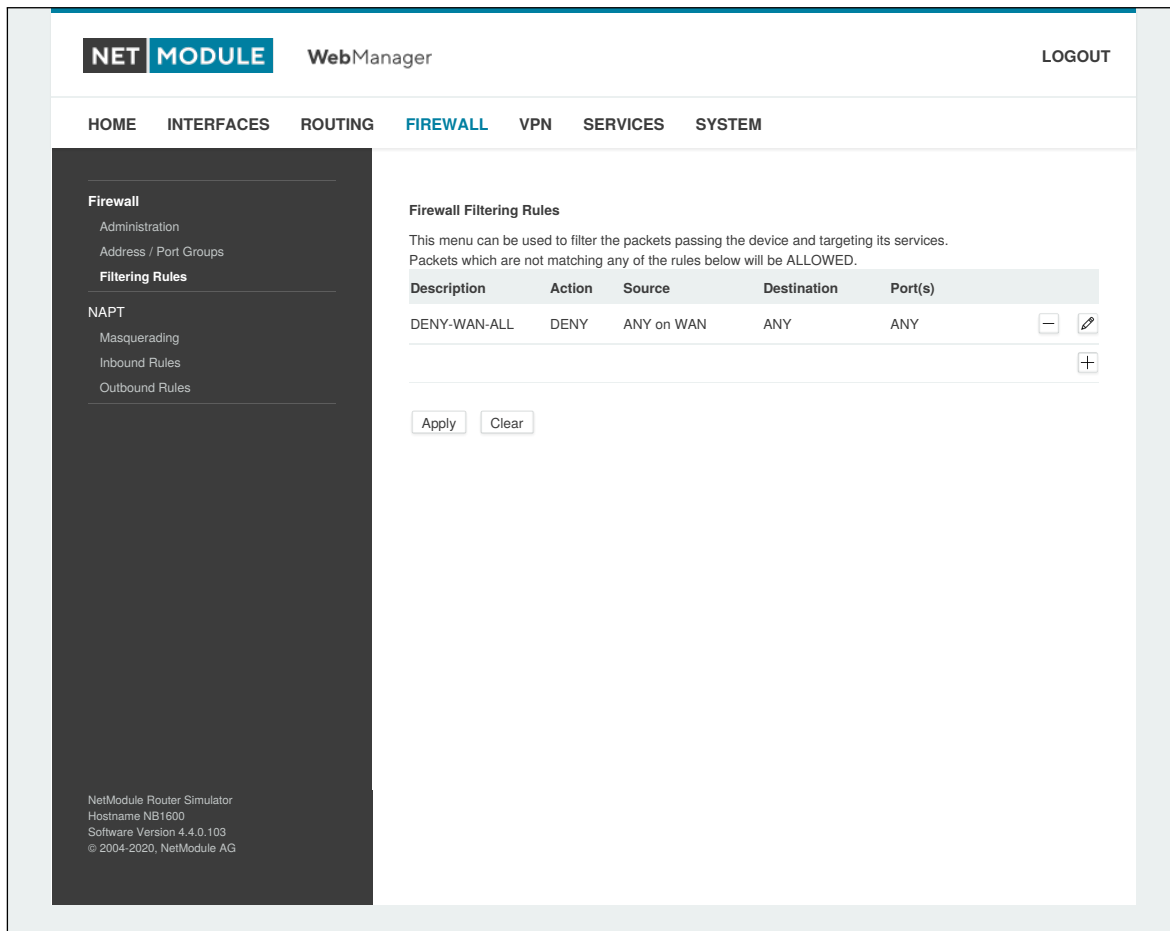


Abbildung 5.29.: Firewall-Regeln

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.

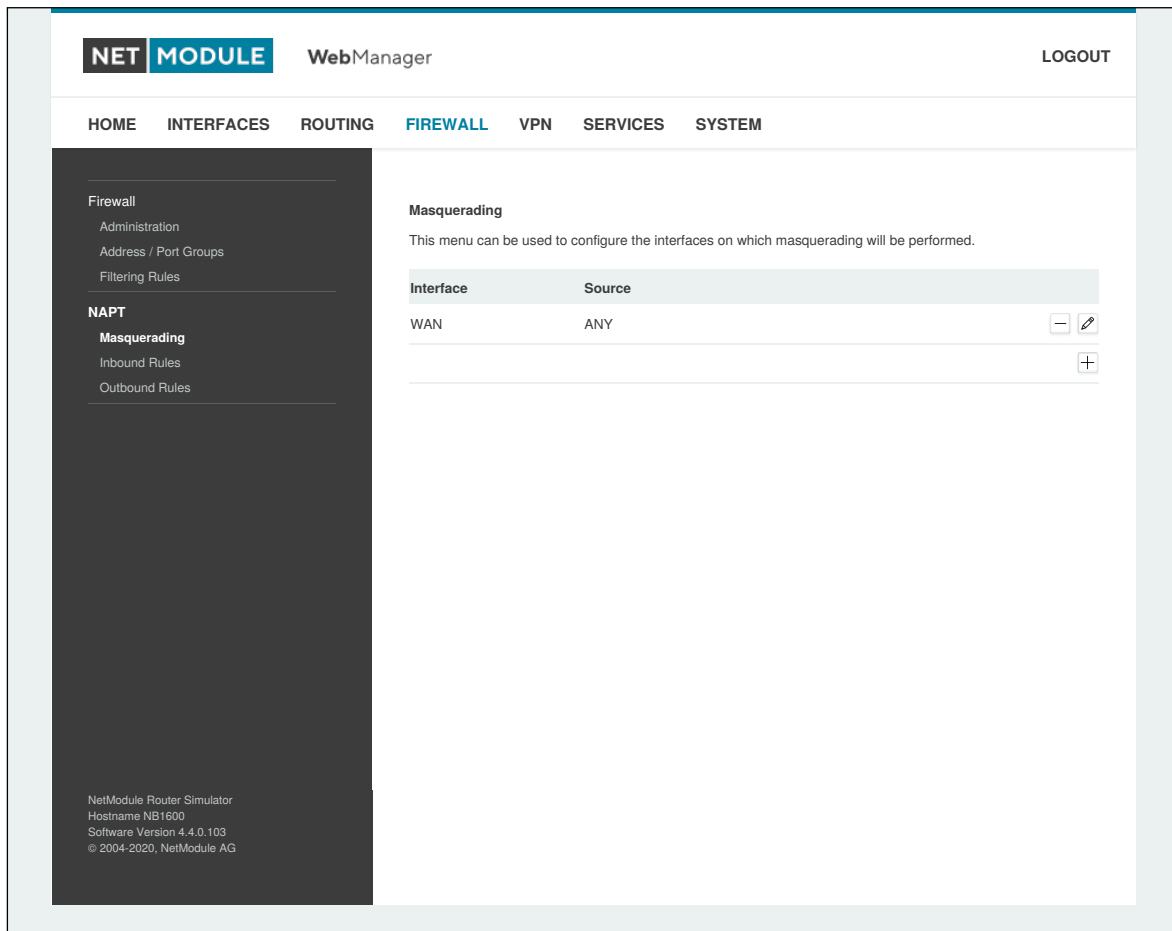


Abbildung 5.30.: Maskierung (Masquerading)

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 mas-kiert 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

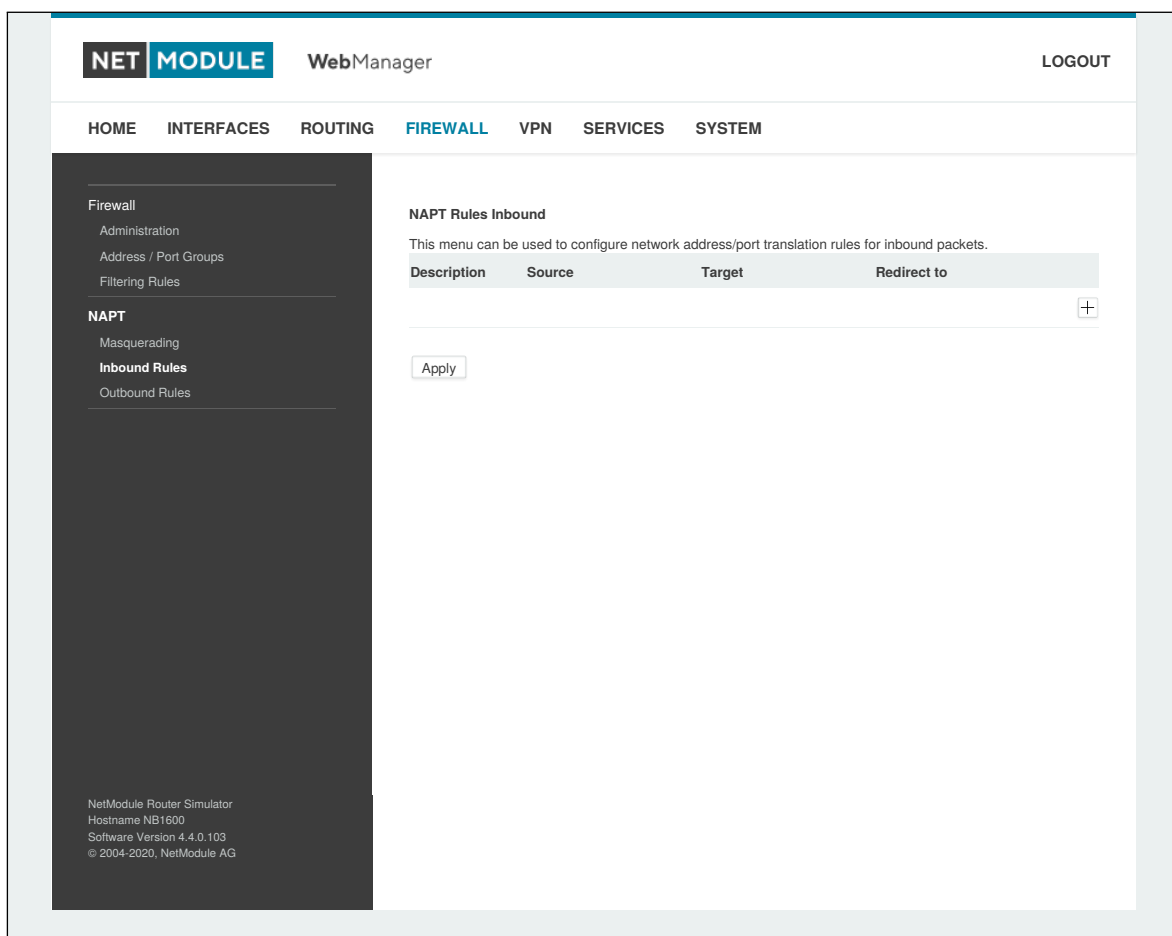


Abbildung 5.31.: NAPT-Regeln für eingehende Pakete

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

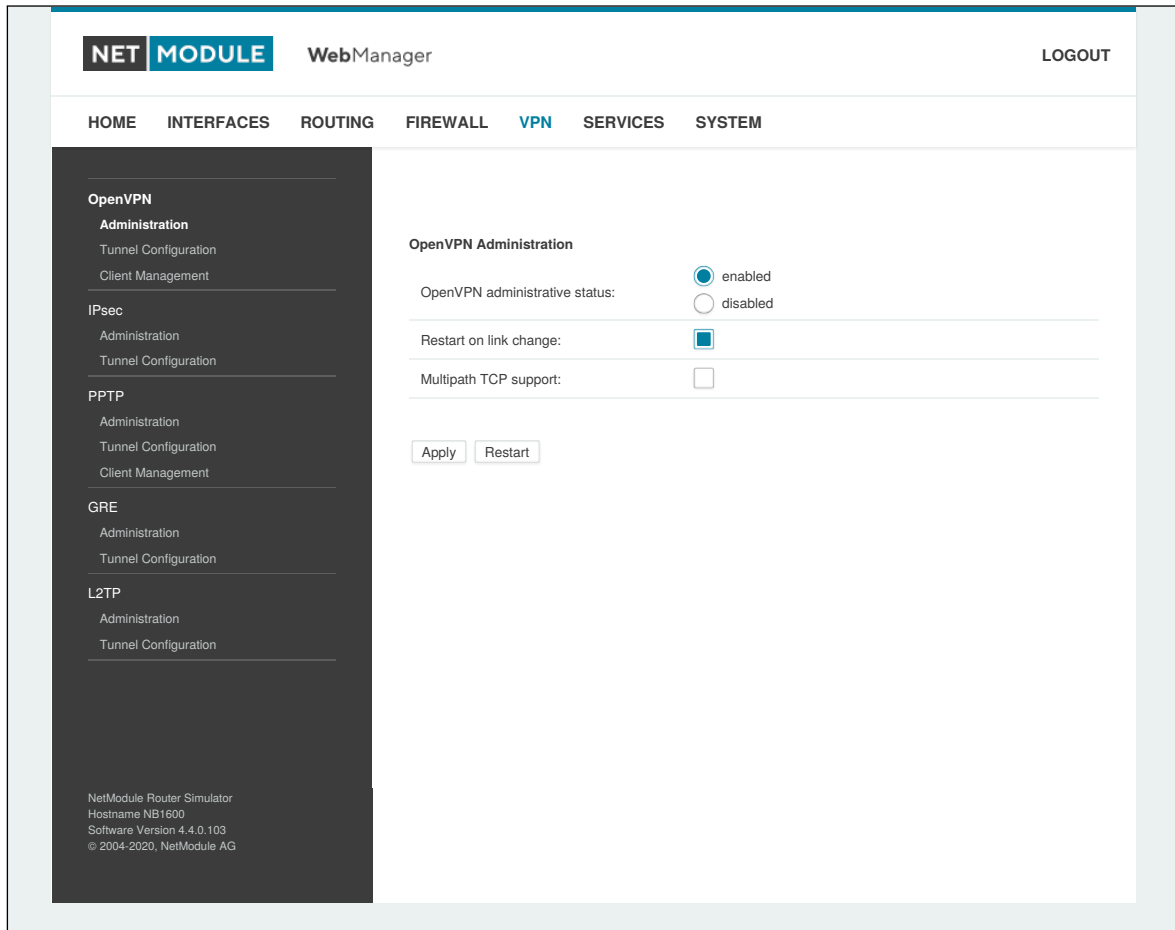


Abbildung 5.32.: Verwaltung von OpenVPN

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.

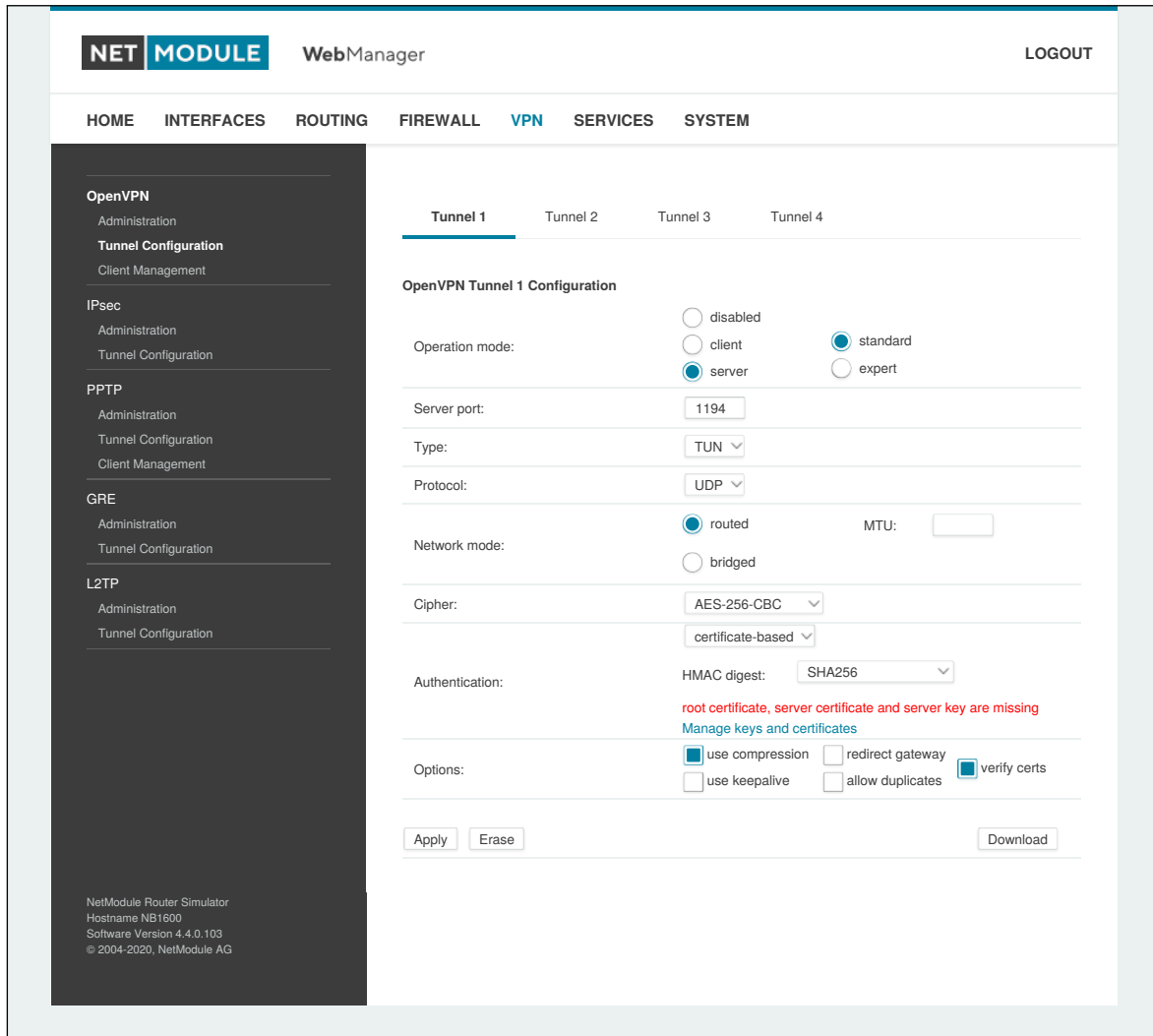


Abbildung 5.33.: Konfiguration von OpenVPN

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 gebückte 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 gebückt 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.

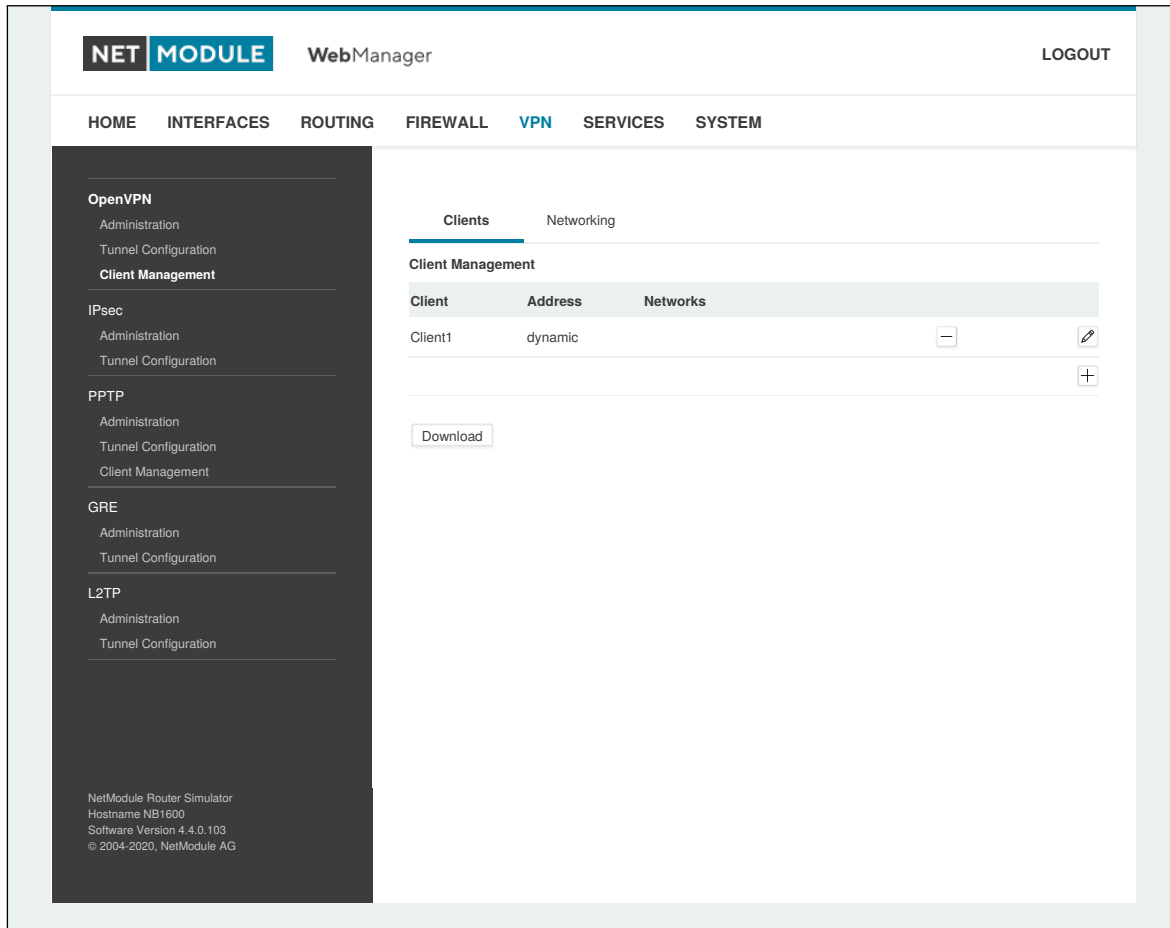


Abbildung 5.34.: OpenVPN-Client-Verwaltung

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:

Mechanismus	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 <code>main</code> oder <code>aggressive</code> erfolgen. Im Modus <code>main</code> arbeitet das Protokoll mit dem Diffie-Hellman-Schlüsselaustausch und die Authentifizierung wird immer mit dem ausgehandelten Schlüssel verschlüsselt. Im Modus <code>aggressive</code> 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

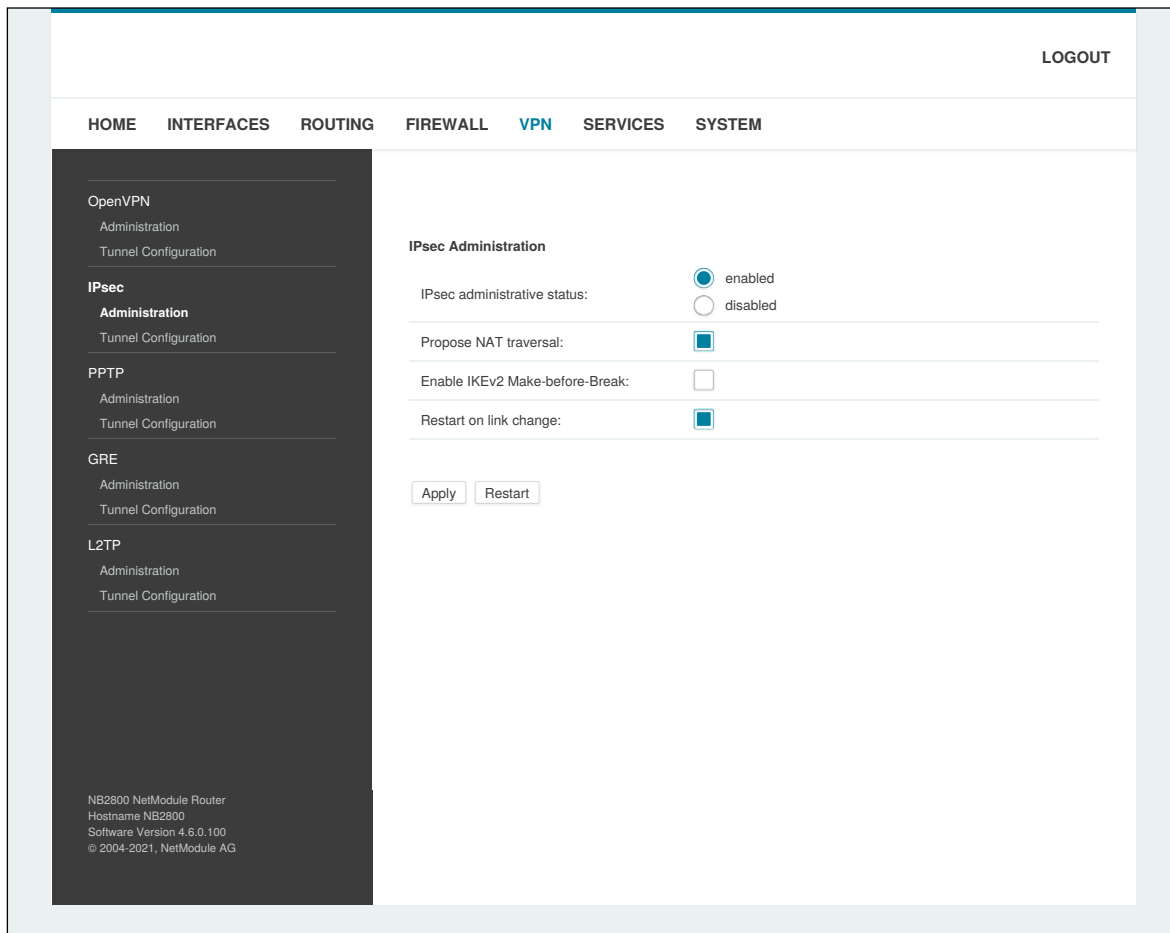


Abbildung 5.35.: IPsec-Verwaltung

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 Reauthifizierung 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

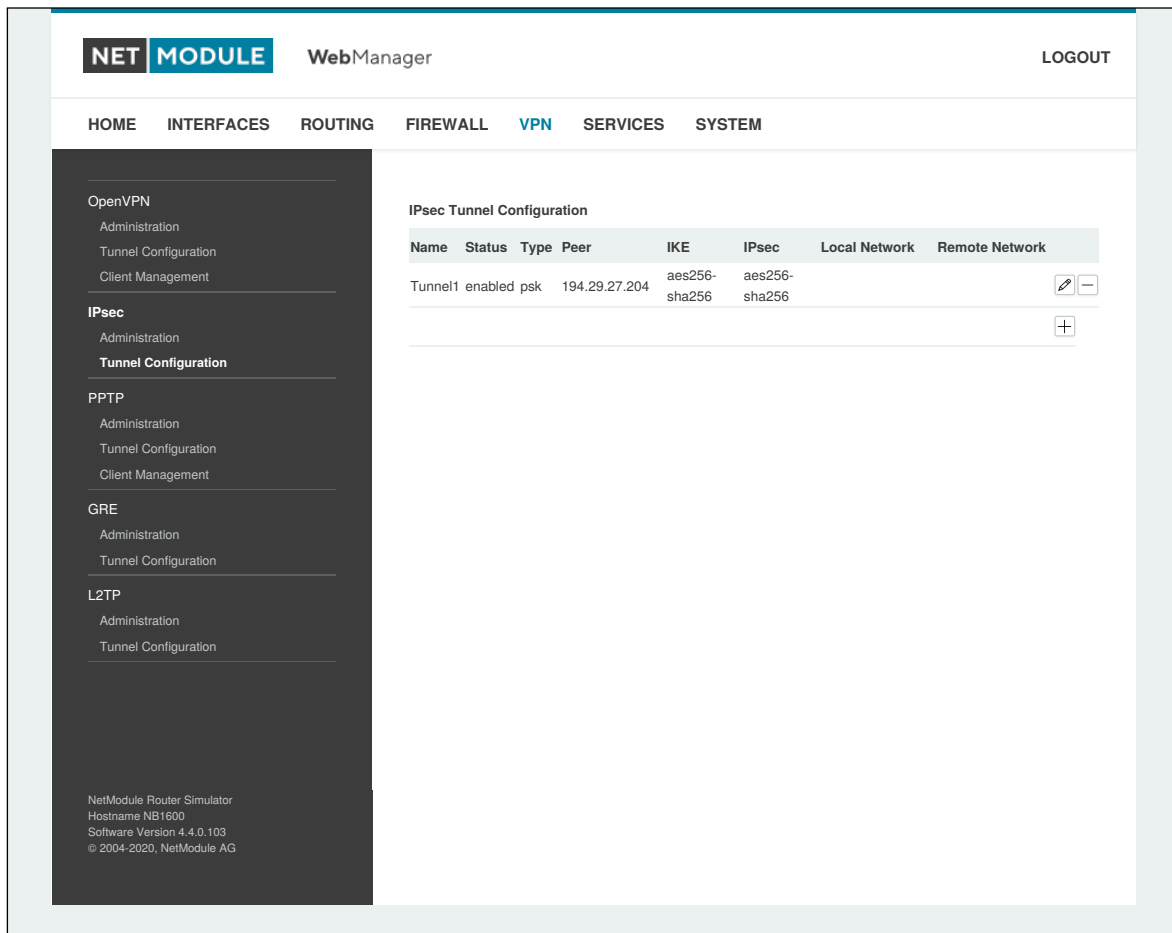


Abbildung 5.36.: IPSec-Konfiguration

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 <code>main</code> verwendet werden, aber der Modus <code>aggressive</code> 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 Associations (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 Associations (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.

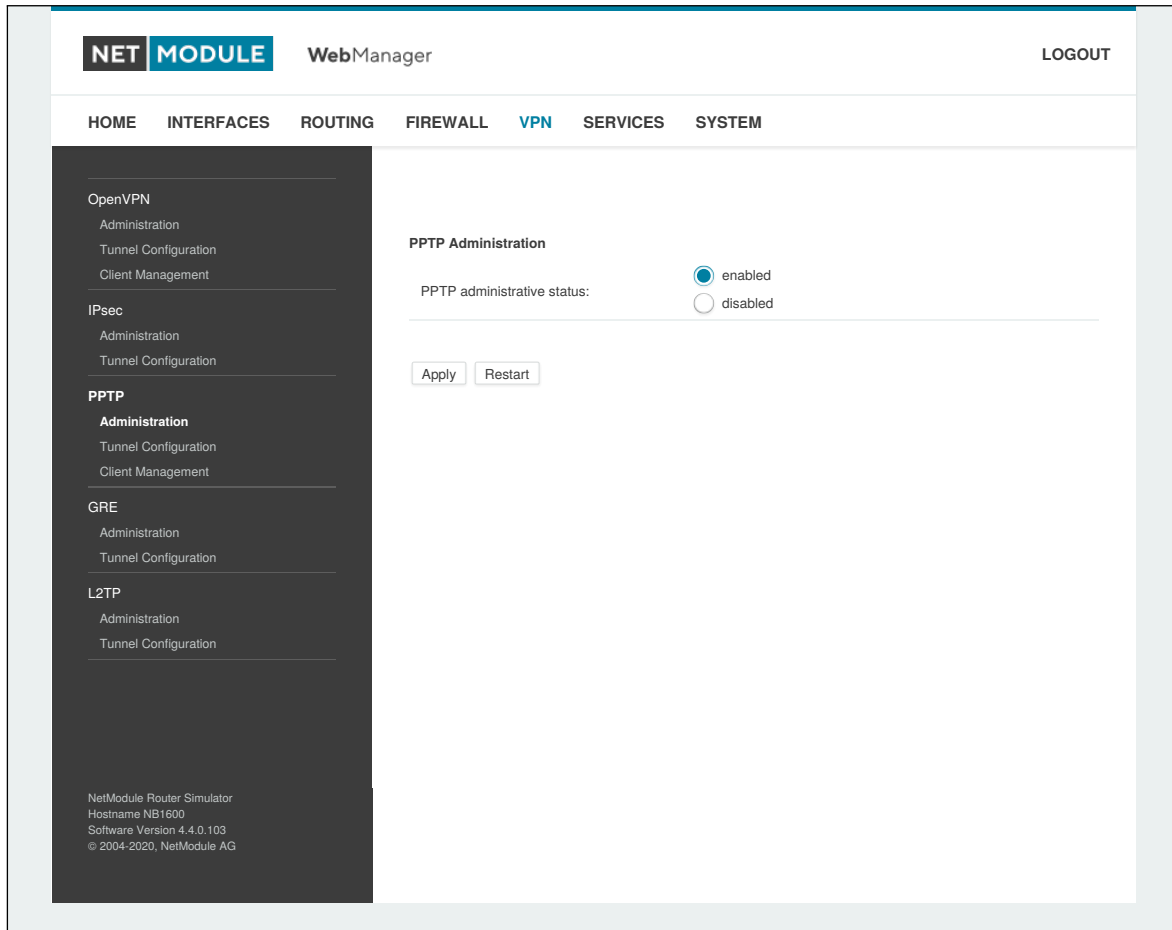


Abbildung 5.37.: PPTP-Verwaltung

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.

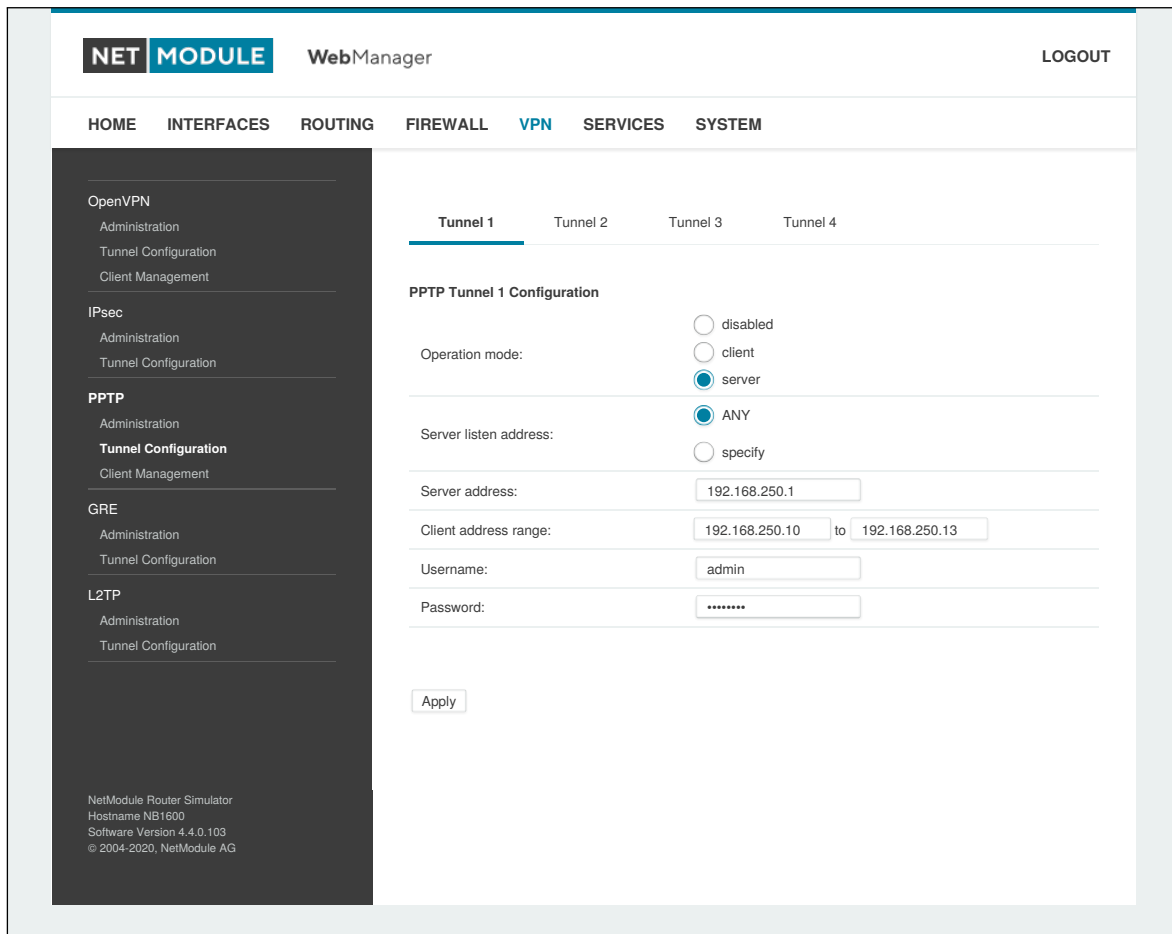


Abbildung 5.38.: Konfiguration eines PPTP-Tunnels

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.

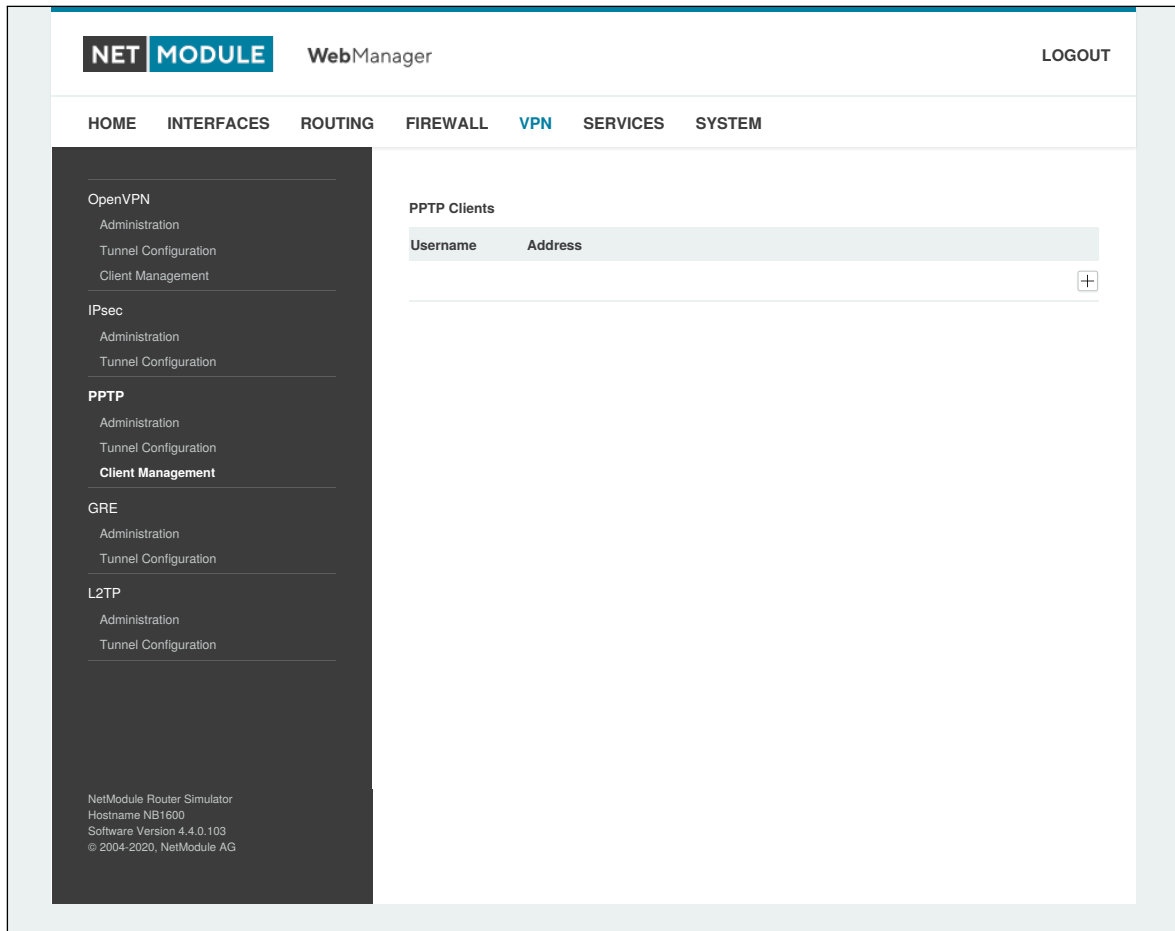


Abbildung 5.39.: PPTP-Client-Verwaltung

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 Transportprotokoll
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 Dienstyp angeben, sodass sich das Modem nur bei GSM anmelden kann. Eine gleichzeitige Verwendung ausgehender WWAN-Schnittstellen und Einwahlverbindungen ist natürlich nicht möglich.

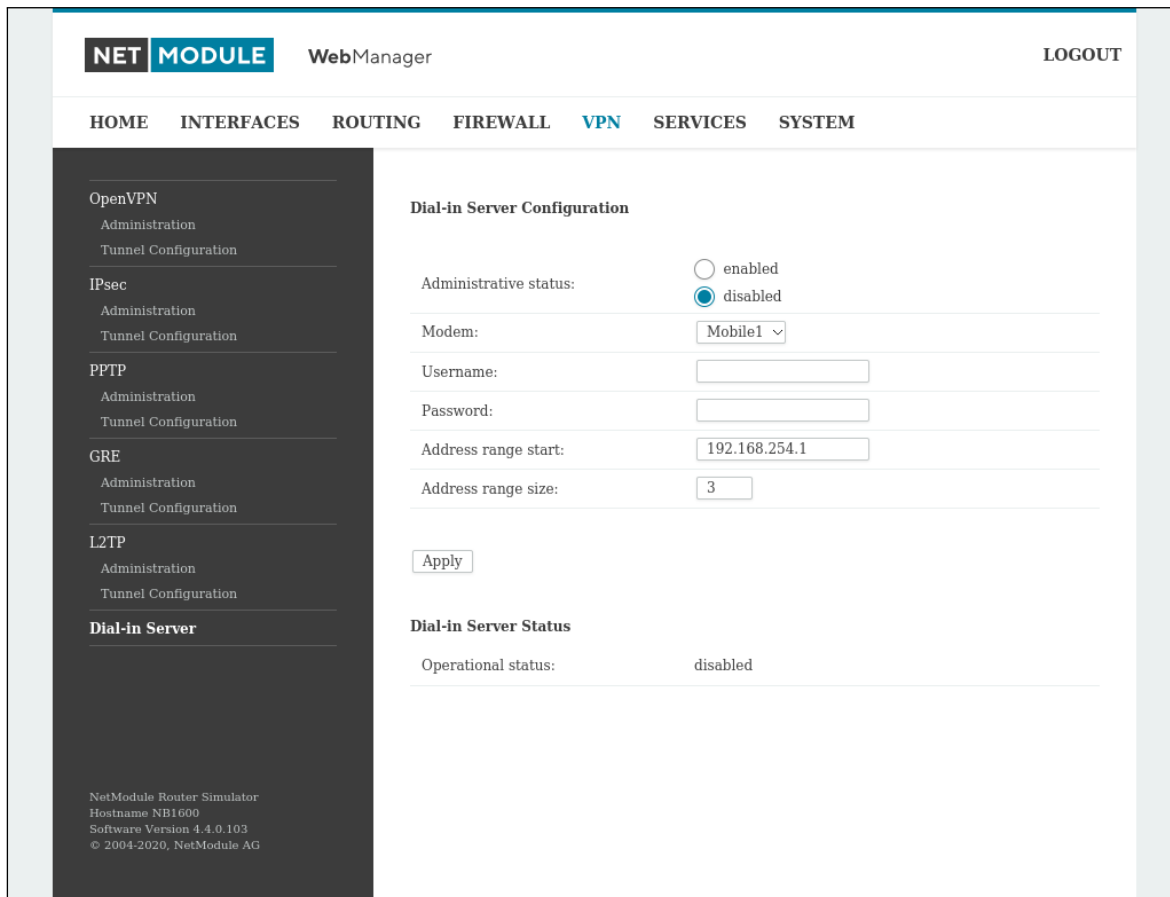


Abbildung 5.40.: Einwahlserver-Einstellungen

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"):
```

<code>wanlink.0.mode</code>	<code>wanlink.0.multipath</code>	<code>wanlink.0.name</code>
<code>wanlink.0.options</code>	<code>wanlink.0.passthru</code>	<code>wanlink.0.prio</code>
<code>wanlink.0.suspend</code>	<code>wanlink.0.switchback</code>	<code>wanlink.0.weight</code>

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

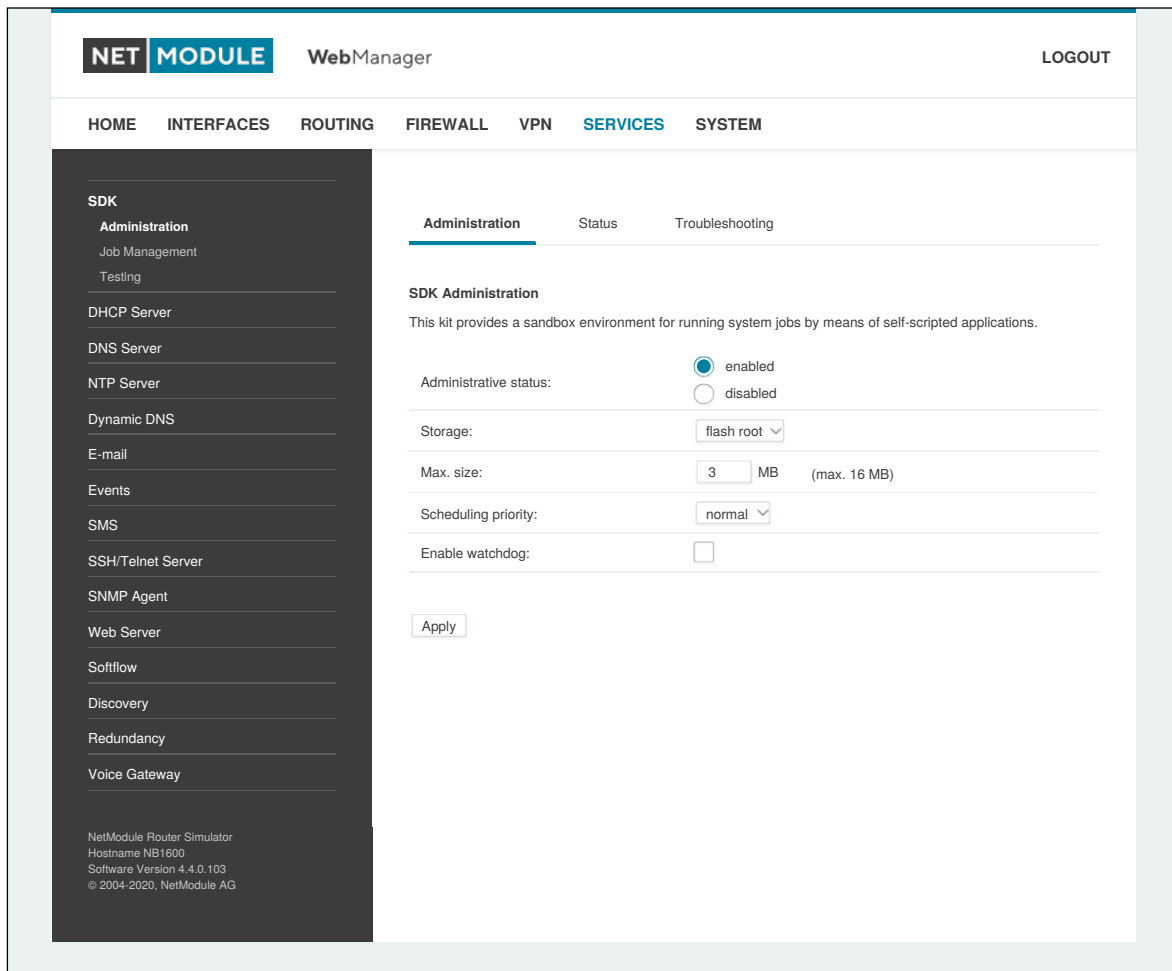


Abbildung 5.41.: SDK-Verwaltung

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 Skriptaussgabe im Bereich Fehlerbehebung einsehen, wo Sie auch Links zum Herunterladen der Handbücher und Beispiele finden.

Job-Verwaltung

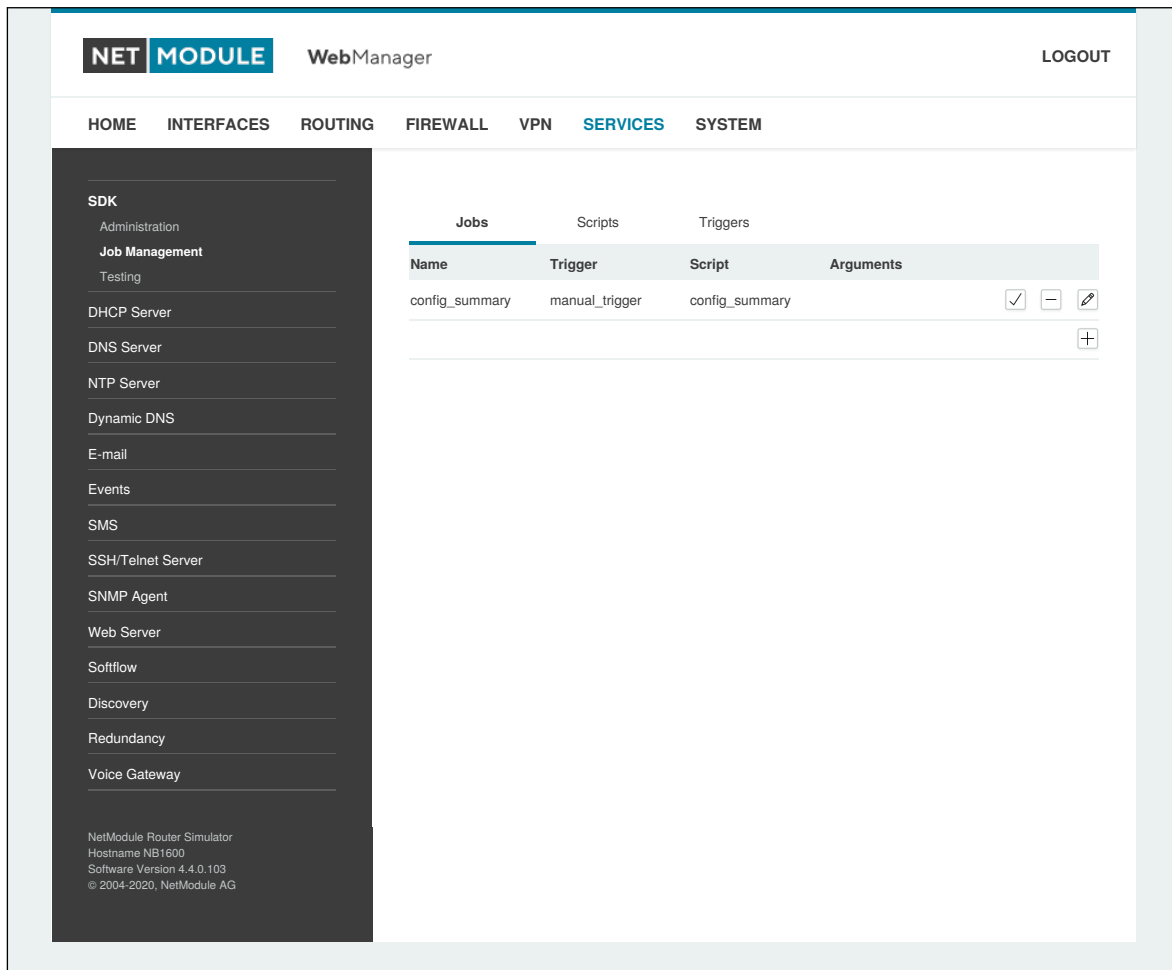


Abbildung 5.42.: SDK-Jobs

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 5.102.: 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.

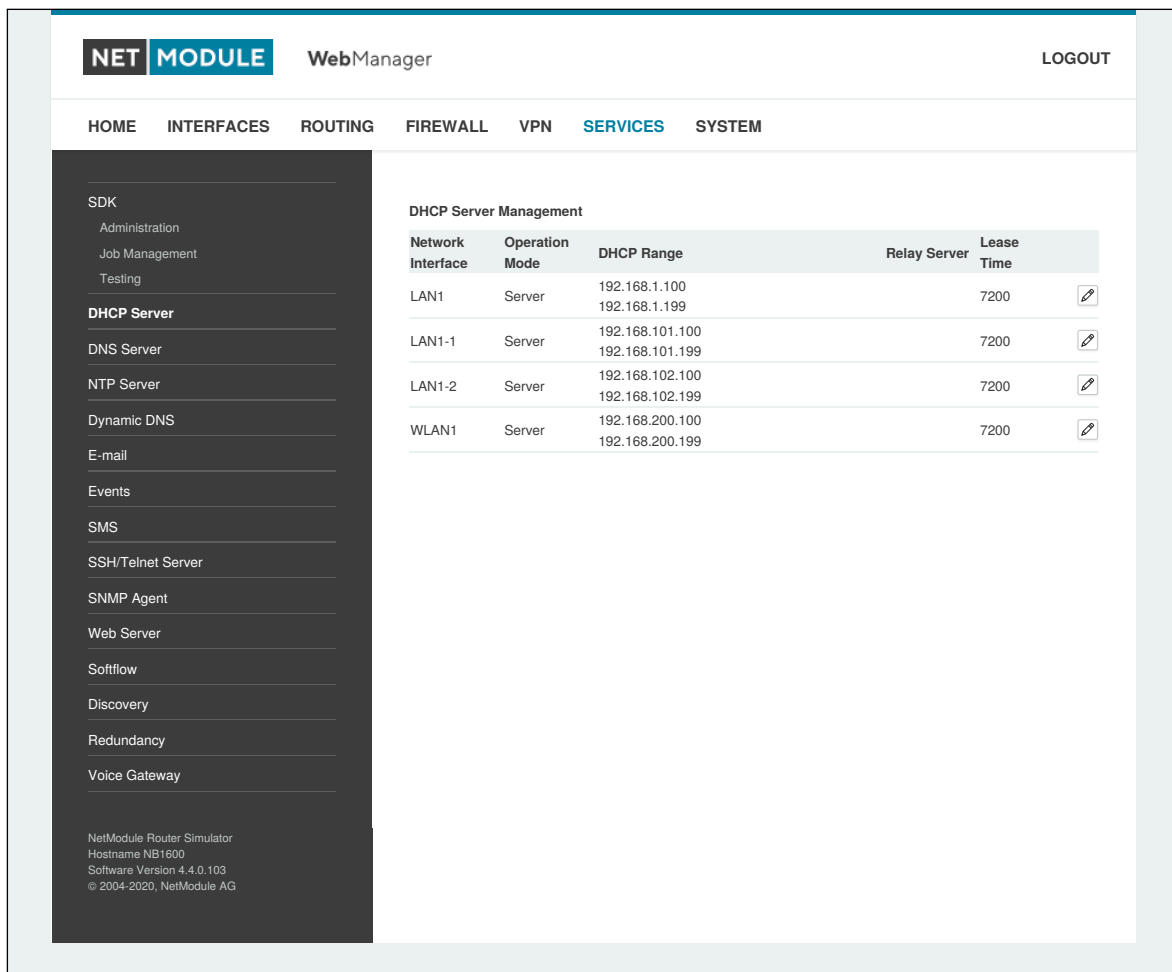


Abbildung 5.43.: DHCP-Server

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.

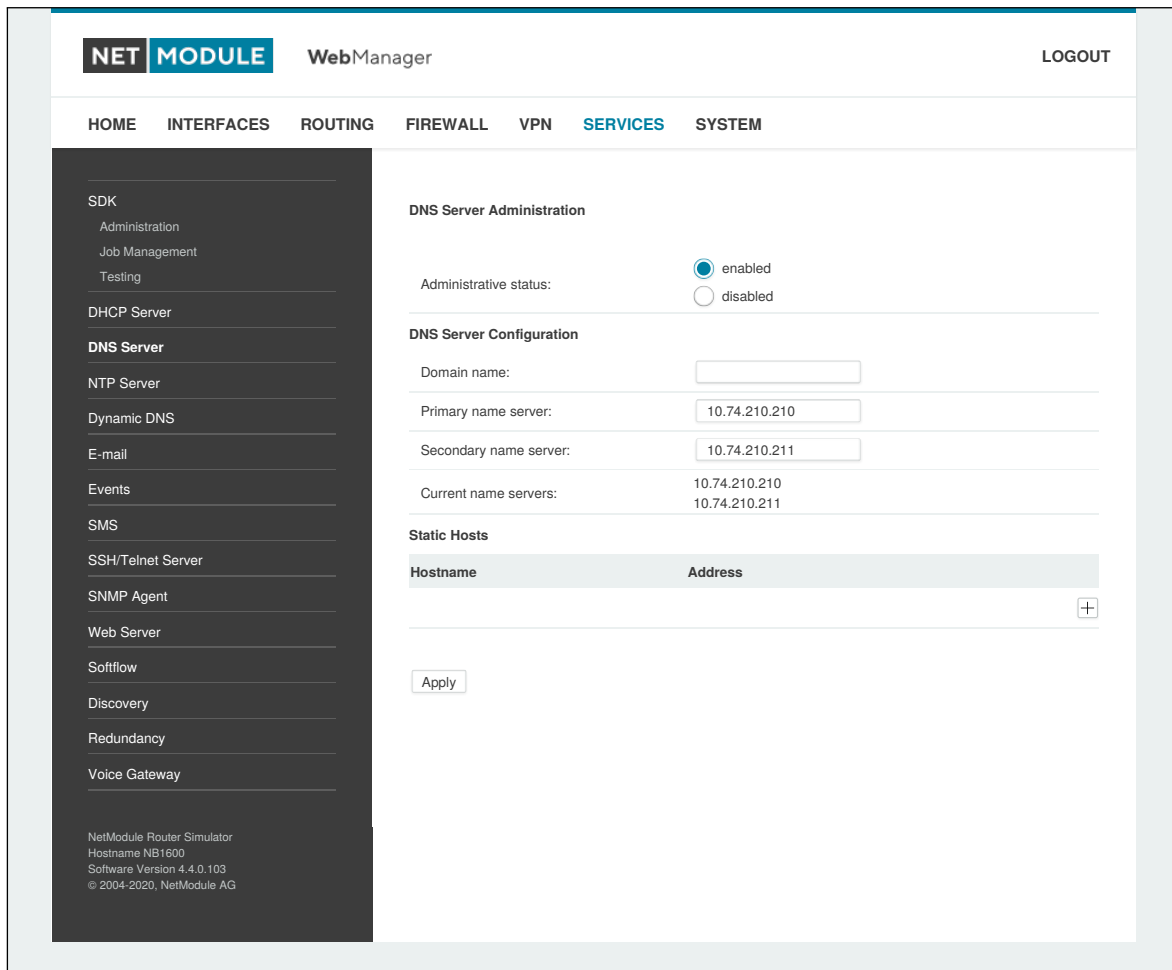


Abbildung 5.44.: DNS-Server

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.

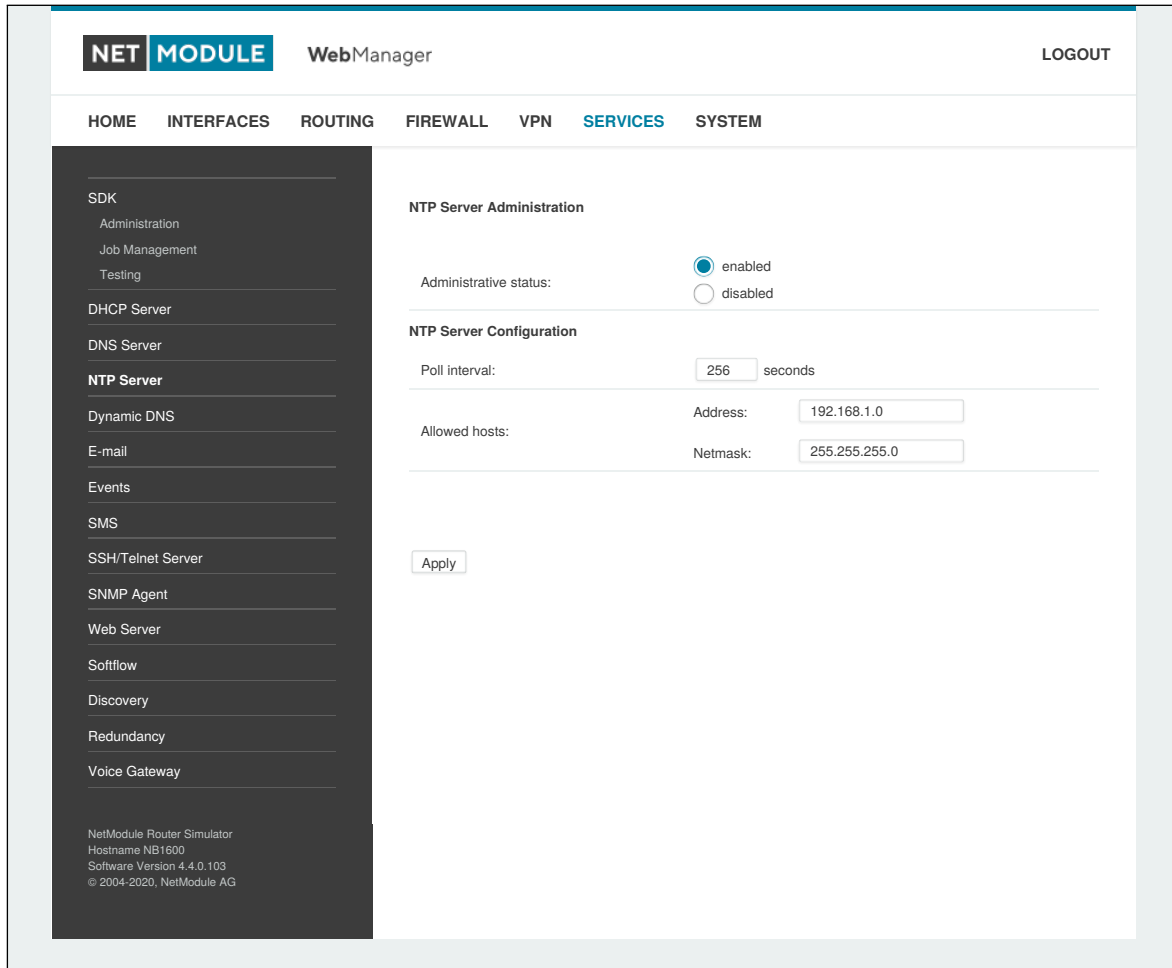


Abbildung 5.45.: NTP-Server

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 der 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.

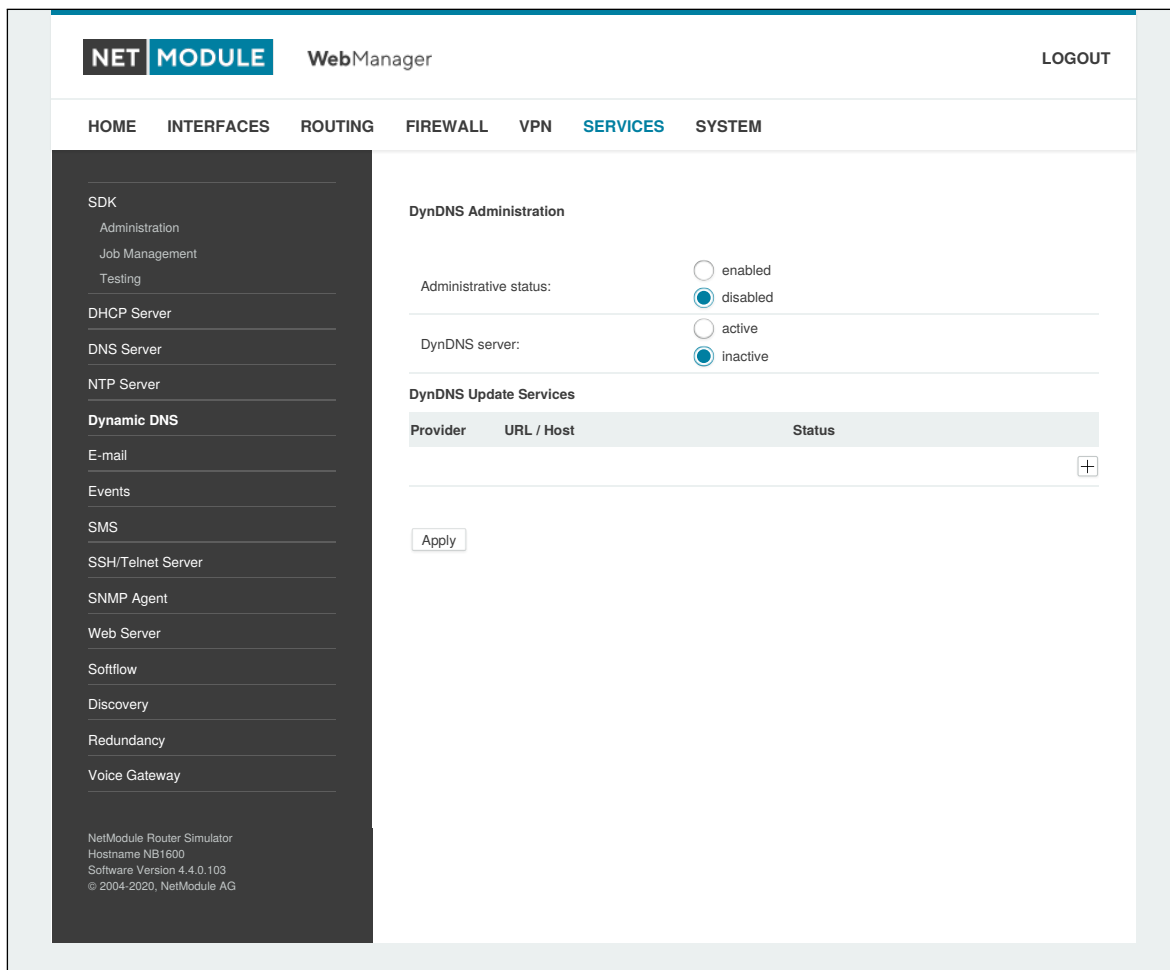


Abbildung 5.46.: Einstellungen für Dynamic DNS

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.

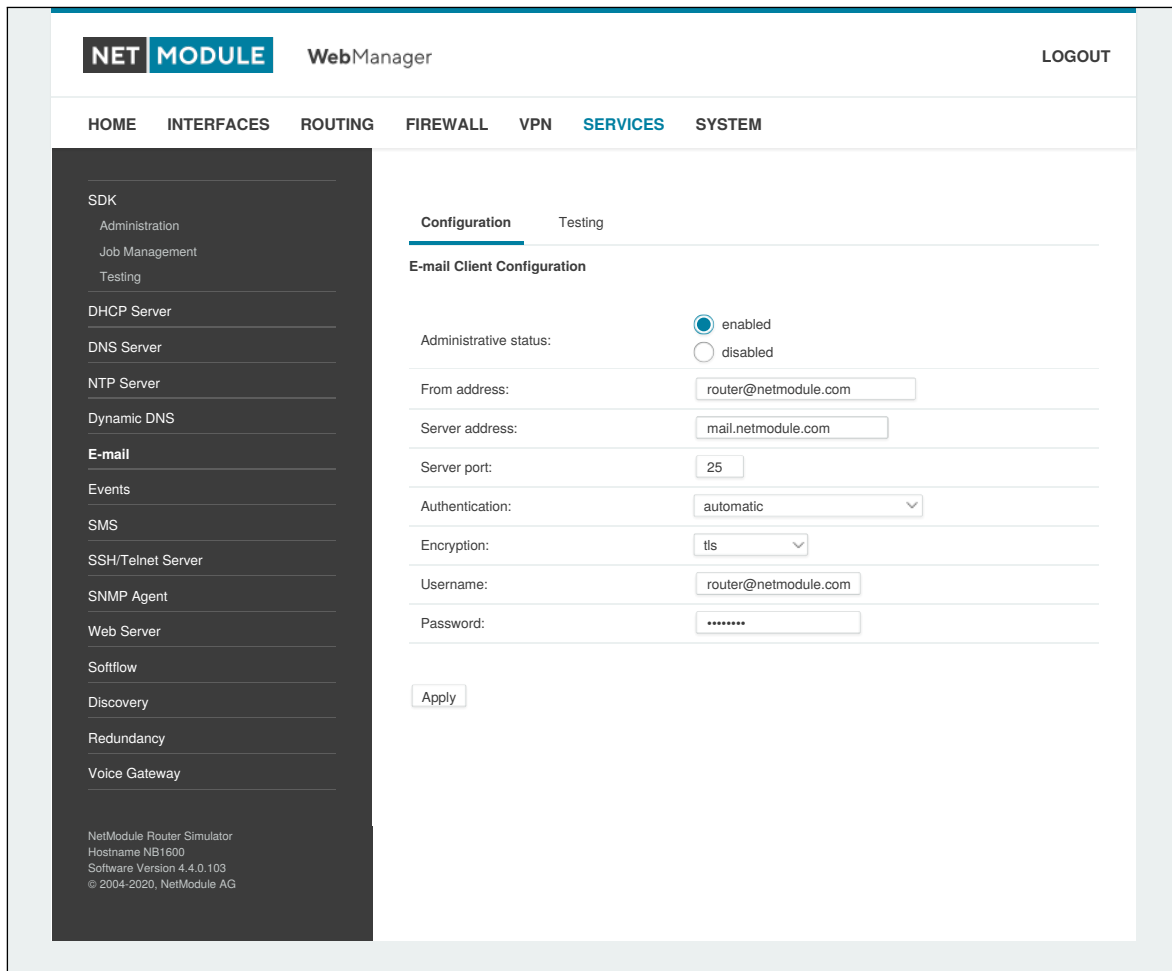


Abbildung 5.47.: E-Mail-Einstellungen

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.

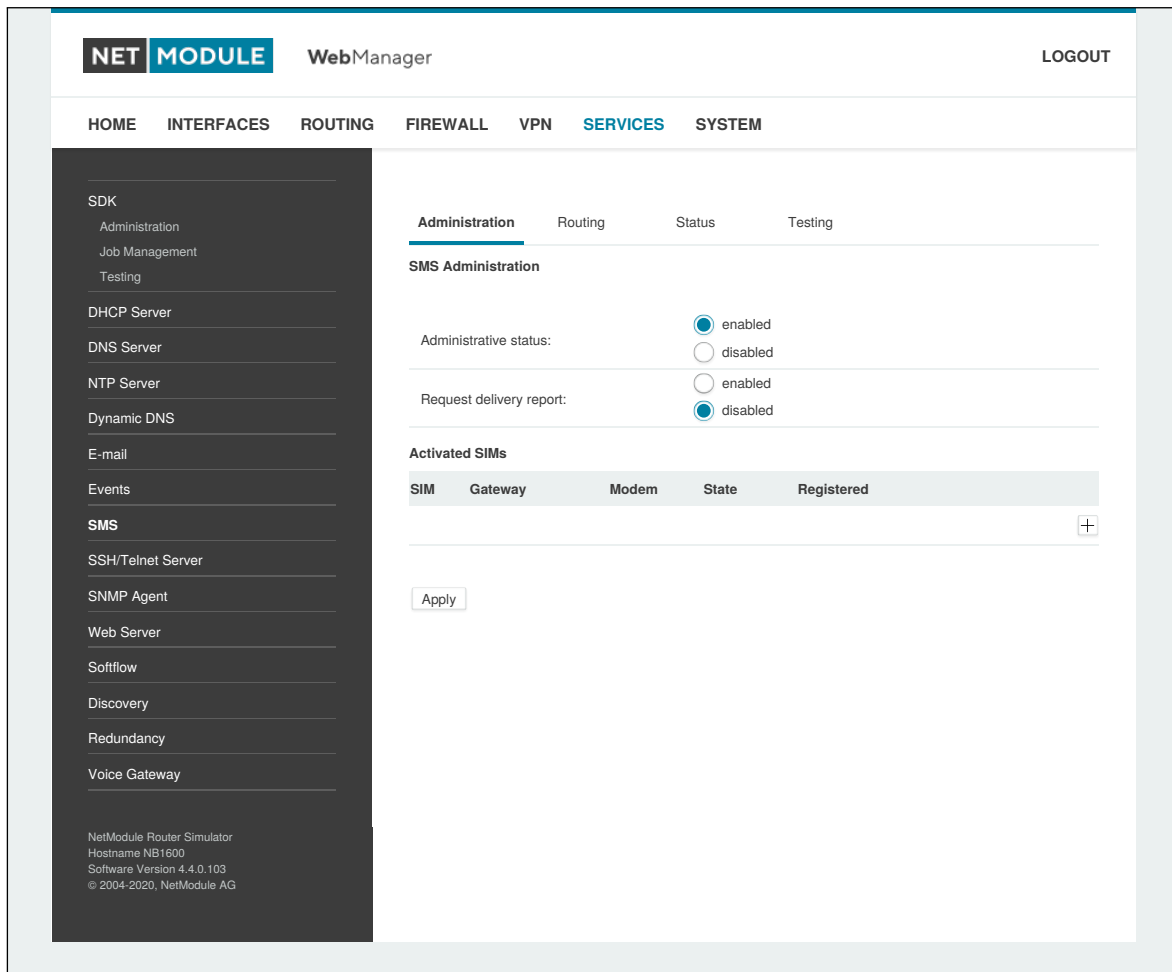


Abbildung 5.48.: SMS-Konfiguration

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 5.116.: 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-Posteingangsbereiter 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

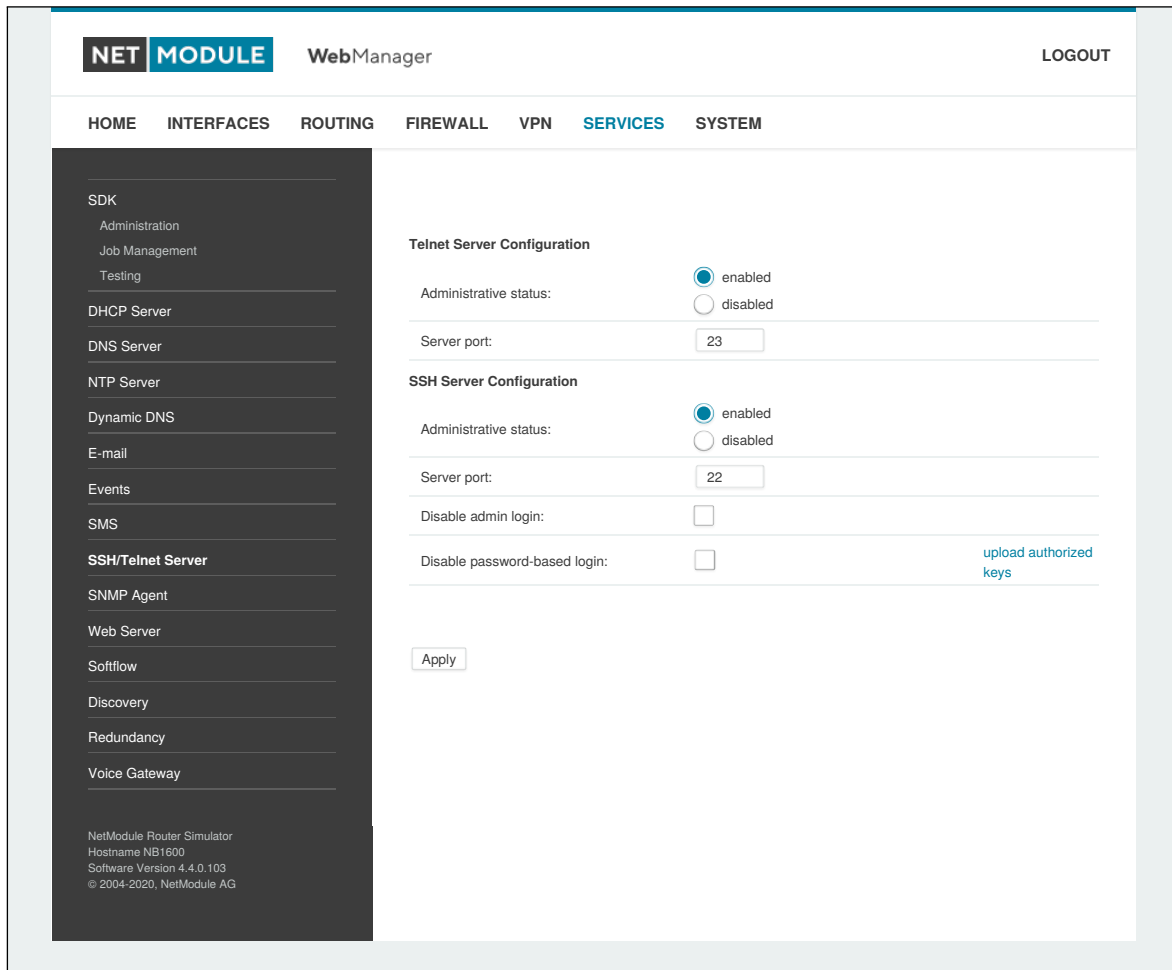


Abbildung 5.49.: SSH- und Telnet-Server

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

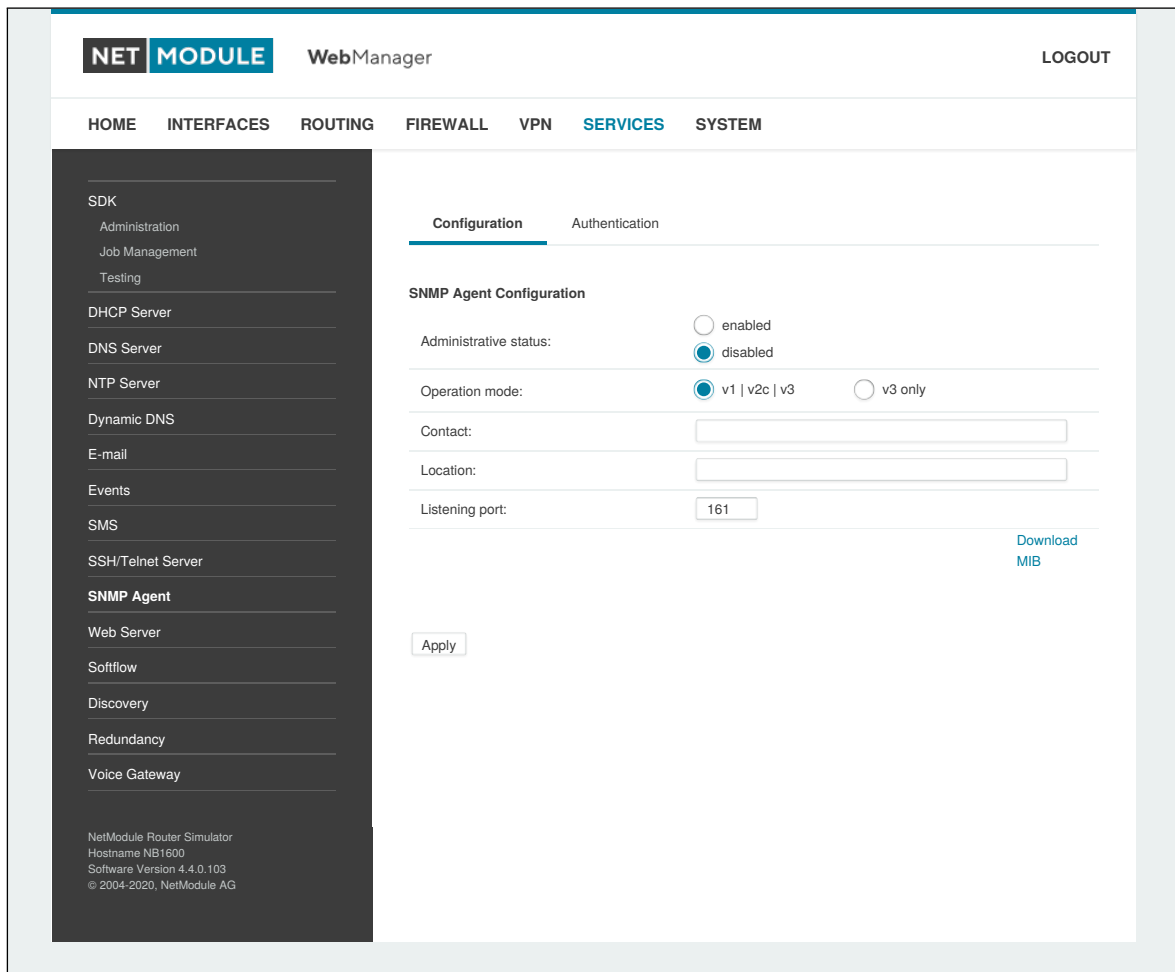


Abbildung 5.50.: SNMP-Agent

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.

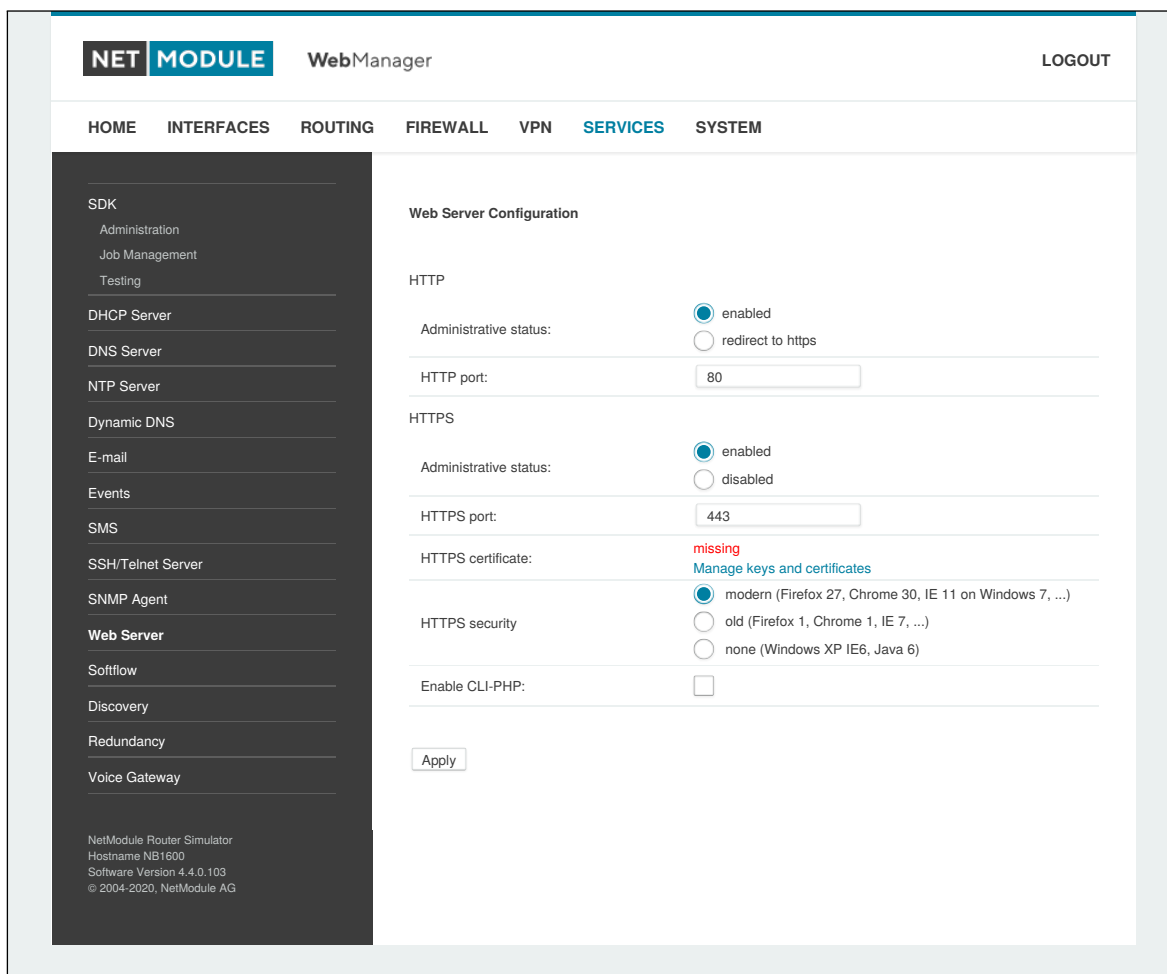


Abbildung 5.51.: Webserver

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.

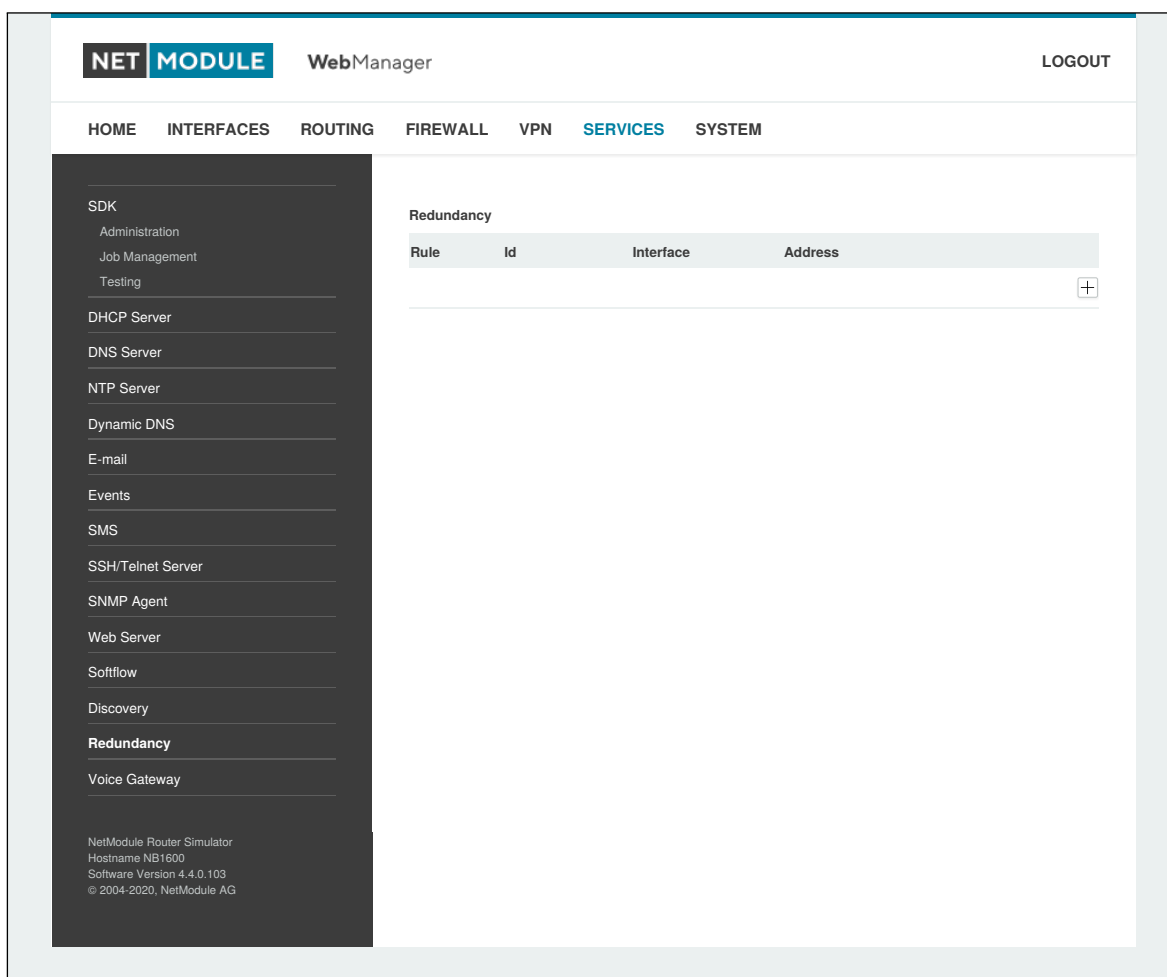


Abbildung 5.52.: VRRP-Konfiguration

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

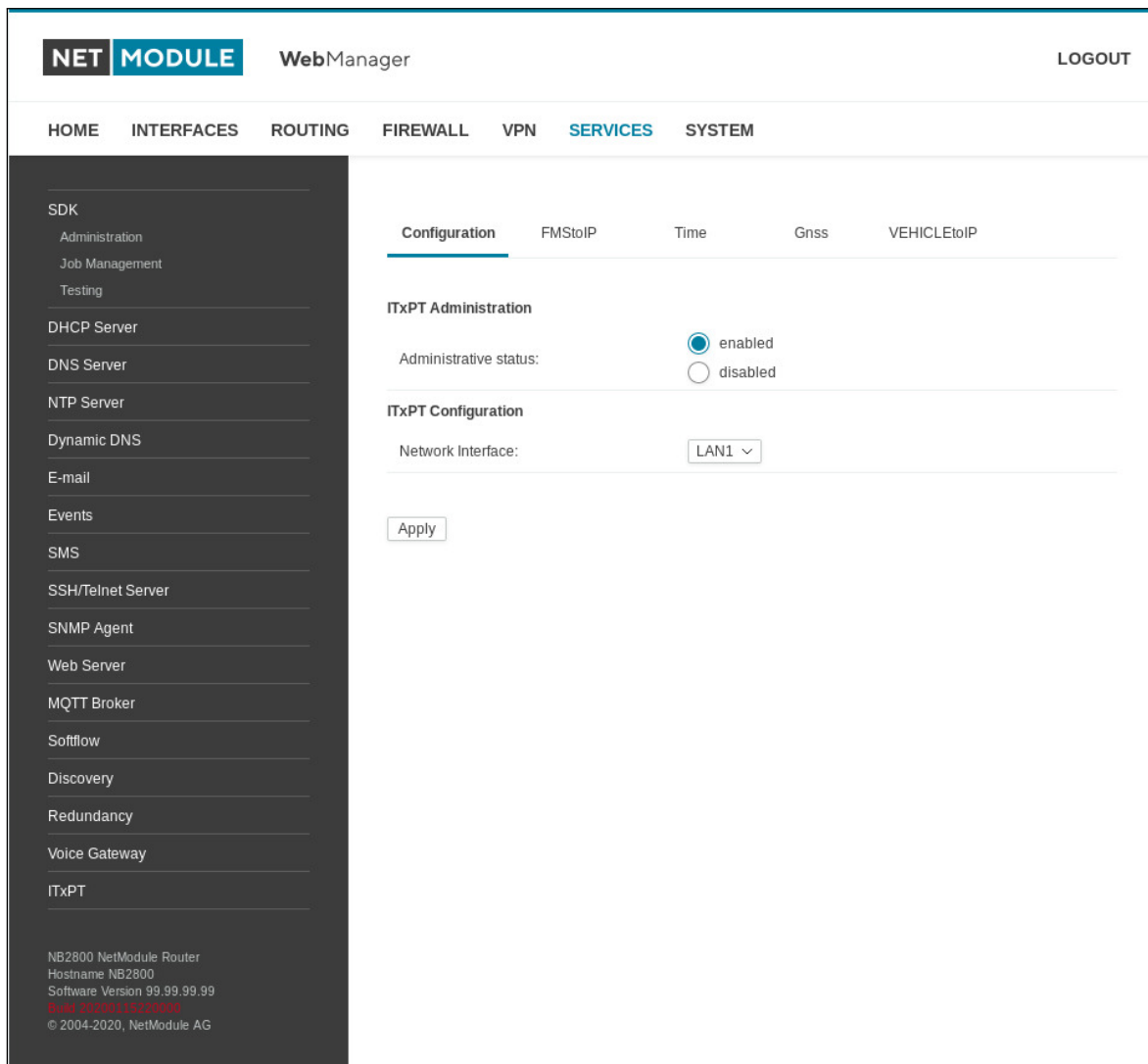


Abbildung 5.53.: ITxPT-Konfiguration

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

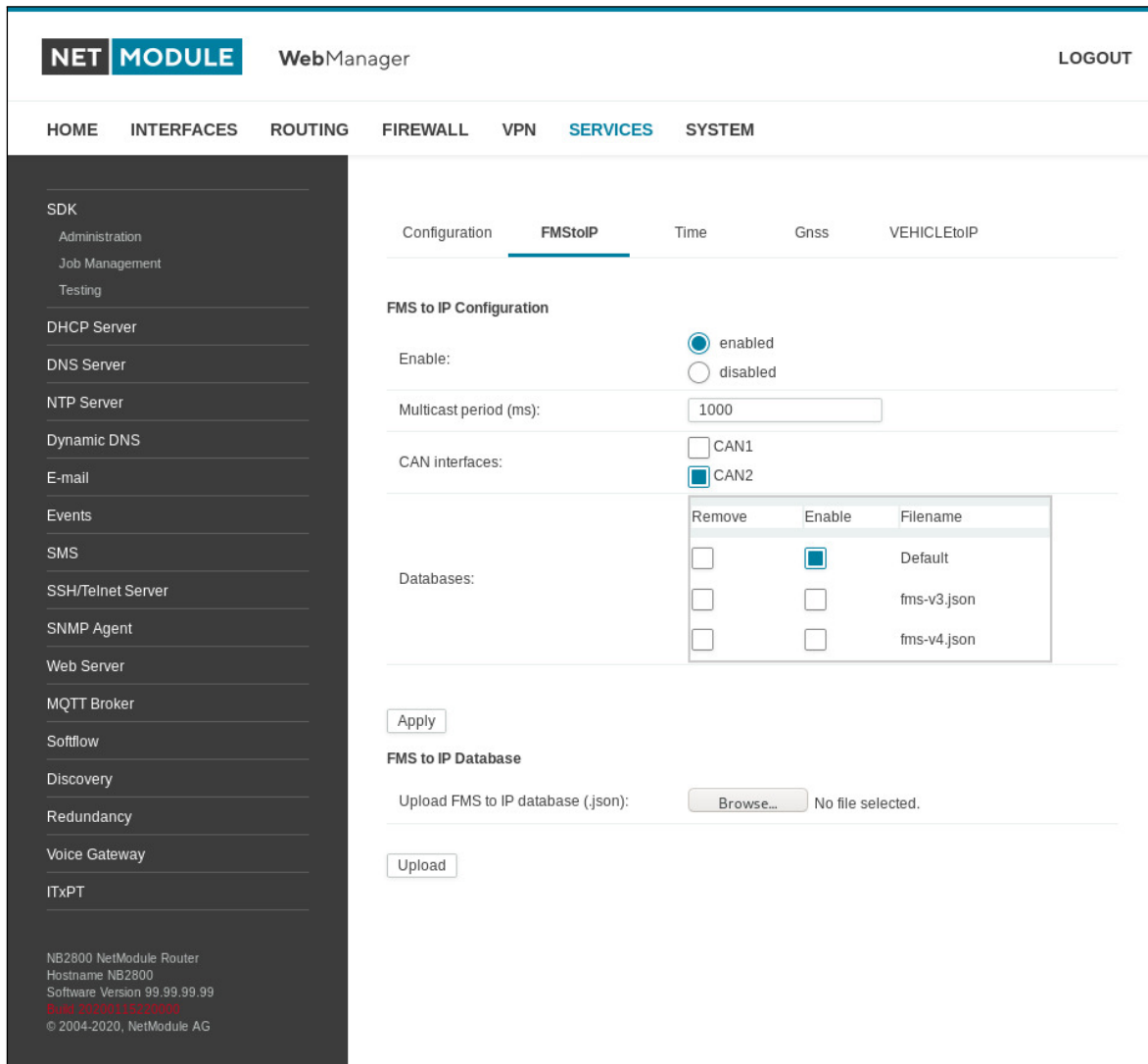


Abbildung 5.54.: ITxPT FMS-to-IP

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

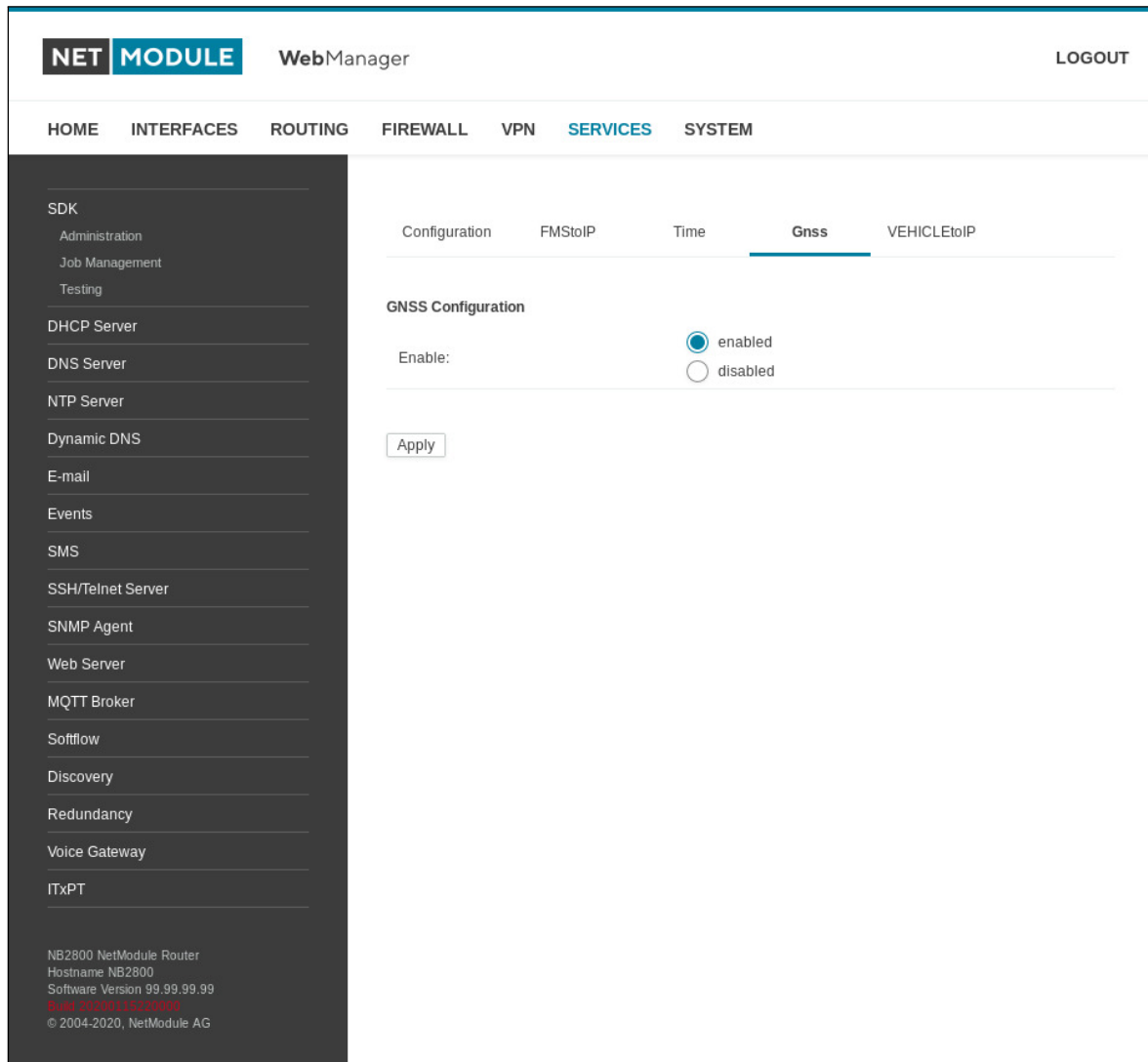


Abbildung 5.55.: ITxPT GNSS

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

ITxPT Time

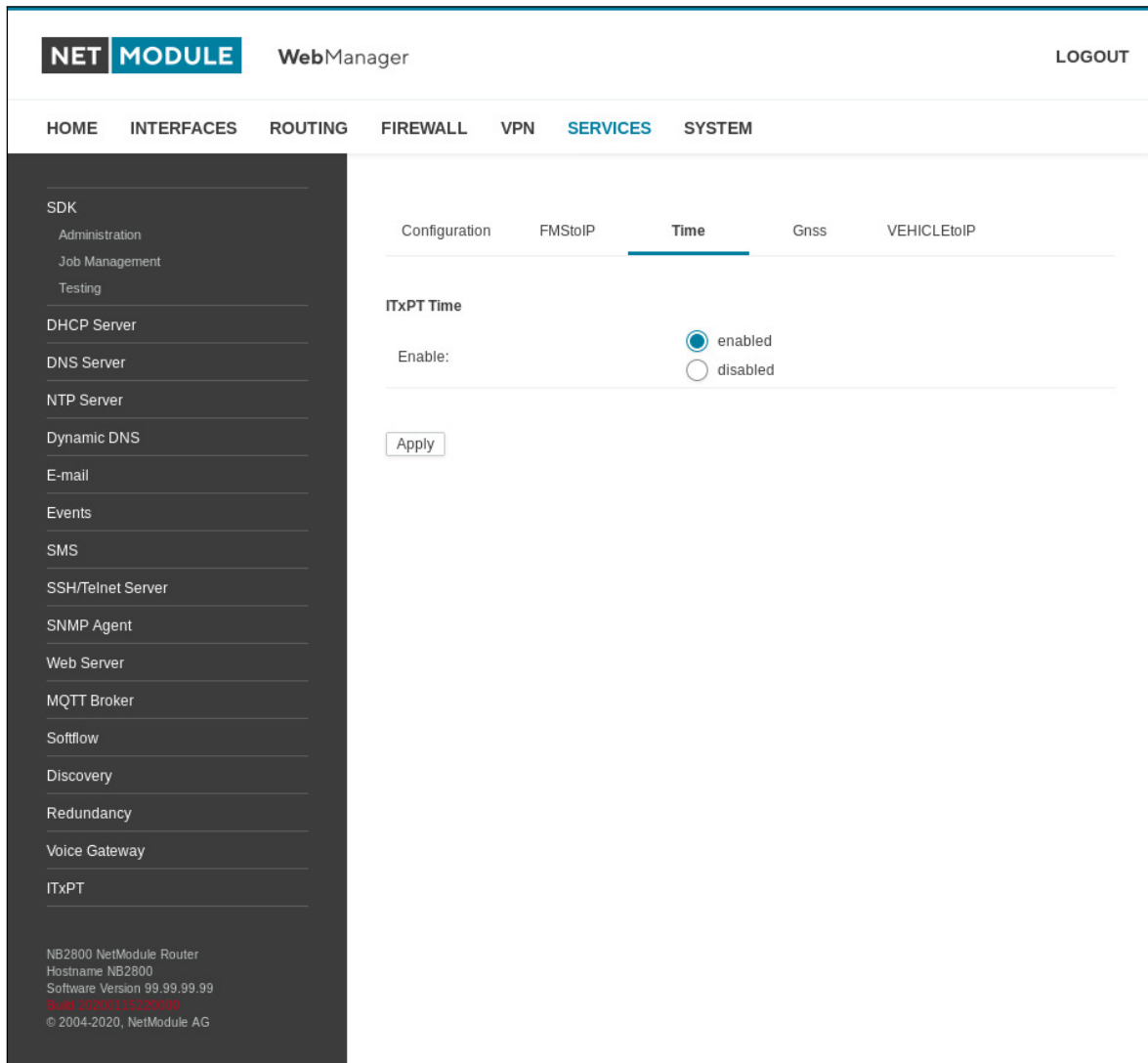


Abbildung 5.56.: ITxPT Time

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

Vehicle-to-IP

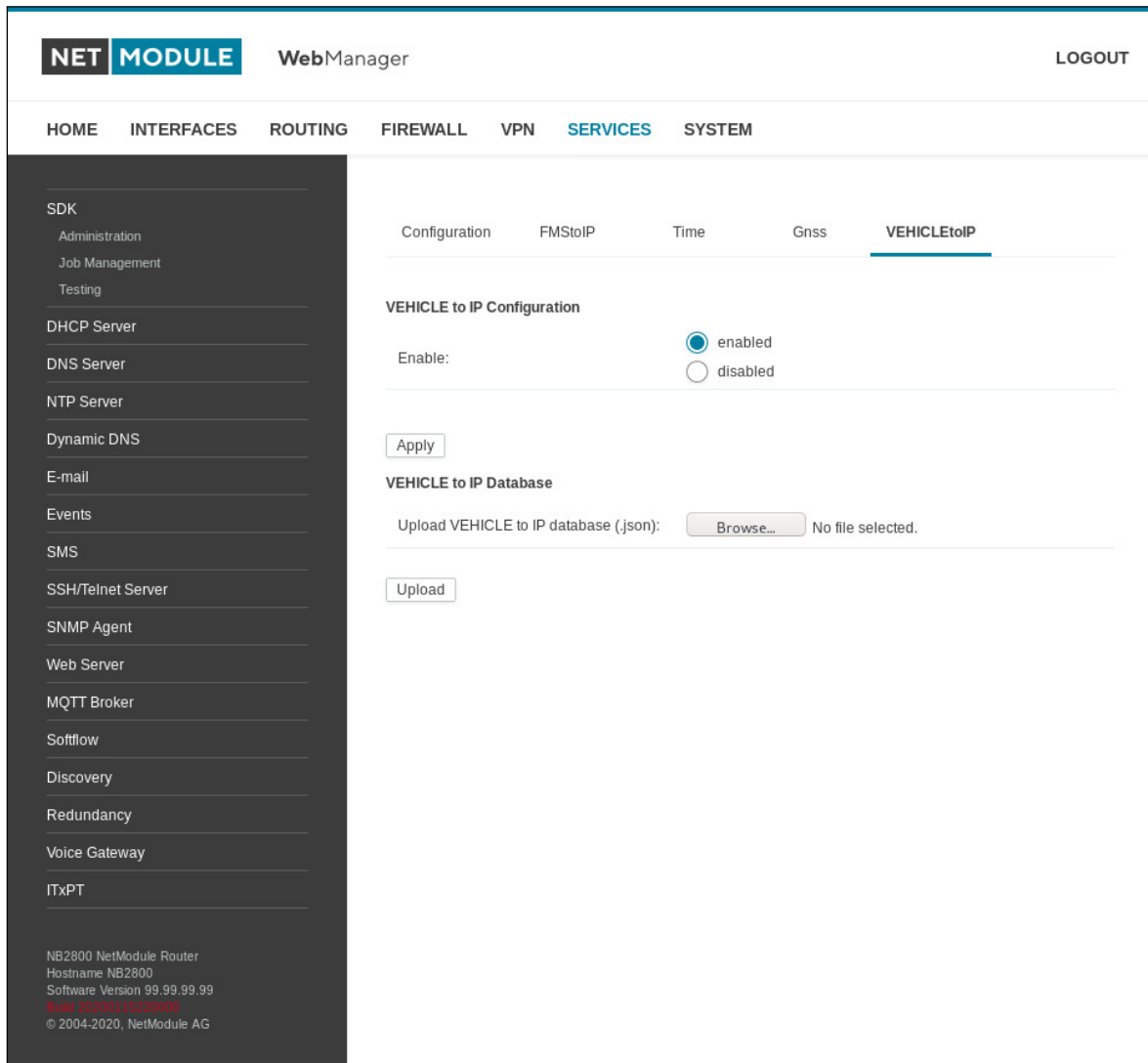


Abbildung 5.57.: ITxPT VEHICLEtoIP

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

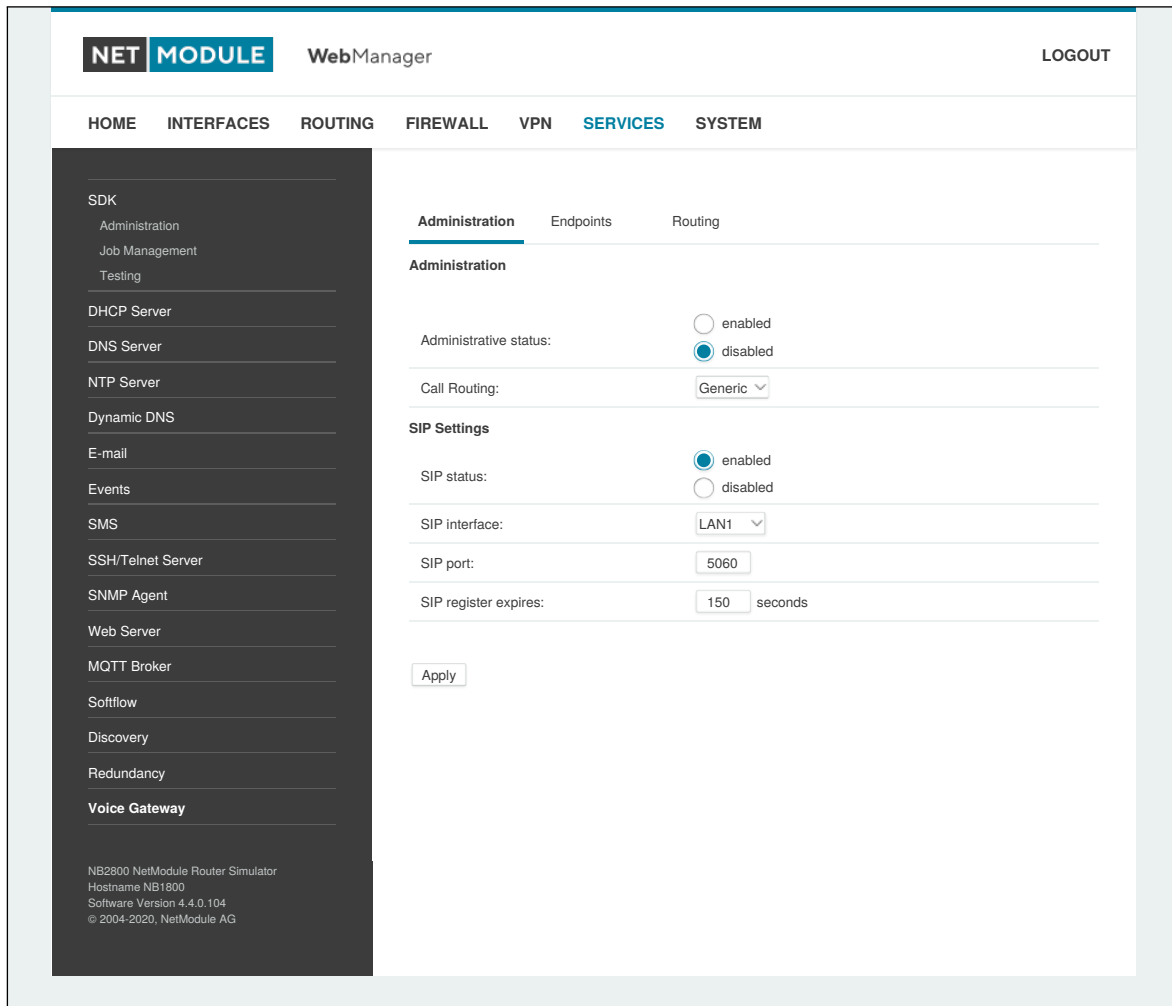


Abbildung 5.58.: Verwaltung des Voice-Gateways

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 Echorückflusdämpfung (Echo Return Loss, ERL) im Allgemeinen hoch ist. Vollduplex-Leistung ist in diesem Modus am einfachsten zu erreichen.

Parameter	Voice-Over-Mobil-Audioprofile
Headset	<p>Ergibt ein moderates Echo mit kurzer Verzögerung (unter 16 ms Dispersion).</p> <p>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.</p> <p>Dieser Modus ist robuster und aggressiver bei der Echounterdrückung.</p>
Speakerphone	<p>Bewältigt Situationen mit lautem Echo und extremer akustischer Verzerrung.</p> <p>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 gelöscht werden. Er arbeitet im Halbduplex-Verfahren und schaltet das gesamte Signal sehr aggressiv stumm, um zu verhindern, dass Echo-signale zu hören sind.</p>
Bluetooth	<p>Ergibt ein moderates Echo mit langer Verzögerung (über 64 ms Dispersion).</p> <p>Dieser Modus ist für Bluetooth-Headsets und Fahrzeugkits vorgesehen, die möglicherweise eine digitale Signalverarbeitung vornehmen, was zusätzliche Verzögerungen bewirken könnte.</p>

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	Teilnehmernamen 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 verwendet 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 Kommunikation zwischen der NRSW und dem Gerät wurde unterbrochen, zum Beispiel nach einem Neustart vom Gerät.

Administration

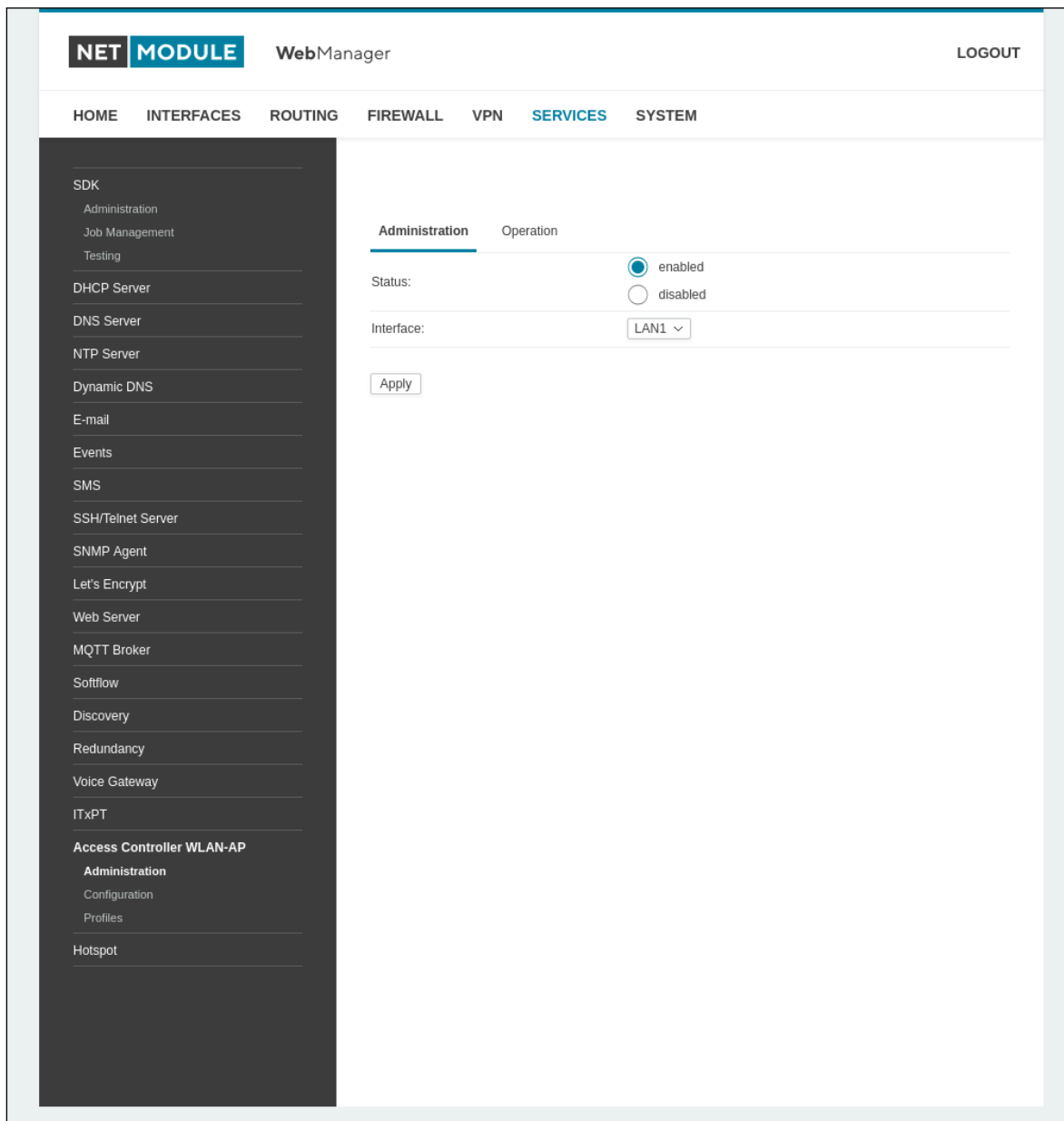


Abbildung 5.59.: AC WLAN-AP Administration

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 gefundenen Geräte, wo Operationen ausgeführt werden können.

Die ausgewählte Operation wird 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 Operationsparameter - 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 der Konfiguration per Drop-down-Liste im ID-Feld ausgewählt werden.

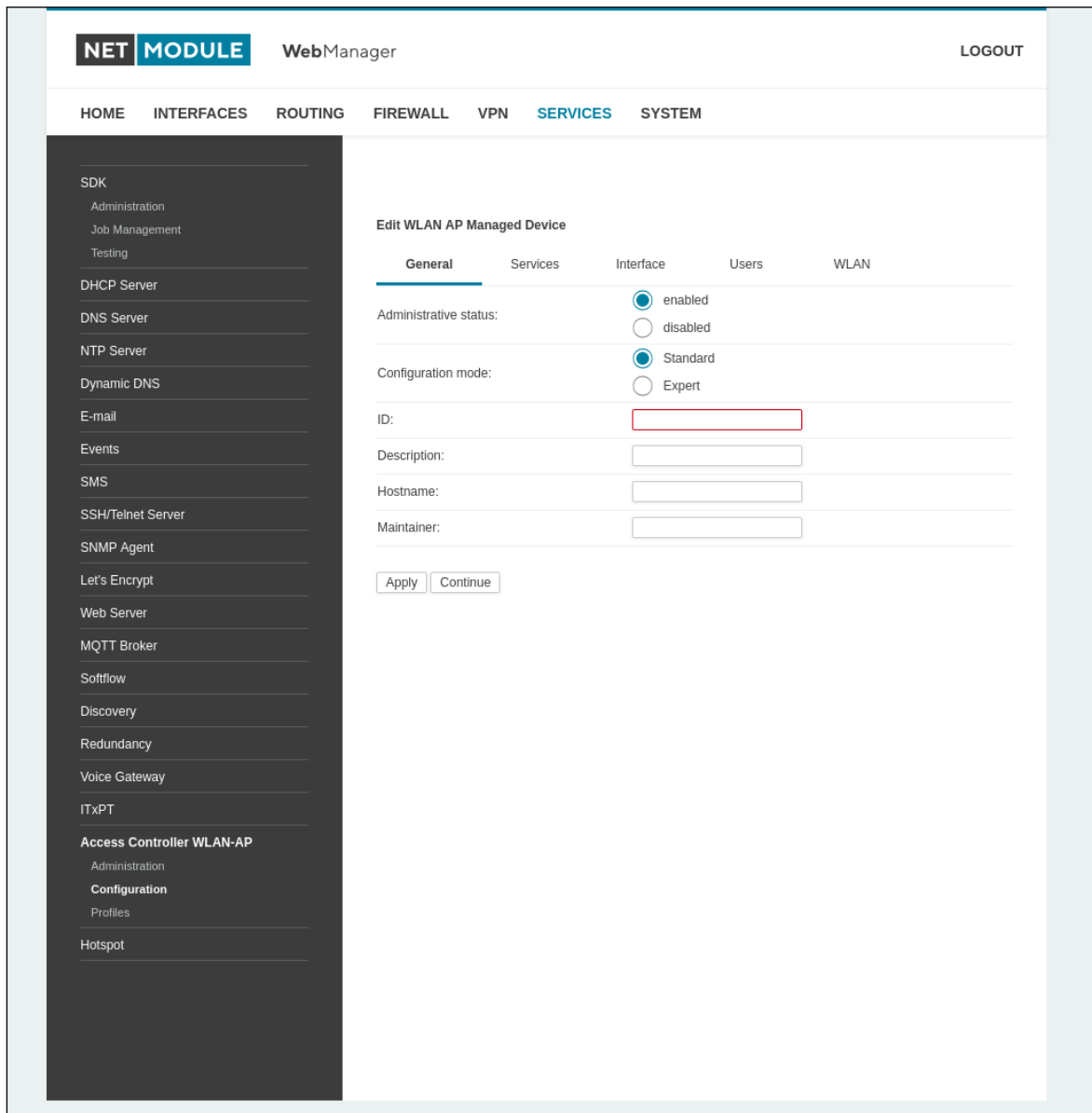


Abbildung 5.60.: AC WLAN-AP Configuration

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 verwalte-nde Gerät
Password	Das Passwort, der verwendet werden soll, für das zu verwaltende Ge-rät

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.

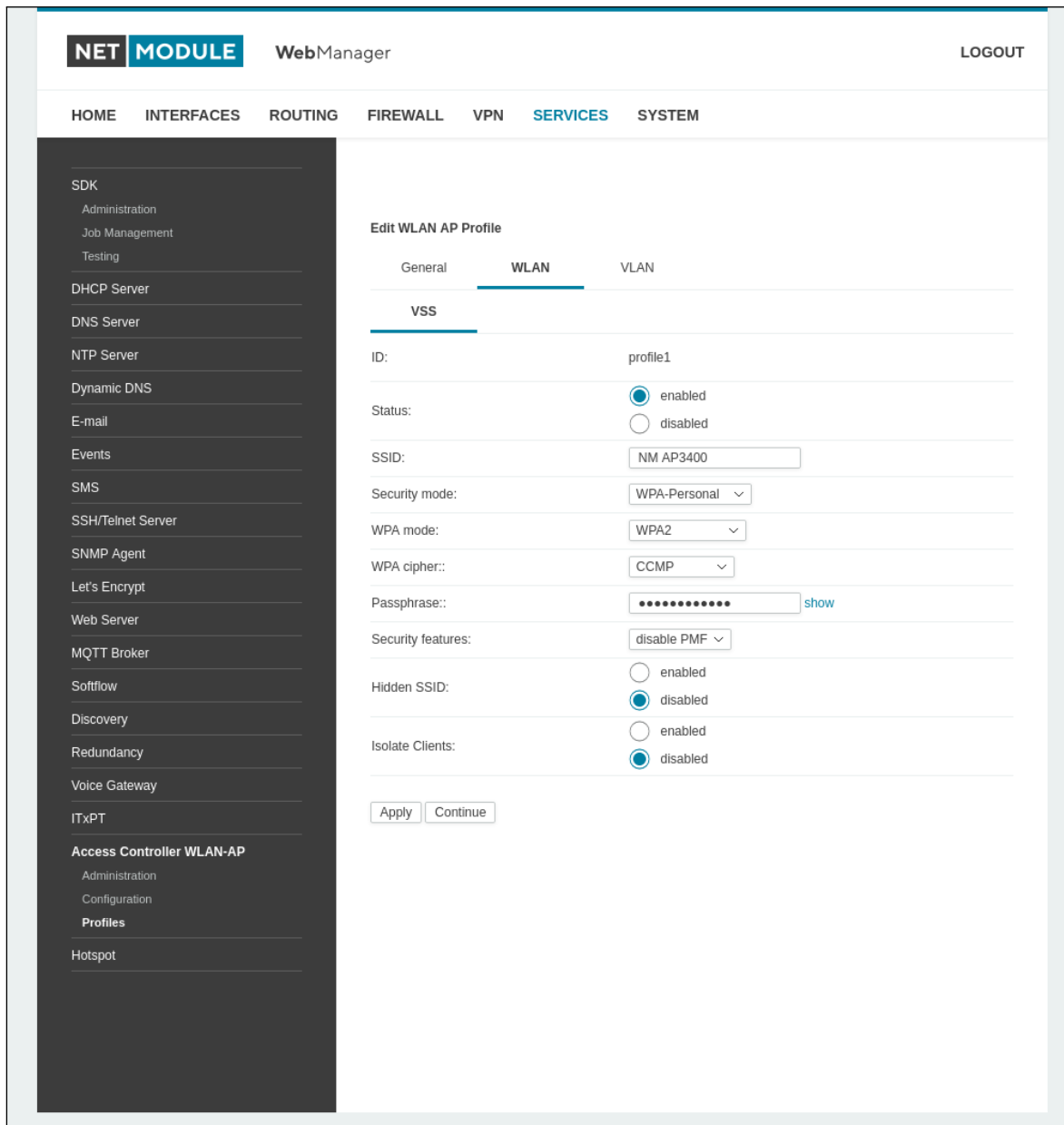


Abbildung 5.61.: AC WLAN-AP Profiles

Parameter	AC profile general parameters
ID	Einzigtiger 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 für das Profil. Wenn keine VLAN ID benutzt werden soll kann der Parameter auch leer gelassen werden.

5.8. SYSTEM

5.8.1. System

Systemeinstellungen

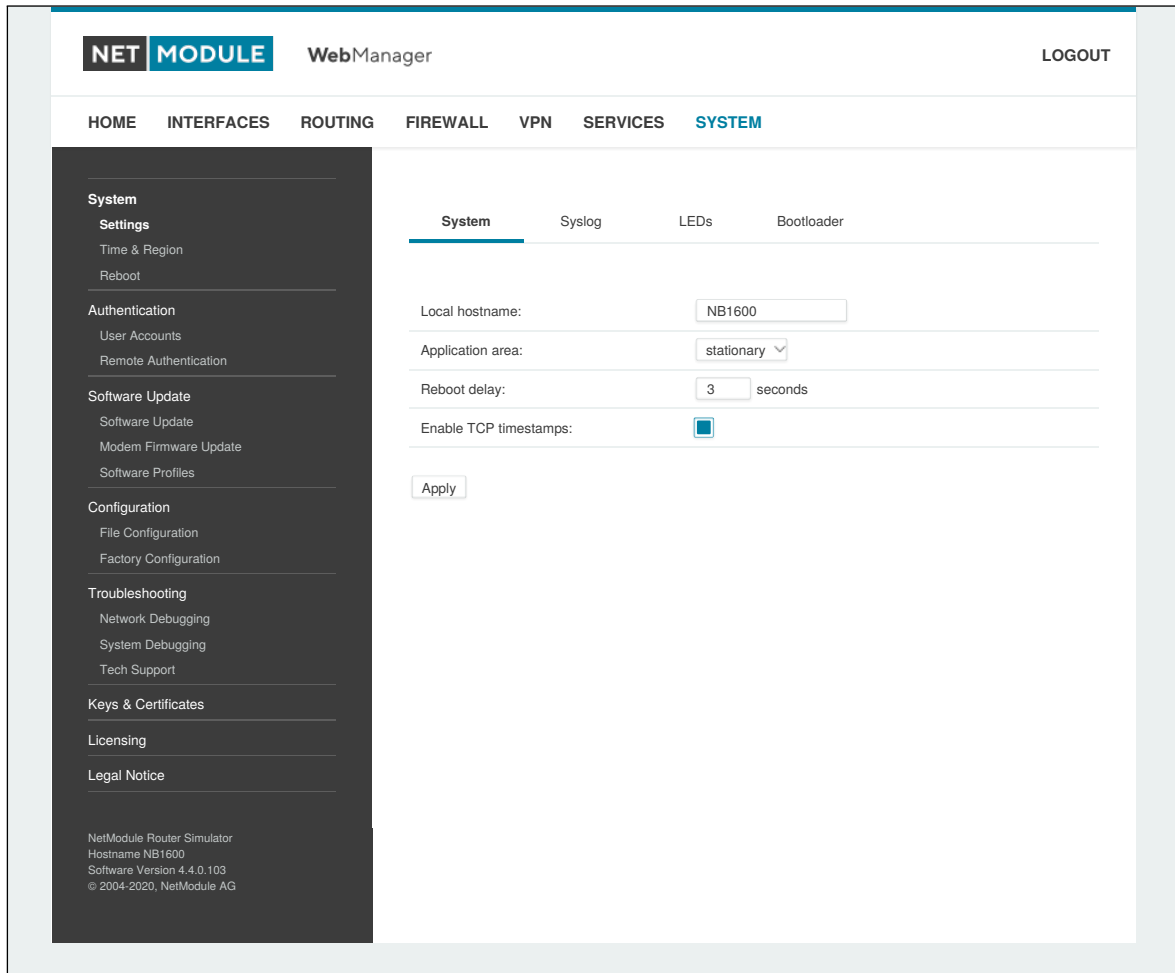


Abbildung 5.62.: System

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 <code>system-rebooting</code> 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.
Enable ignition sense	Wenn aktiviert, schaltet der Router nach der angegebenen Haltezeit (in Sekunden, max. 3600) aus, wenn die Zündspannung (PWR-Anschluss, Pin 3) abgefallen ist. Für das Wiedereinschalten muss erneut die Zündspannung (PWR-Anschluss, Pin 3) anliegend sein. Falls zusätzlich Graceful Shutdown aktiviert ist, wird nach ablaufen der Haltezeit das Gerät korrekt heruntergefahren. Ohne Graceful Shutdown wird das Gerät direkt ausgeschaltet.

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 `sha-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.

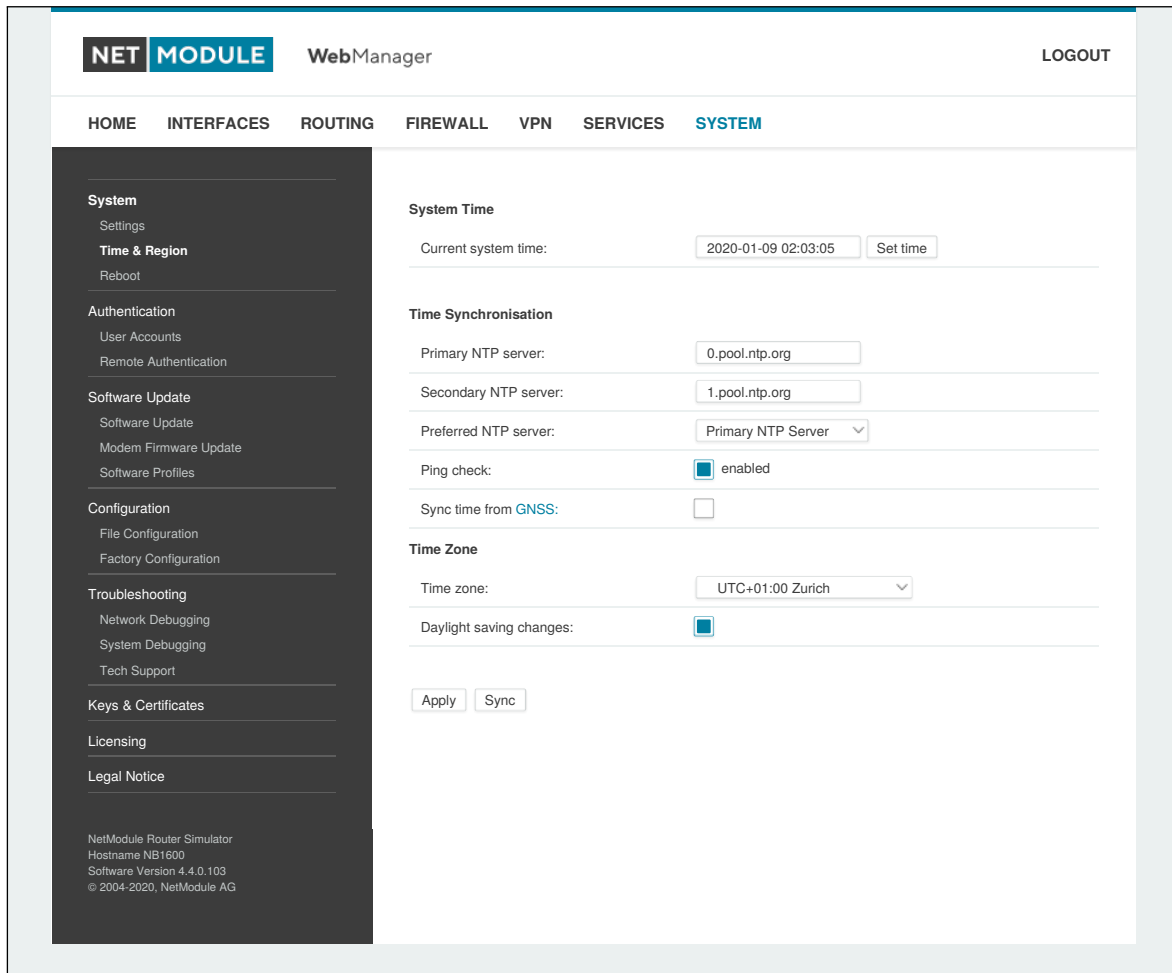


Abbildung 5.63.: Regionseinstellungen

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-Archiv bereitgestellt 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 oder 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)
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.

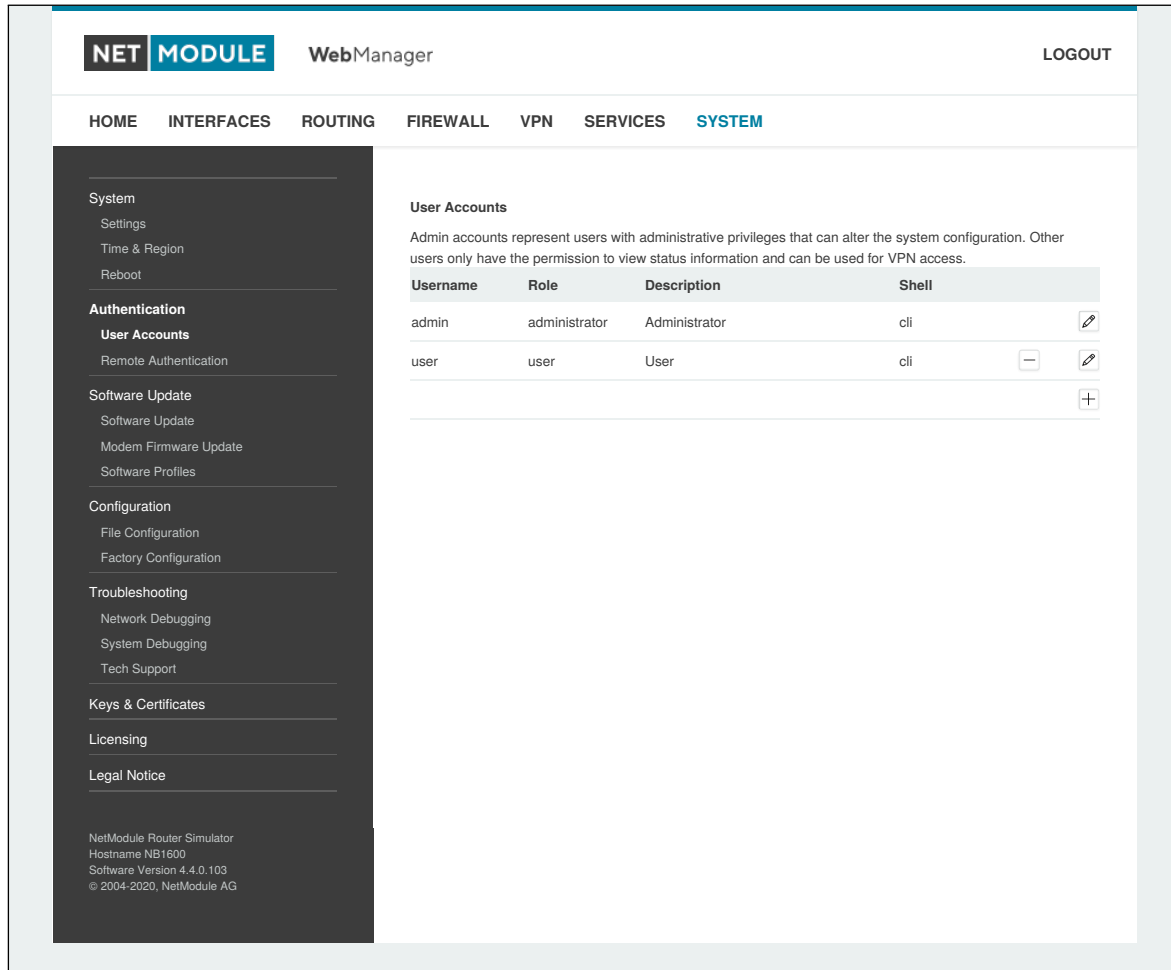


Abbildung 5.64.: Benutzerkonten

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.

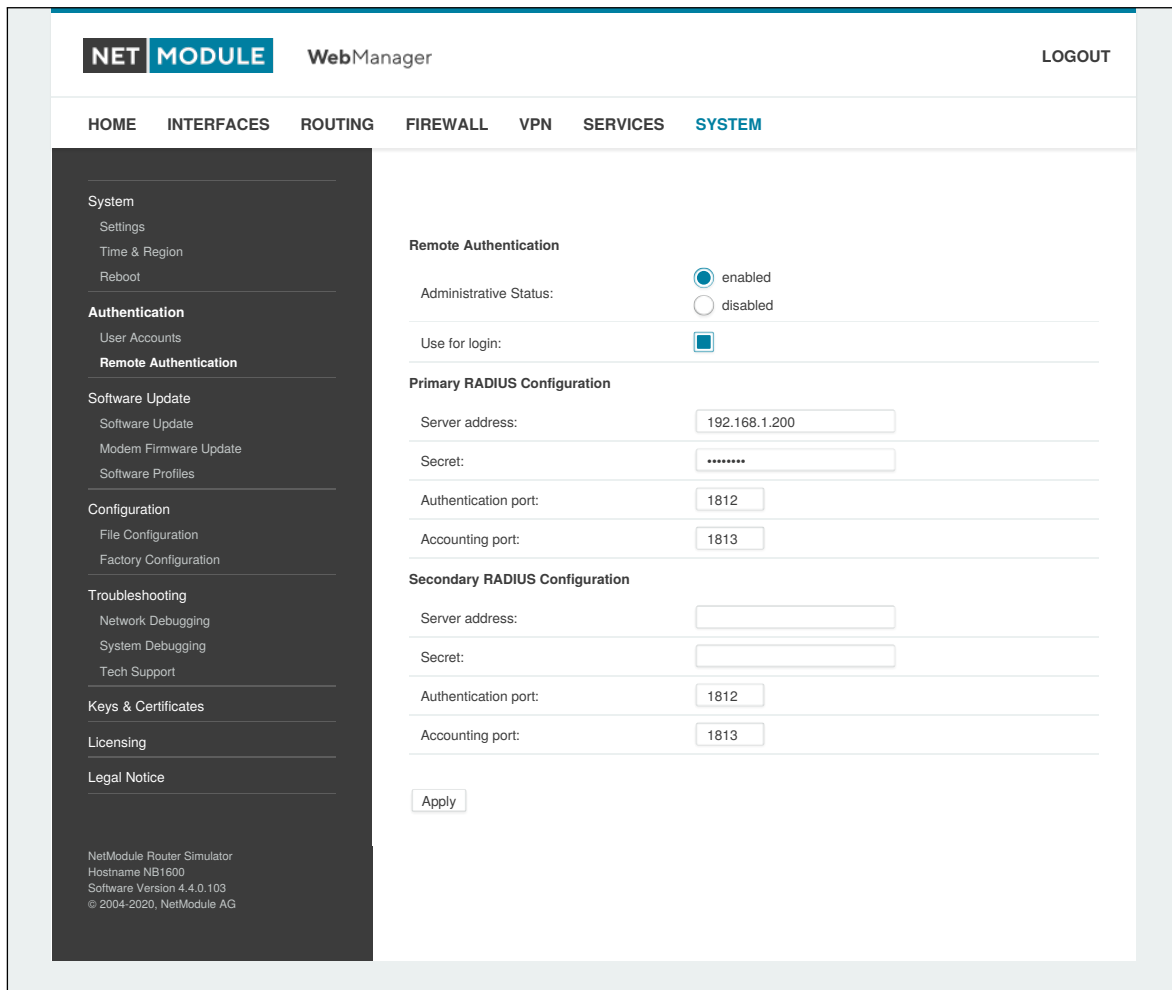


Abbildung 5.65.: Remote-Authentifizierung

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 unbekanntem 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 <code><Protokoll>://<Server>/<Pfad>/<Datei></code>

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. <code><Protokoll>://<Server>/<Pfad>/<Datei></code>). Unterstützt werden die Protokolle TFTP, HTTP, HTTPS und FTP. Für Geräte mit begrenztem Flash-Speicher können Sie auch Folgendes verwenden: <code>usb0://<Pfad_zum_Firmwarepaket></code> .

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

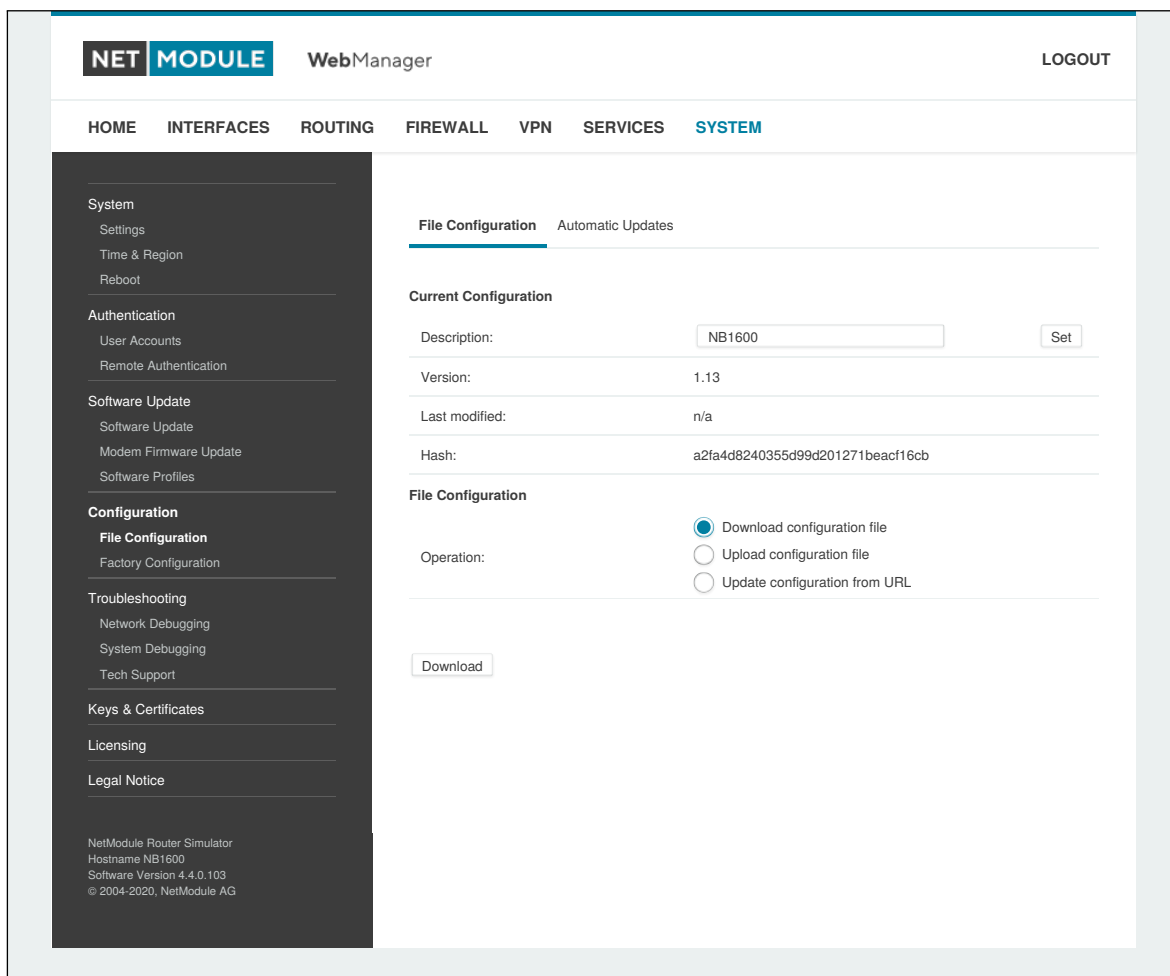


Abbildung 5.66.: Manuelle Konfiguration per Datei

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

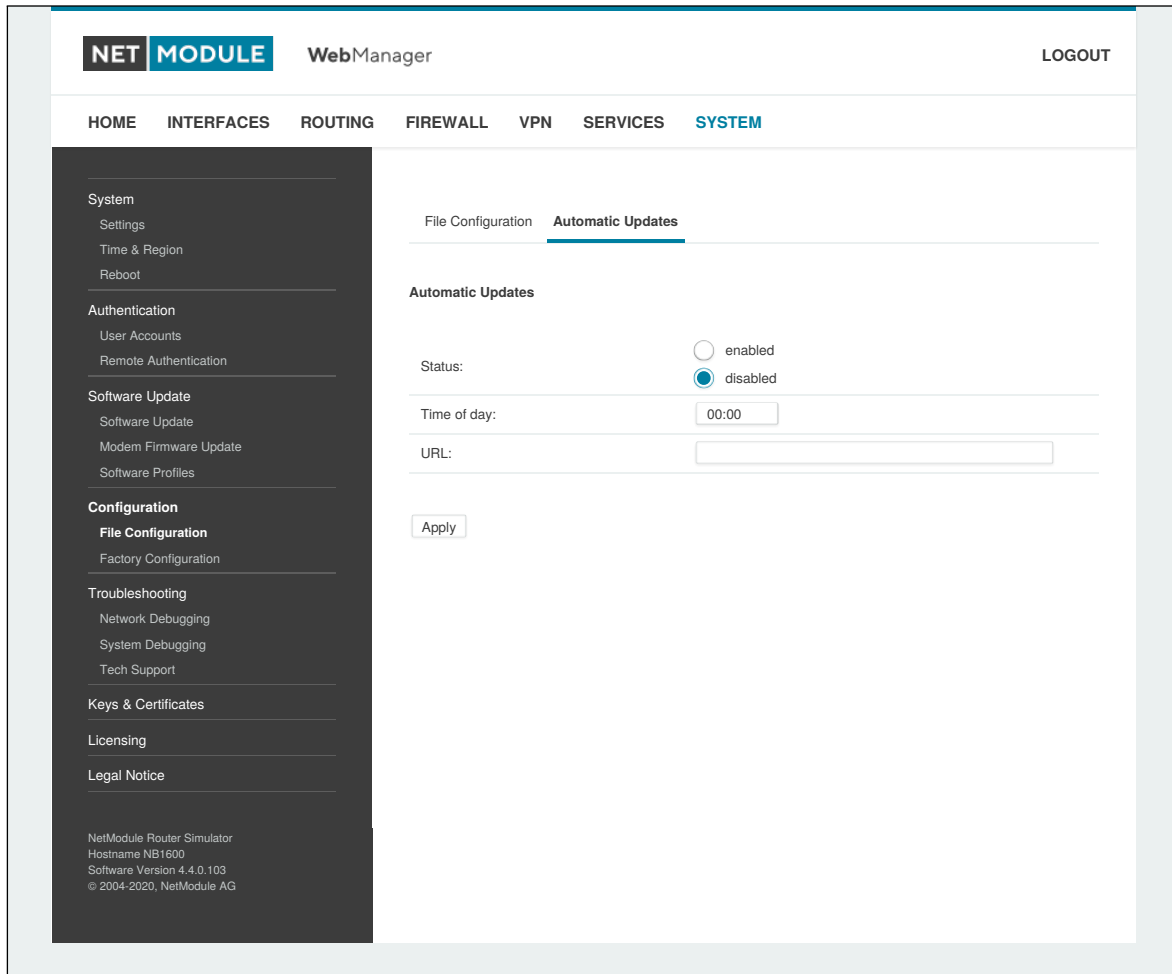


Abbildung 5.67.: Automatische Konfiguration per Datei

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

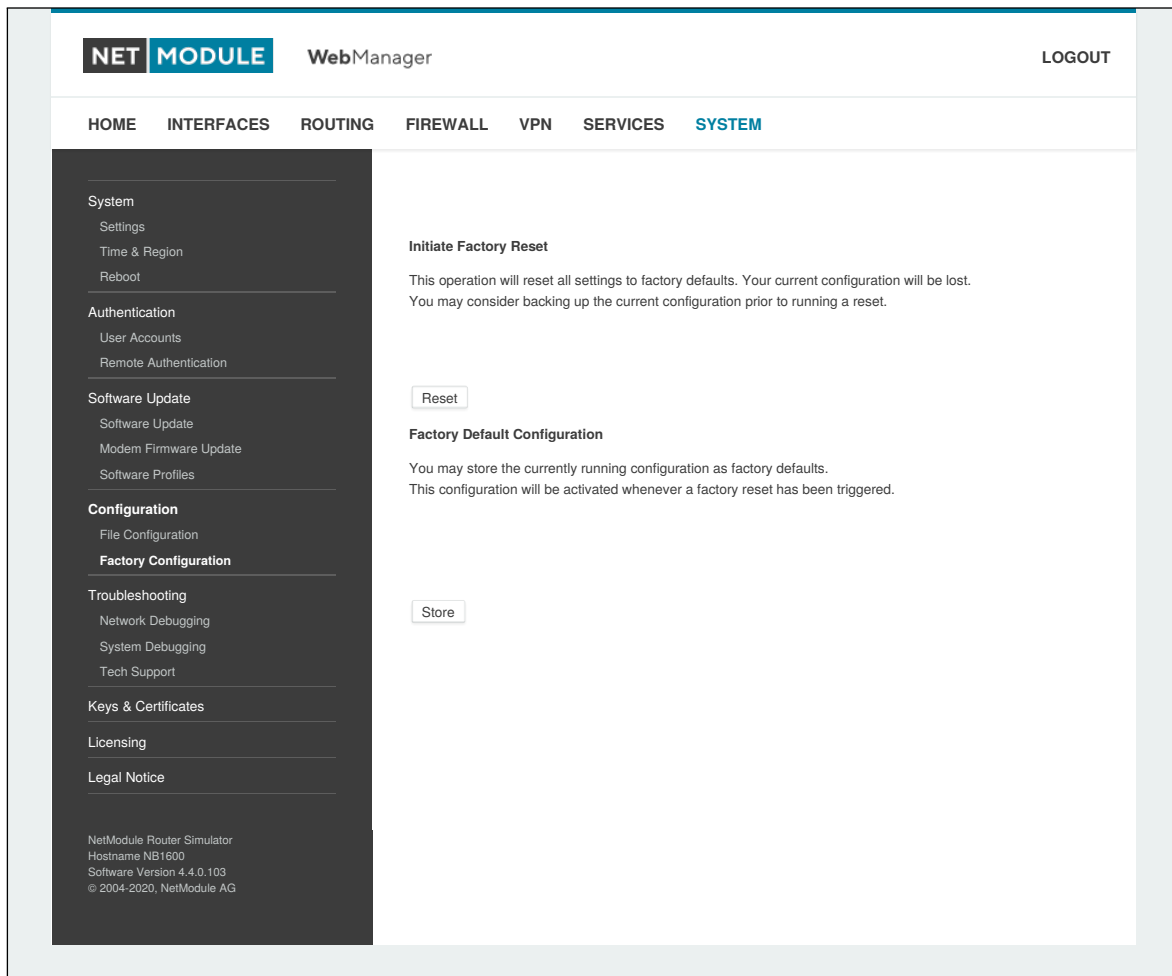


Abbildung 5.68.: Werkseinstellungen

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 "tcpdump" erzeugt 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.

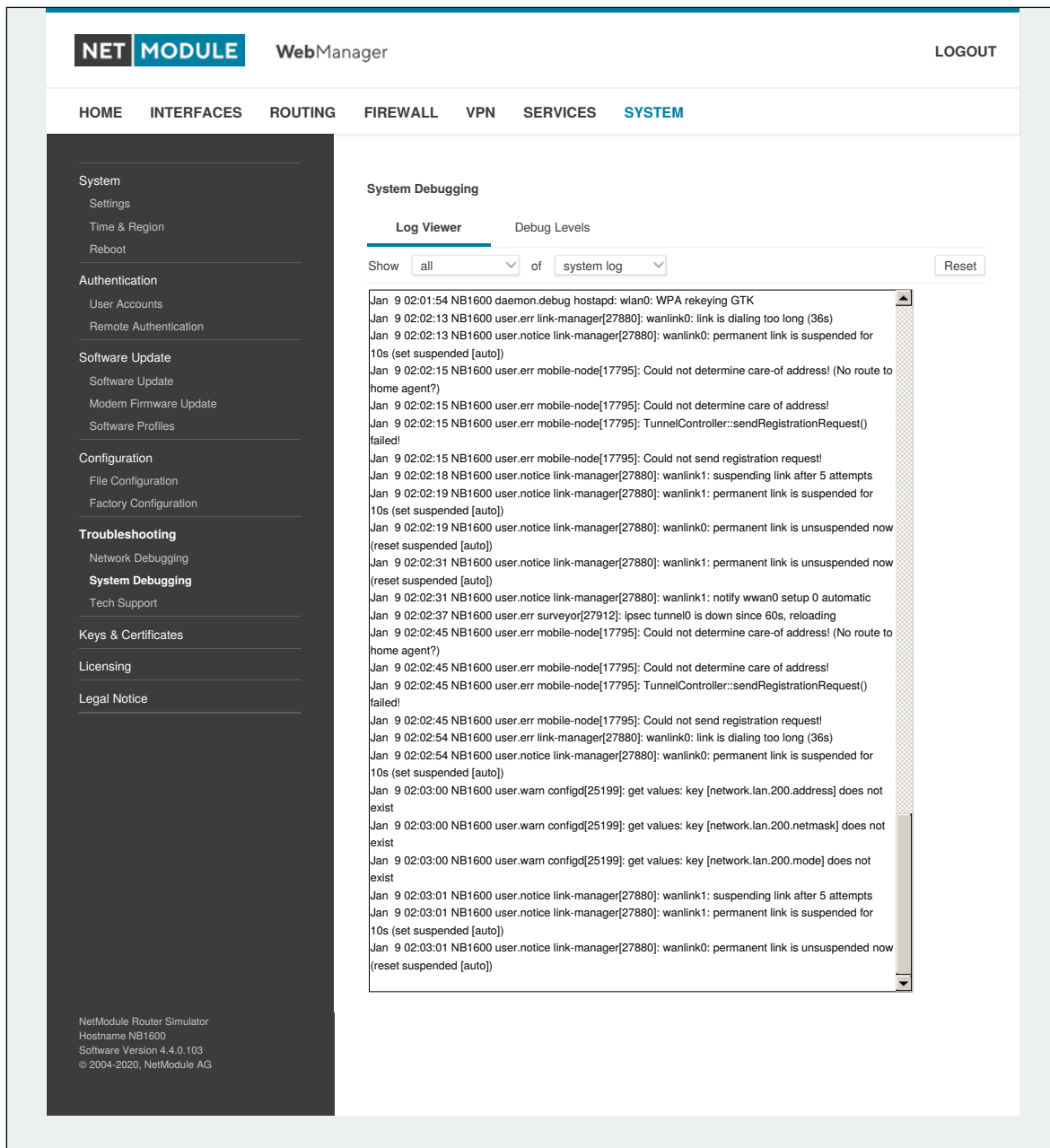


Abbildung 5.69.: Log-Viewer

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.

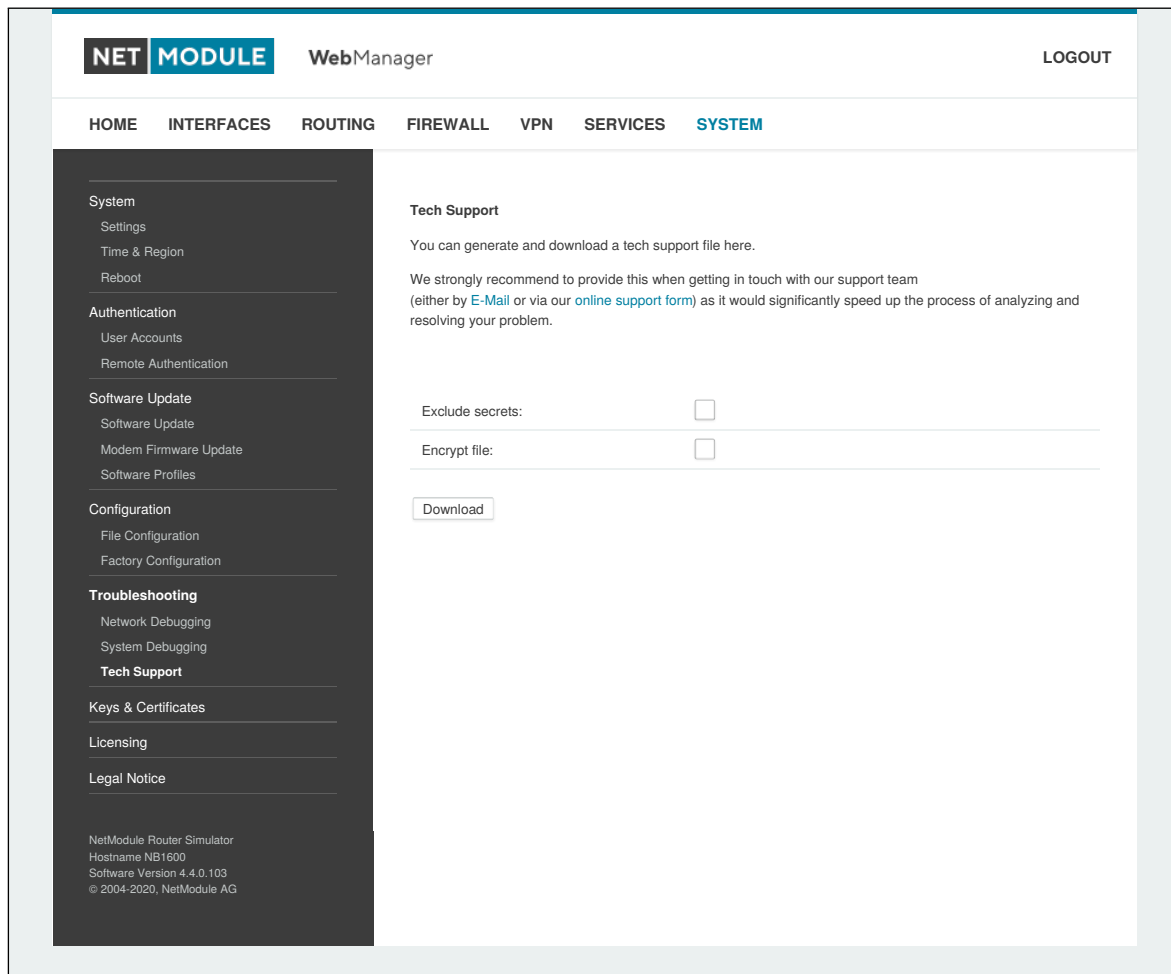


Abbildung 5.70.: Datei für den technischen Support

Es ist möglich, beliebige IP-Schnittstellen zu verfolgen und die Übertragung einzelner 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 Ihrem 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.

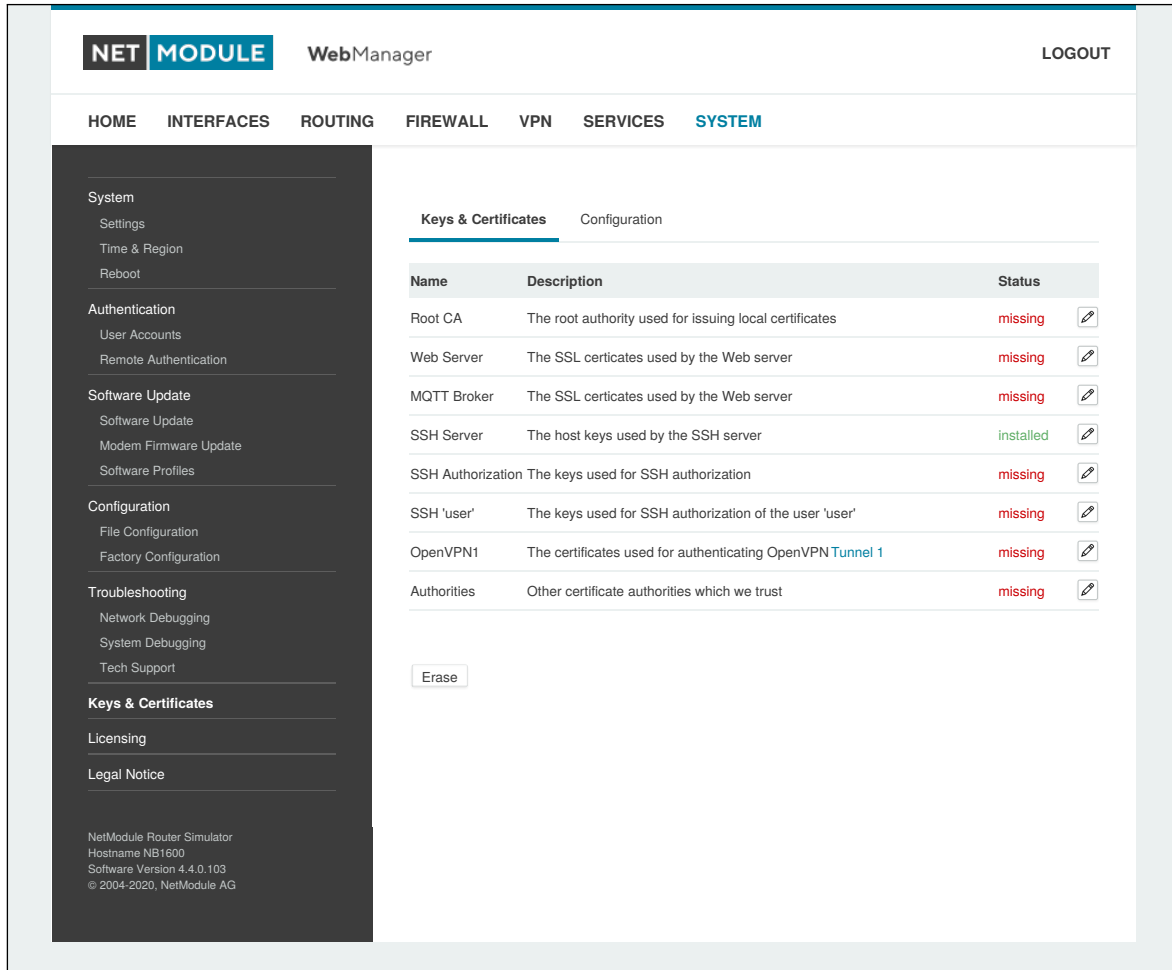


Abbildung 5.71.: Schlüssel und Zertifikate

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 zertifikatsbasierter 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 5.185.: 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 5.186.: Zertifikatsaktionen

Konfiguration

NET MODULE WebManager LOGOUT

HOME INTERFACES ROUTING FIREWALL VPN SERVICES **SYSTEM**

System
 Settings
 Time & Region
 Reboot

Authentication
 User Accounts
 Remote Authentication

Software Update
 Software Update
 Modem Firmware Update
 Software Profiles

Configuration
 File Configuration
 Factory Configuration

Troubleshooting
 Network Debugging
 System Debugging
 Tech Support

Keys & Certificates

Licensing

Legal Notice

NetModule Router Simulator
 Hostname NB1600
 Software Version 4.4.0.103
 © 2004-2020, NetModule AG

Keys & Certificates **Configuration**

Organization (O)

Department (OU)

Location (L)

State (ST)

Country (C)

Common Name (CN)

E-Mail

Expiry period: days

Key size: bits

DH primes: bits

Signature:

Cipher:

Passphrase:

SCEP Configuration

SCEP Status: enabled disabled

Abbildung 5.72.: 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 lokale 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 <code>http://<Host>/<Pfad>/pkiclient.exe</code>
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 `get.ca` - 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.

The screenshot shows the 'WebManager' interface for 'NET MODULE'. The 'SYSTEM' menu is active. The 'License Installation' section has two radio buttons: 'Upload license file' (selected) and 'Download license from URL'. Below it is a 'License file:' field with a 'Choose File' button and the text 'No file selected'. An 'Install' button is also present. The 'Licensing Status' section shows a 'Serial number:' of '00112B025026' and a 'License status:' of 'A valid license is installed.' Below this is a table with columns 'Feature', 'Availability', and 'Licensing Status'.

Feature	Availability	Licensing Status
FMS2IP	no	unlicensed
GPS	yes	licensed
GSM	yes	licensed
ITXPT	no	unlicensed
LTE	yes	licensed
SERVER	yes	licensed
TX_ADV	yes	licensed
UMTS	yes	licensed
VIRT	no	licensed
VOICE	yes	licensed
WLAN	yes	licensed

NetModule Router Simulator
Hostname NB1600
Software Version 4.4.0.103
© 2004-2020, NetModule AG

Abbildung 5.73.: 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.openssl.org>).

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)

Copyright (c) 2023, NetModule. Alle Rechte vorbehalten.



5.9. ABMELDEN

In diesem Menü melden Sie sich beim Web Manager ab.

6. Kommandozeile (CLI)

Die Befehlszeile (Command Line Interface, CLI) ist 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
<code>STRG-a</code>	An den Anfang der Zeile bewegen
<code>STRG-e</code>	An das Ende der Zeile bewegen
<code>STRG-f</code>	Ein Zeichen nach rechts bewegen
<code>STRG-b</code>	Ein Zeichen nach links gehen
<code>ALT-f</code>	Nach rechts zum Ende des nächsten Wortes gehen
<code>ALT-b</code>	Nach links zum Anfang des aktuellen oder vorherigen Wortes gehen
<code>STRG-l</code>	Bildschirm löschen und nur die aktuelle Zeile am oberen Bildschirmrand anzeigen bei Angabe eines Arguments die aktuelle Zeile aktualisieren, ohne den Bildschirm zu löschen
<code>STRG-p</code>	Vorigen Befehl aus der Verlaufsliste anzeigen
<code>STRG-n</code>	Nächsten Befehl aus der Verlaufsliste anzeigen
<code>ALT-<</code>	Ersten Befehl der Verlaufsliste zeigen
<code>ALT-></code>	Letzten Befehl der Verlaufsliste zeigen
<code>STRG-r</code>	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

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

<code>cliphp.status=0</code>	Dienst ist deaktiviert
<code>cliphp.status=1</code>	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=<Adresse>&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 geschwichte)
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
Mobile _x	Ein WWAN-Modem
MOBILEIP _x	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)
OUT _x	Ein digitaler I/O-Ausgang (DO _x)
PPTP _x	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)
SERIAL _x	Eine serielle Schnittstelle
SIM _x	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)
TAP _x	Eine OpenVPN-Tunnel-Schnittstelle (basierend auf TAP)
TUN _x	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
WLAN _x	Eine Wireless-LAN-Schnittstelle, die als zusätzliche LAN-Schnittstelle dargestellt wird, wenn sie als Access Point konfiguriert ist
WWAN _x	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 erfolgreich
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	Seriellles USB-Gerät hinzugefügt
906	usb-serial-removed	Seriellles 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 schlafenden 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