

Praktikumsbericht zum Berufspraktischen Semesters

Thema

Anbindung eines Einsatzleitwagens mittels All-IP Technik

Wissenschaftlicher Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Ulrich Trick

Betrieblicher Betreuer: Dipl.-Ing. (FH) Johann Juraschek

Vorname: Christo

Nachname: Schmidt

Matrikel-Nummer: 1076305

Studiengang: EKT

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich Christo Schmidt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Zuhilfenahme der ausgewiesenen Hilfsmittel angefertigt habe. Sämtliche Stellen der Arbeit, die im Wortlaut oder dem Sinn nach anderen gedruckten oder im Internet verfügbaren Werken entnommen sind, habe ich durch genaue Quellenangaben kenntlich gemacht.

Frankfurt, den _____

Christo Schmidt

Inhaltsverzeichnis

Eidesstattliche Erklärung	2
Abbildungsverzeichnis	4
1.) Einleitung des Themas	7
2.) Unternehmen	8
2.1 Geschichte	8
2.2 Produkte	9
2.3 Erfolge.....	11
3.) Themen die das Projekt umfassen	11
3.1 Kategorisierung von Rechnernetzen	11
3.2 OSI-Modell und die Kommunikation über Rechnernetze	13
3.3 Netzwerksegmentierung	15
3.3.1 Segmentierung auf OSI-Schicht 1	16
3.3.2 Segmentierung auf OSI-Schicht 2.....	16
3.3.3 Segmentierung auf OSI-Schicht 3.....	17
3.4 Next Generation Network (NGN)	18
3.5 Unified Communications (UC)	18
3.5.1 Integration der Kommunikationsmedien	19
3.5.2 Statusinformation des Kommunikationsgerätes	19
3.5.3 Kontextintegration	19
3.6 All-IP.....	20
3.7 VoIP mit SIP.....	20
3.7.1 SIP-Registrierung	21
3.7.2 Proxy Server	22
3.7.3 Location Server	23
3.7.3 SIP-Redirect Server	24
3.8 Fax over IP	25
3.9 Mobilfunknetz.....	28
3.10 GNSS	29
3.11 VPN	30
3.12 VLAN	32
3.12.1 Untagged VLAN	32
3.12.2 Tagged VLAN.....	33
4.) Realisierung des Projektes	34
4.1 Intranet.....	35
4.2 Mobilfunk-Dienst.....	39

4.3 Internet-Dienst.....	40
4.3.1 DSL-Zugriff.....	41
4.3.2 Internet über WLAN	42
4.3.3 Mobiles Internet	43
4.4 Telefon-Dienst.....	44
4.4.1 Einrichtung der digitalen Telefone.....	45
4.4.2 Einrichtung des Analogen Telefons.....	47
4.5 Fax over IP over Mobile	49
4.6 VPN-Dienst im ELW	49
4.6.1 VPN-Client	50
4.6.2 VPN Server	50
4.7 GPS.....	53
4.8 VLAN	55
4.8.1 NB2800 für VLAN konfigurieren	55
4.8.2 Easy Smart Switch.....	56
5.) Ausblick	58
6.) Literaturverzeichnis	58

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: ELW	7
Abbildung 2: Industrie-Router NB1600	9
Abbildung 3: Bahn-Router NB3800	10
Abbildung 4: Fahrzeug-Router NB2800.....	10
Abbildung 5: LAN	12
Abbildung 6: WAN, setzt sich aus mehreren Subnetzen zusammen	13
Abbildung 7: OSI-Referenz-Modell.....	14
Abbildung 8: Kommunikation zweier Endsysteme über das Internet.....	15
Abbildung 9: Segmentierung auf Ebene 1	16
Abbildung 10: Segmentierung auf Schicht 2.....	17
Abbildung 11: Segmentierung auf Schicht 3.....	17
Abbildung 12: Kontextintegration nach dem UC-Prinzip.....	19
Abbildung 13: VoIP genereller Ablauf	21
Abbildung 14: SIP-Digest	22
Abbildung 15: SIP-Proxy	23
Abbildung 16: Location-Server	24
Abbildung 17: SIP-Redirect Server.....	25

Abbildung 18: FoIP	25
Abbildung 19: Arbeitsweise von T.38 Teil 1	27
Abbildung 20: Arbeitsweise von T.38 Teil 2	27
Abbildung 21: Mobilfunk prinzipiell.....	29
Abbildung 22: GNSS	30
Abbildung 23: VPN End-to-Site Verbindung.....	31
Abbildung 24: untagged VLAN.....	33
Abbildung 25: tagged VLAN	34
Abbildung 26: LAN im ELW	35
Abbildung 27: Konfiguration 1 LAN	36
Abbildung 28: Einrichtung 2 LAN	36
Abbildung 29: DHCP Eigenschaft	37
Abbildung 30: WLAN 1	37
Abbildung 31: WLAN 2	38
Abbildung 32: WLAN 3	39
Abbildung 33: Mobilfunk.....	39
Abbildung 34: Registrierung ins Mobilfunknetz	40
Abbildung 35: WAN-Zugriff.....	40
Abbildung 36: DSL Einstellung 1.....	41
Abbildung 37: DSL Einstellung 2.....	41
Abbildung 38: WLAN Client Part 1.....	42
Abbildung 39: WLAN Client Part 2.....	42
Abbildung 40: WLAN Client Part 3.....	43
Abbildung 41: WWAN Part 1	44
Abbildung 42: WWAN part 2	44
Abbildung 43: VoIP im ELW	45
Abbildung 44: VoIP Part 1	46
Abbildung 45: VoIP Part 2	46
Abbildung 46: VoIP Part 3	47
Abbildung 47: Cisco ATA	48
Abbildung 48: Cisco ATA Weboberfläche.....	48
Abbildung 49: Registrierung der Cisco als SIP-UA	49
Abbildung 50: FoIP-Service not working	49
Abbildung 51: VPN-Client	50
Abbildung 52: VPN Server part 1	51
Abbildung 53: VPN Server part 2	51

Abbildung 54: VPN Server part 3	52
Abbildung 55: VPN Server part 4	52
Abbildung 56: GPS.....	53
Abbildung 57: GPS enablen.....	54
Abbildung 58: Virtuelle Karte	54
Abbildung 59: VLAN im ELW	55
Abbildung 60: VLAN 1	56
Abbildung 61: VLAN 2	56
Abbildung 62: VID	57
Abbildung 63: PVID	57

1.) Einleitung des Themas

Folgendes Thema wurde während des Berufspraktischen Semesters untersucht. Anbindung eines Einsatzleitwagens (kurz: ELW) mittels ALL-IP-Techniken. Hinzu soll eine Konnektivität zu verschiedenen Kommunikationsnetzen vorhanden sein. Die Hauptschnittstelle für die Anbindung der diversen Netzwerke soll durch den Vehicle Router NB 2800 realisiert werden. Hintergrund für den Ansatz dieses Themas ist die Weiterentwicklung der Netzintegrität des Einsatzleitwagens. Sprich ihn über verschiedene Netze erreichbar zu halten, um somit die Konnektivität zum ELW ständig beibehalten zu können. Alle eingehenden und ausgehenden Dienste sollen über ein zentrales paketorientiertes Netz gemanagt werden und von dort aus an die entsprechenden Netze bzw. Endgeräte weitergeleitet werden. Abbildung 1 soll das Prinzip und die Idee vom ELW nochmals verbildlichen. Im Inneren des ELW sind beispielhaft die zum Anbinden möglichen Kommunikationsgeräte gezeigt. Oben auf dem Dach sind die verschiedenen Schnittstellen zu den jeweiligen Netzen aufgestellt. ¹

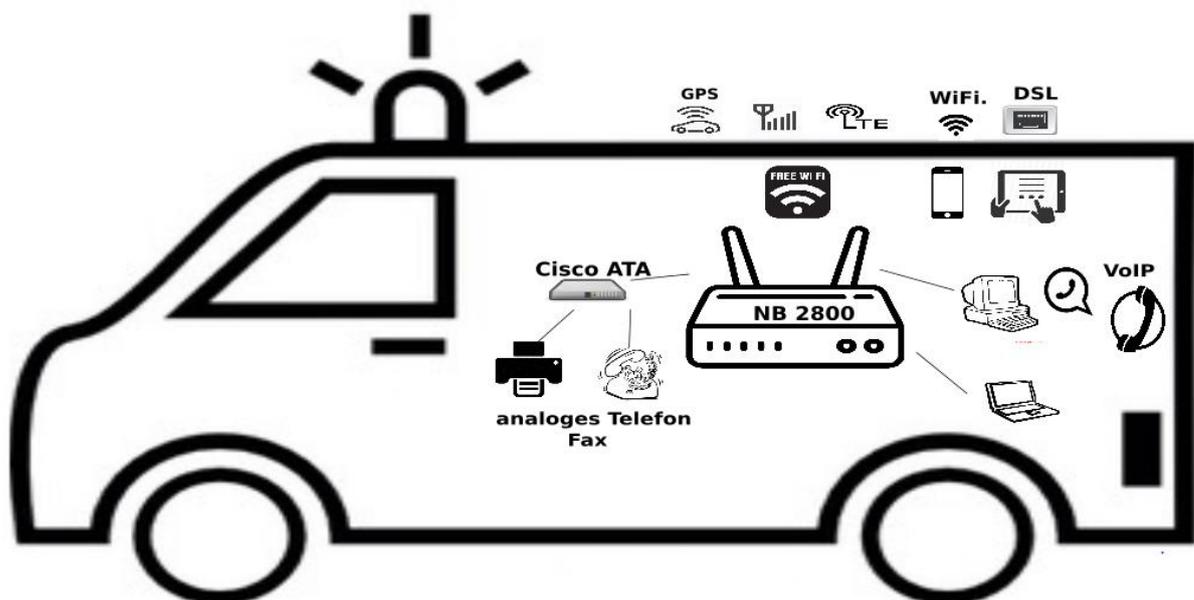


Abbildung 1: ELW

Der Einsatzleitwagen ist ein mobiles Fahrzeug in verschiedenen Größen, das für den Einsatz von taktischen Einheiten wie Polizei, Feuerwehr, Rettungsdienst etc. genutzt wird.

¹ Einsatzleitwagen, 30 Mai 2017, <https://de.wikipedia.org/wiki/Einsatzleitwagen>

Grundlegende Aufgaben eines jeden ELW sind die Erkundung, Führung und Dokumentation des Einsatzortes wobei eine ständige Kommunikationsverbindung zur Einsatzleitstelle vorhanden sein muss. Um dies zu versichern, kommen sogenannte digitale Funkgeräte als Kommunikationswerkzeug im ELW vor. Diese sind entweder fest eingebaut, wie z.B. in Rechnern, oder auch mobil, wie z.B. Funkgeräte und im Einsatzleitwagen verfügbar. Zum Datenaustausch von Dokumenten, Fotos etc. werden Rechner benutzt. Zum Austausch von Sprachinformationen nutzt der ELW den Mobilfunk und die Einsatzleitstelle den stationären Funk. Beide Arten der Kommunikation, sowohl Daten als auch Sprache, laufen über das Funknetz ab. Demnach kommt es zwischen dem ELW und der Einsatzleitstelle nur zum Einsatz eines Kommunikationsmediums und zwar dem Mobilfunknetz. Dieser momentan konventionelle Zustand des ELW soll mithilfe des Projektes modernisiert werden.

2.) Unternehmen

2.1 Geschichte

Das Projekt Anbinden eines Einsatzleitwagens mittels All-IP wurde in der NetModule GmbH in Frankfurt Eschborn untersucht. Bei der Firma NetModule handelt es sich um ein technisches Unternehmen, was für die Herstellung von Kommunikationsgeräten, für paketorientierte Datennetze, wie dem Internet, zuständig ist. Als Hauptsitz wurde die NetModule AG 1998 in Winterthur mit sechs Mitarbeitern gegründet. Im Jahre 2005 wurde die erste Tochterfirma NetModule GmbH in Frankfurt Eschborn gegründet. 2009 folgte die zweite Tochterfirma NetModule Asia Ltd, die ihren Sitzpunkt in Hong Kong hat. Zurzeit umfasst die Firma eine Anzahl von vierzig Mitarbeitern, alle mit einem Hochschulabschluss im Bereich Informatik oder Elektrotechnik. Bei den Kommunikationsgeräten handelt es sich um Router, die im Bereich Internet of Things (IoT), Machine to Machine (M2M) und Unified Communication Einsatz finden. Bei den Einsatzorten der Router handelt es sich um Orte wie Industrie und Transport im öffentlichen Nah- und Fernverkehr sowohl auf den Gleisen als auch auf den Straßen. Daraus erschließen sich folgende Produkte: Industrie-Router, Bahn-Router und Fahrzeug-Router. Zu den momentan auf dem Markt gehörenden Routern gehören die NB1600, die NB3800 und die NB2800. Alle Geräte laufen auf dem Betriebssystem Linux. Sie bieten über drahtlose Inventionen und verschiedenen Interfaces einen Datenaustausch von Informationen über verschiedene Kommunikationsmedien in Echtzeit an, mit dem Versprechen eine robuste Kommunikation dabei bereitzustellen. Die dabei verwendeten

Schnittstellen zwischen den verschiedenen Netzen erlauben eine kompatible Zusammenarbeit der Netze untereinander.²

2.2 Produkte



Abbildung 2: Industrie-Router NB1600

Die NB1600 wird für örtliche Anwendungen in der Industrie verwendet. Über die WAN-LAN-Schnittstellen lassen sich Anwendungen wie Condition Monitoring und Remote-Management zur Datenerfassung, Datenverarbeitung und Datenspeicherung durchführen.³

² Willkommen bei NetModule, <http://www.netmodule.com/de/company.html>

³ Willkommen bei NetModule, <http://www.netmodule.com/de/products/industrial-routers.html>



Abbildung 3: Bahn-Router NB3800

Die NB3800 findet ihren Einsatz im Gleisverkehr. Dabei beinhaltet sie diverse mobile Schnittstellen zu verschiedenen Netzen. Somit wird eine Sprach- und Datenkommunikation im Bahnverkehr sowohl für die Fahrgäste als auch für den Lockführer zur Verfügung gestellt.⁴



Abbildung 4: Fahrzeug-Router NB2800

Für die mobile Kommunikation im Straßenverkehr wird die NB2800 verwendet. Auch sie bietet Daten- und Sprachkommunikation für Passagiere und Busfahrer an. Diese werden über ihre mobilen als auch stationären Schnittstellen zur Verfügung gestellt.⁵

⁴ Willkommen bei NetModule, <http://www.netmodule.com/de/products/railway-routers.html>

⁵ Willkommen bei NetModule, <http://www.netmodule.com/de/products/vehicle-routers.html>

2.3 Erfolge

Viele Firmen haben bereits große Erfolge mithilfe der Router von NetModule erzielen können. Die Firma Reitter beschäftigt sich mit der Verwaltung von Wasserkraftwerken in Südtirol und Süddeutschland. Um die dortigen Wasserkraftwerke über Remotesteuerung überwachen zu können, verwendet sie den Industrie-Router NB1600.

Auf der Nordsee-Insel Sylt nutzen die öffentlichen Verkehrsbusse die NB2800 zur Bereitstellung von freiem WLAN für die Fahrgäste. Ebenfalls von Nutzen machen sich die Stadtwerke Ansbach die NB2800, die im Verkehrsbetrieb ihre Busse mit freiem WLAN ausgestattet hat. Das Unternehmen Südwestdeutsche Verkehrs-Aktiengesellschaft (SWEG) nutzt für ihren S-Bahn Verkehr die Router von NetModule für ein freies WLAN auf den Gleisen. Noch zahlreiche andere Unternehmen konnten über das Anschaffen der Router von NetModule, an den jeweils problembehafteten Kommunikationslücken, große Erfolge erzielen.⁶

3.) Themen die das Projekt umfassen

3.1 Kategorisierung von Rechnernetzen

Die Rechnernetze, auch Kommunikationsnetze genannt, werden anhand ihrer Größe verschieden kategorisiert. Dabei unterscheidet man zwischen lokalen Netzen und nicht lokalen Netzen.

Bei den lokalen Netzen handelt es sich kleinere Netze, die von außen nicht erreichbar und demnach privat sind. Das wohl meistgenutzte lokale Netz ist das Local Area Network (LAN). Es repräsentiert ein lokales privates Netz (vergleichbar mit dem Heimnetzwerk), in welchem eine interne Kommunikation zwischen diversen elektronischen Systemen ermöglicht wird. Die Netztopologie (innere Netzinfrastruktur) kann dabei verschiedene Formen annehmen, wie Stern, Bus, Baum, Masche oder Ring. Die meist verwendete Architektur in einem LAN ist der Stern (Abbildung 5). Hier haben alle angeschlossenen Kommunikationsgeräte die gleiche Priorität. Eine Hierarchie ist hier nicht vorzufinden. Die Geräte kommunizieren über einen gemeinsamen Verteilungspunkt, wie Switch oder Hub, miteinander. Bei einem Switch kommunizieren die Rechner auf Protokollebene 2 (Abbildung 5) über ihre MAC-Adressen (Medium Access Control). Bei einem Hub würden diese auf Protokollebene 1 miteinander kommunizieren. Die MAC-Adresse selbst ist eine eindeutige Adresse, die jede Netzwerkkarte besitzt. Mit der Netzwerkkarte wiederum wird

⁶ Willkommen bei NetModule, http://www.netmodule.com/de/industries/success-stories/stahl_computertechnik

das Kommunikationsgerät mit dem lokalen Netzwerk verbunden und demnach auch mit allen weiteren Rechnern im LAN.⁷

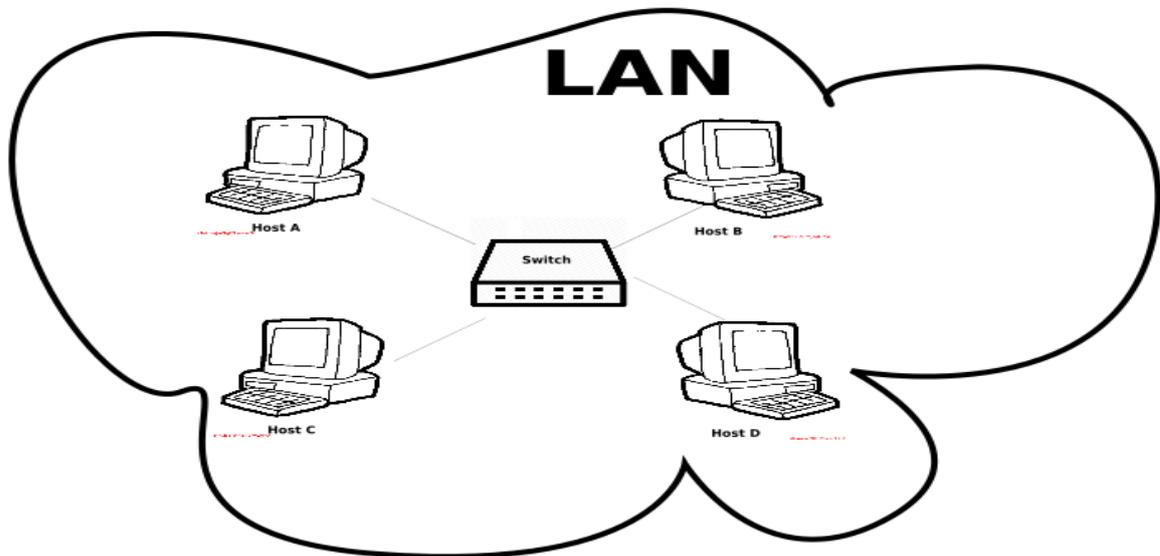


Abbildung 5: LAN

Im Unterschied dazu stehen nicht lokale Netze, die weitaus größer als die lokalen Netze sind. Ein weiterer Unterschied ist die Zugriffsberechtigung. Diese Netze sind öffentlich zugänglich, sodass jedes kommunikationsfähige Gerät Zugriff auf diese hat. Das wohl bekannteste öffentlich zugängliche Netz ist das Internet. Der Fachbegriff dazu ist das Wide Area Network (WAN). Es handelt sich um einen Zusammenschluss aus zahlreichen Subnetzen, die untereinander über Router verbunden sind. Der Bereich, den ein WAN abdeckt, erstreckt sich geografisch betrachtet innerhalb als auch außerhalb eines Landes.⁸

⁷ Local area network – Wikipedia, 5 September 2017, https://de.wikipedia.org/wiki/Local_Area_Network

⁸ Wide area network – Wikipedia, 3 Juli 2017, https://de.wikipedia.org/wiki/Wide_Area_Network

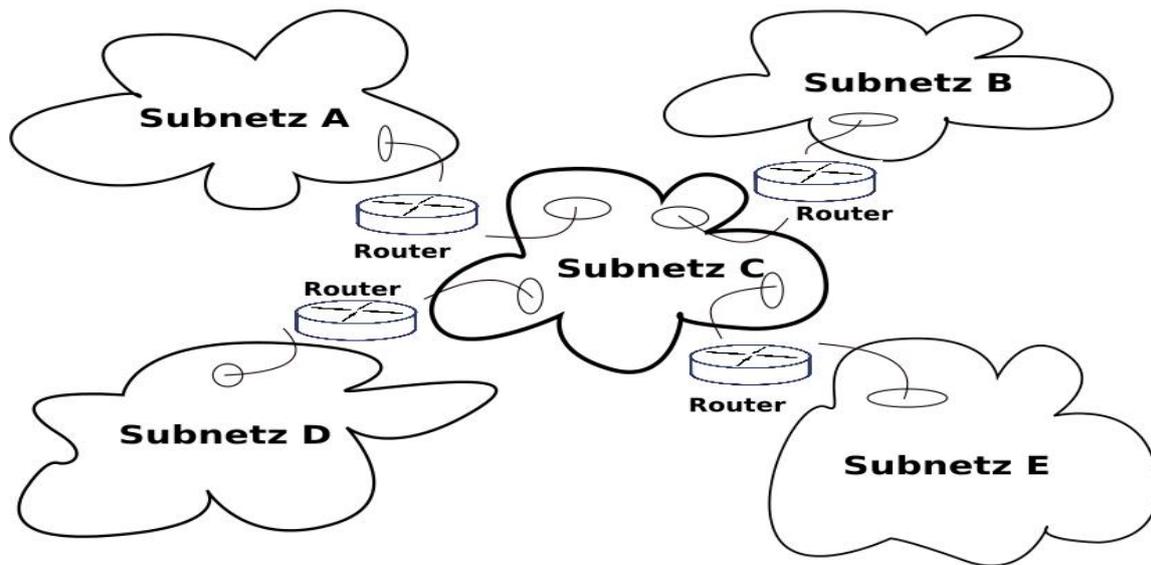


Abbildung 6: WAN, setzt sich aus mehreren Subnetzen zusammen

Unabhängig davon wie die interne Struktur von Subnetzen ist, werden diese über Router zu einem WAN-Netz verbunden, was im oberen Bild (Abbildung 6) verbildlicht werden soll. Damit ein Kommunikationsgerät aus Subnetz A mit einem Kommunikationsgerät aus Subnetz B kommuniziert bedarf es das Internet Protokoll (IP), welches auf der Protokollebene 3 arbeitet. Mithilfe des IP wird das Vermitteln der Nachrichten zwischen den Netzen ermöglicht. Die Kommunikationsgeräte selbst benötigen dazu eine IP-Adresse (IPv4 bzw. IPv6). Diese erhalten sie vom jeweiligen Router, (auch Default Gateway genannt) der das Netz betreibt.

3.2 OSI-Modell und die Kommunikation über Rechnernetze

Um von einem kommunikationsfähigen Rechnernetz sprechen zu können, benötigt es autonome elektronische Systeme wie (PCs, Handys, etc.), die innerhalb dieses Netzes miteinander über diverse Kommunikationskomponenten (Hub, Switch, Kabel, Luft) verbunden sind, um somit eine Kommunikation untereinander zu ermöglichen.⁹ Dabei tauschen diese verschiedenen Daten (Medien, Text, elektronische Briefe wie E-Mail) untereinander aus. Ebenfalls besteht der Transport von Sprache (VoIP) über das Rechnernetz. Um die Kommunikation erst zu ermöglichen, müssen jene Geräte die Anforderungen des OSI-Referenzmodells (Open System Interconnection) theoretisch erfüllen. Die Kommunikation findet mit verschiedenen Protokollen statt, die in den jeweiligen Schichten (Ebenen) arbeiten (Abbildung 7).

⁹ Rechnernetz – Wikipedia, 15 August 2017, <https://de.wikipedia.org/wiki/Rechnernetz>

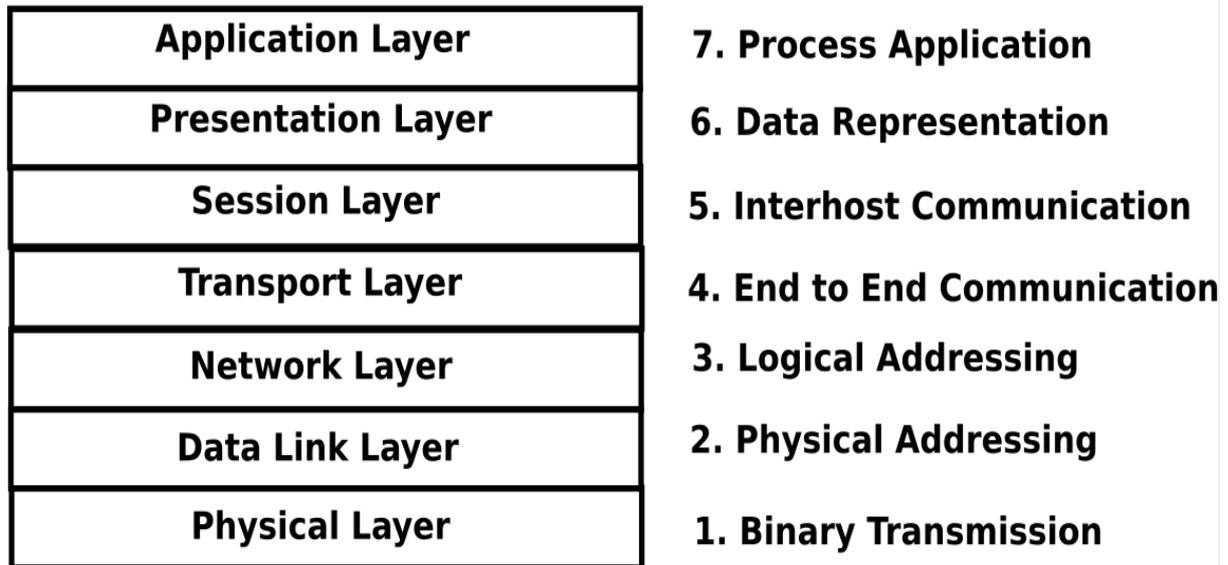


Abbildung 7: OSI-Referenz-Modell

Jede Schicht stellt einen Dienst zu Verfügung. Die Bitübertragungsschicht (Schicht 1) überträgt die digitalen Daten bitweise über ein Übertragungsmedium (Kabel, Luft). Die Sicherungsschicht (Schicht 2) sorgt für eine korrekte Übertragung des Bitstroms zwischen 2 physikalischen Endpunkten innerhalb eines Subnetzes. Die Vermittlungsschicht (Schicht 3) entscheidet welchen Weg die Daten zwischen der Quelle und Senke nehmen. Dabei wird in einem paketorientierten Netz, wie dem Internet, zwischen den Netzen vermittelt. Über die Transportschicht (Schicht 4) wird eine Ende-zu-Ende Verbindung zwischen Quelle und Senke erstellt. In der Kommunikationsschicht (Schicht 5) sprechen sich die zwei Endsysteme ab, wie sie sich für die Kommunikation synchronisieren sollen. Die Darstellungsschicht (Schicht 6) legt die Syntax fest, wie die Daten darzustellen sind, um ein gegenseitiges Verständnis zu ermöglichen. In der Anwendungsschicht (Schicht 7) spielt sich der eigentliche Dienst ab, den die Daten darstellen sollen. In ihr wird aus den gesendeten Daten die eigentliche Information entnommen. Wahrgenommen wird das ganze vom Benutzer, der die Endeinrichtung anwendet. Im Grunde genommen sind die Schichten 1-4 transportorientiert wohingegen die Schichten 5-7 anwendungsorientiert sind. Im fortlaufenden Text wird hauptsächlich nur auf die transportorientierten Schichten eingegangen, da diese von Bedeutung für das Projekt sind.

Der Datenaustausch innerhalb eines Rechnernetzes (LAN) erfolgt in den Schichten 1 und 2. Die Schicht 1 ermöglicht ein kommunikationsfähiges Gerät mit einem Übertragungsmedium zu verbinden. Die Schicht 2 hingegen schafft einen Ende-zu-Ende Verbindung zwischen zwei Geräten im selben Netz. Demnach sind alle dortigen Kommunikationssysteme physikalisch miteinander verbunden. Zur Realisierung einer

physikalischen Verbindung Ende-zu-Ende werden Switches benutzt. Die dazu gehörigen Protokolle der Schicht 2 sind (LLC: Link Layer Control oder MAC: Medium Access Control). Um den Datenaustausch zwischen zwei Endsystemen, die nicht innerhalb eines Netzes sind, zu ermöglichen, benötigt es zu den ersten beiden Schichten die Schicht 3. Sie vermittelt die Daten zwischen den Netzen. Werden die Daten zwischen den Netzen versendet, spricht man auch vom Internet. Demnach ist das Internet ein Zusammenschluss aus vielen Subnetzen, die über Router miteinander verbunden sind.

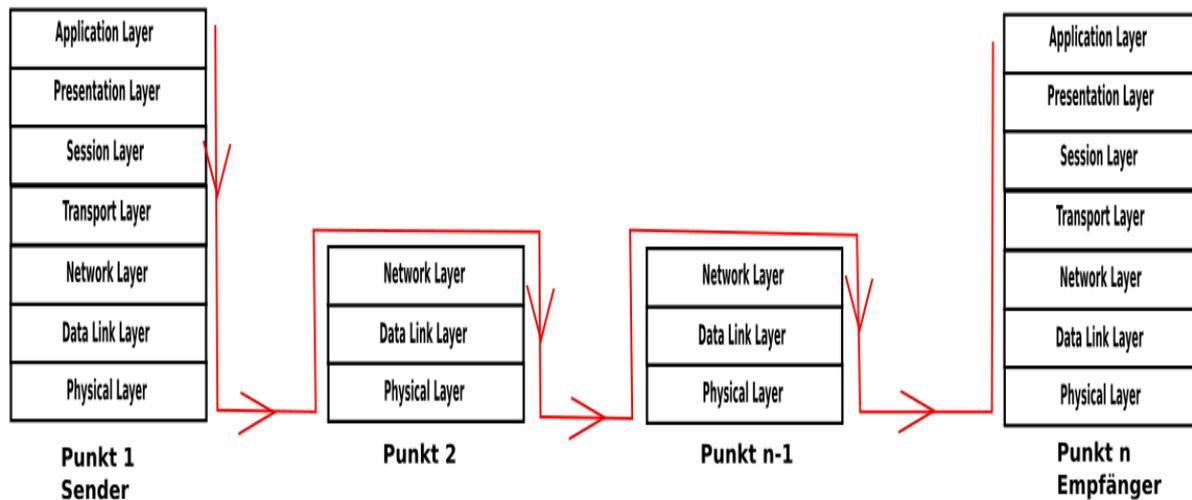


Abbildung 8: Kommunikation zweier Endsysteme über das Internet

Das obere Bild (Abbildung 8) soll die Kommunikation zwischen den Netzwerken verständlichen. Während des Datentransports über die verschiedenen Netze wird die Information der Daten bis zur Schicht 3 interpretiert und anhand dessen der Weg der IP-Pakete festgelegt. Hierfür wird das Internet Protocol (IP) verwendet.¹⁰

3.3 Netzwerksegmentierung

Die Netzwerksegmentierung meint das Aufteilen eines Netzwerkes in einzelne Segmente. Da es verschiedene Größen von Netzwerken gibt, kann es sich bei den Segmenten um einzelne Geräte oder größenunterschiedliche Netze handeln. Daher wird die Segmentierung in Rechnernetzwerken auf den unterschiedlichsten OSI-Schichten (von Schicht 1 bis Schicht 3) vorgenommen.¹¹

¹⁰ OSI model – Wikipedia, 24 August 2017, <https://de.wikipedia.org/wiki/OSI-Modell>

¹¹ Segmentierung – Wikipedia, 26 April 2017, [https://de.wikipedia.org/wiki/Segmentierung_\(LAN\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Segmentierung_(LAN))

3.3.1 Segmentierung auf OSI-Schicht 1

Eine Segmentierung auf Schicht 1 meint das physische Medium an dem einer oder mehrere Rechner angeschlossen sind. Bei mehreren Rechnern an ein Medium kann es bei gleichzeitigem Versenden zu Kollisionen kommen, sodass die gesendeten Daten nicht mehr zu identifizieren sind. So ein Bereich bezeichnet man auch als Kollisionsdomäne. Ein Beispiel wäre mehrere Rechner über einen Hub miteinander verbunden. Der Hub verbindet Rechner auf Schicht 1 miteinander. Eine Zuordnung bzw. Identifizierung der Rechner im Netz ist nicht möglich (Abbildung 9).

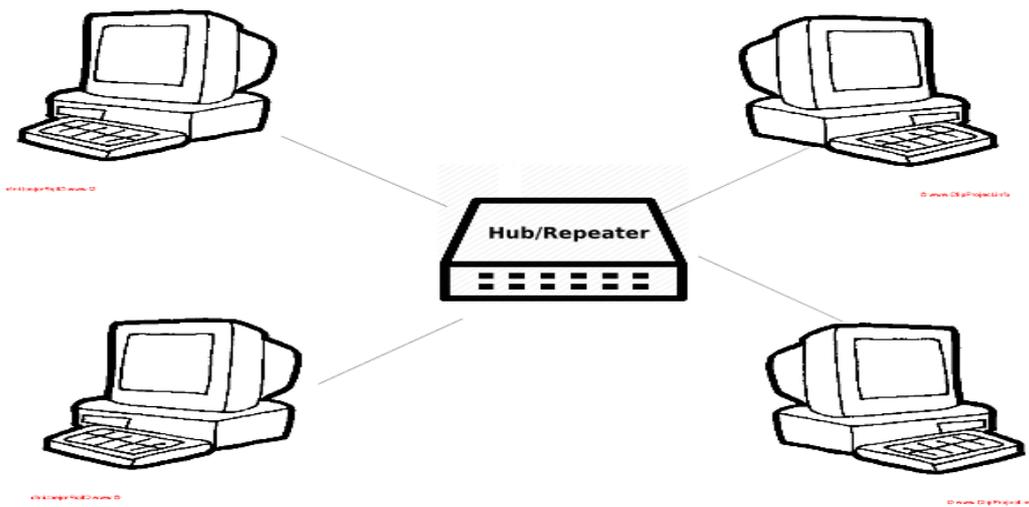


Abbildung 9: Segmentierung auf Ebene 1

3.3.2 Segmentierung auf OSI-Schicht 2

Bei einer Segmentierung auf Schicht 2 des OSI-Modells sind mehrere Rechner in einem Netz über die Ebene 2 miteinander verbunden. Die Ebene 2 trennt mehrere physische Medien voneinander. Somit befinden sich diese nicht mehr auf derselben OSI-Schicht 1. Demnach befinden sich mehrere Kollisionsdomänen getrennt voneinander im selben Netz. Switches oder Bridges fassen das Netz zu einer Broadcastdomäne zusammen. Innerhalb dieser Broadcastdomäne ist jeder Rechner eindeutig über seine MAC-Adresse identifizierbar. Somit ist eine physikalische Ende zu Ende Verbindung möglich (Abbildung 10).

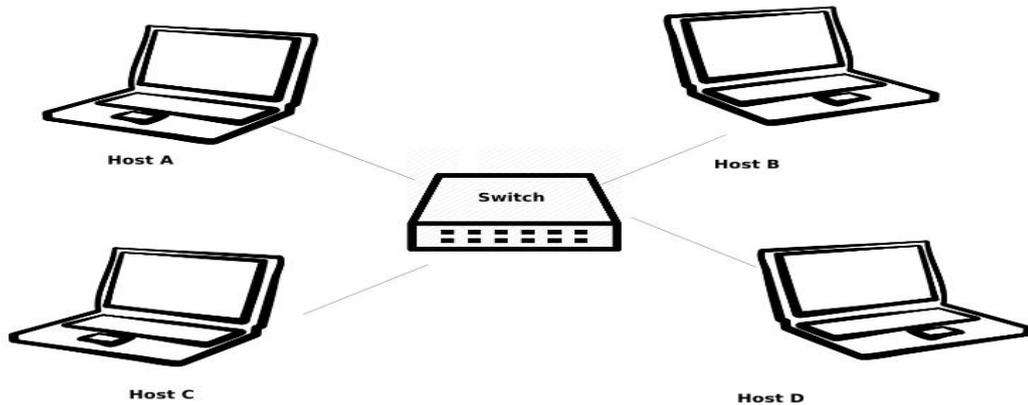


Abbildung 10: Segmentierung auf Schicht 2

3.3.3 Segmentierung auf OSI-Schicht 3

Bei der Segmentierung auf Schicht 3 spricht man von mehreren IP-Netzen oder Subnetzen. Die Aufteilung erfolgt über einen Router, der die verschiedenen Netze miteinander verbindet. D.h. er stellt den zentralen Schnittpunkt zwischen mehreren Broadcastdomänen dar. Dabei werden die verschiedenen Subnetze auf Ebene 2 getrennt voneinander betrachtet (Abbildung 11). Jedes Subnetz hat seine eigene Netzidentität, die von dem Router vergeben wird. Das Fachwort für die Netzidentität lautet Netz-ID, bei der es sich um die IP-Adresse des Netzes handelt.

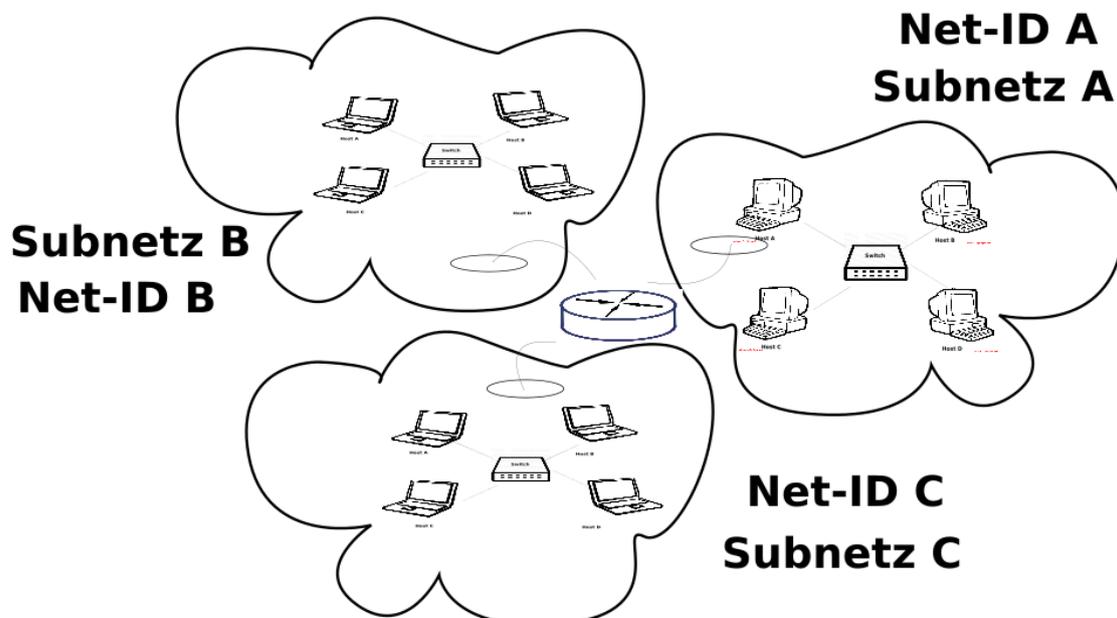


Abbildung 11: Segmentierung auf Schicht 3

3.4 Next Generation Network (NGN)

Das NGN ist ein Konzept, dass für die zukünftige Telekommunikation, über verschiedenste Netze, erstellt werden soll. Von den verschiedensten Netzarten soll ein paketorientiertes Datennetz (das Internet) als Kernnetz festgelegt werden. Dabei sollen alle möglichen Dienste über dieses Kernnetz laufen. Dienste, die normalerweise in konventionellen Netzen, wie ISDN oder dem analogen Netz, vorhanden sind. Daher verlangt das NGN auch die Integration von bereits bestehenden konventionellen Netzen. Das Hauptmerkmal des NGN ist die verschiedenen Dienste im Kernnetz wie (Signalisierung, Nutzdatentransport) voneinander zu trennen, was beim ISDN der Fall ist. Für den Sprach-Dienst laufen Signalisierung (Signalisierungskanal) und Sprache (Sprachkanal) getrennt voneinander.¹² Das NGN kennzeichnet sich durch die folgenden 15 Kennzeichen aus¹³:

- 1) Paketorientiertes Kernnetz für möglichst alle Dienste
- 2) Quality of Service
- 3) Offenheit für neue Dienste
- 4) Trennung der Verbindungs- und Dienststeuerung vom Nutzdatentransport
- 5) Integration aller bestehenden wichtigen Telekommunikationsnetze
- 6) Application Server
- 7) Multimedia-Dienste
- 8) Hohe Bitraten
- 9) Übergreifend einheitliches Netzmanagement
- 10) Mobilität
- 11) Integrierte Sicherheitsfunktionen
- 12) Den Dienst angemessene Entgelterfassung
- 13) Skalierbarkeit
- 14) Unbeschränkter Nutzerzugang zu verschiedenen Netzen und Dienstanbietern
- 15) Berücksichtigung geltender regulatorischer Anforderungen

3.5 Unified Communications (UC)

Heutzutage fallen in vielen Arbeitsbereichen Kommunikationsgeräte zum Einsatz, wie Rechner, Telefone, Faxgeräte, etc. Die Daten verlaufen von einer Arbeitsstelle zur anderen von verschiedenen Geräten über verschiedenste Netzwerke zum Empfänger. Diese Diversität an Kommunikationsmedien und Geräten führt oft zu Störungen und Unterbrechungen in der Kommunikation und im jeweiligen Arbeitsbereich. Dies soll mit

¹² Next Generation Network, 23 Januar 2017, https://de.wikipedia.org/wiki/Next_Generation_Network

¹³ Prof. Dr. U. Trick, e-technik.org, 10 April 2017, http://www.e-technik.org/frame_vorlesungen.htm

UC gelöst werden, indem die Kommunikation vereinheitlicht wird.¹⁴ Dazu werden folgende Bausteine benötigt:

3.5.1 Integration der Kommunikationsmedien

Hierbei wird als zentrales Netz ein IP-Netz gewählt, in welchem die verschiedensten Service durch das passende Kommunikationsgerät über das entsprechende Kommunikationsmedium ausgeführt wird. Das zentrale Netz bindet nach dem Kennzeichen fünf des NGN auch konventionelle und mobile Netze an das System an. Alle Geräte (Rechner, Telefone) und Medien (Audio, Video, Text) sind in diesem System vernetzt. Über diese Vernetzung weiß das UC-System über jeden Anwender und jeden Prozess Bescheid.

3.5.2 Statusinformation des Kommunikationsgerätes

Durch die Anzeige des Status eines jeden kommunikativen Gerätes soll die Kommunikation auch an entfernten Arbeitsorten zwischen den Arbeitern verbessert werden. Dies geschieht dadurch, dass den beiden Kommunikationspartnern eine intensivere Anwesenheit gegenüber dem anderen, durch entsprechender Signalisierung (online, offline, etc.), ermöglicht wird. Damit ist die Erreichbarkeit des Zielempfängers ständig präsent. Ein simples Beispiel dafür wäre der Präsenz-Status des VoIP-Telefons eines Arbeiters, ob dieser gerade kommunizieren fähig ist oder nicht.

3.5.3 Kontextintegration

Der Status der getätigten Arbeit wird ebenfalls in den Kontext des UC involviert. Dabei werden die getätigten Anwendungen und Prozessen so protokolliert, dass aus ihnen der Status der Kommunikationsfähigkeit des eigentlichen Anwenders noch näher beschrieben wird. D.h. was jener gerade tut bzw. getan hat (Abbildung 12).



Abbildung 12: Kontextintegration nach dem UC-Prinzip

Abbildung 12 zeigt anhand von Datum, Uhrzeit und Anwender die Statusinformation des angewandten Prozesses vom jeweiligen Benutzer.

¹⁴ Unified communications – Wikipedia, 26 April 2017, https://de.wikipedia.org/wiki/Unified_Communications

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das UC-System aus Kommunikationsmedien (Telefon, Rechner, Fax) und Kooperationsfunktionen (Gruppenarbeit, Konferenzen) zusammengesetzt ist und hauptsächlich über ein paketorientiertes Datennetz diese gemanagt werden.

3.6 All-IP

All-IP meint die Umstellung der bisherigen verschiedenen Übertragungstechniken für Dienste wie Telefonie, Fernsehen, Mobilfunk auf Basis des Internet Protokolls. Somit werden die verschiedenen Dienste über ein Netz, dem Internet, mittels Paketvermittlung zur Verfügung gestellt. Beim Telefondienst spricht man von Voice over IP (VoIP), beim Fernsehen Dienst von Video-on-Demand und beim Faxdienst von Fax over IP (FoIP).¹⁵

Wie sich sehen lässt überschneiden sich die Themen NGN, UC und All-IP gegenseitig.

3.7 VoIP mit SIP

Voice over IP meint die Telefonie über das Internet (Abbildung 13). Zum Vermitteln der Sprachnachrichten wird das IP verwendet. Der Telefondienst über das Internet weist dabei die drei Abläufe Verbindungsaufbau, Nachrichtenaustausch und Verbindungsabbau auf. Der Ablauf läuft wie bei der Leitungsvermittlung sequenziell ab. Realisiert wird das Ganze mit dem Session Initiation Protocol (SIP). SIP arbeitet auf der OSI-Schicht 5 und setzt somit auf den verbindungslosen Protokollen UDP (OSI-Schicht 4) und IP (OSI-Schicht 3) auf. SIP dient der Signalisierung, indem es eine Session zu einer Endeinrichtung mit dem 3-Way Handshake einleitet (vergleichbar mit dem DSS1-Signal beim ISDN). Zum Abbau der Verbindung wird ebenfalls SIP angewendet. Für den Nutzendatentransport wird das Realtime Transport Protocol (RTP) genutzt. Wie der Name schon sagt werden die Nutzdaten in Echtzeit über das Internet übertragen, um für eine gute Sprachqualität zu sorgen. Das erfüllt den zweiten Punkt vom NGN und zwar das Quality of Service. Als Rufnummer wird beim VoIP-Dienst die sogenannte SIP- Uniform Resource Identifier (SIP-URI) verwendet. Die SIP-URI besteht aus einem individuellen Benutzernamen und der dazugehörigen Domain, bei der ein SIP- User Agent registriert ist.¹⁶

¹⁵ All IP, <https://www.teltarif.de/tag/all-ip/>

¹⁶ IP-Telefonie – Wikipedia, 4 August 2017, <https://de.wikipedia.org/wiki/IP-Telefonie>

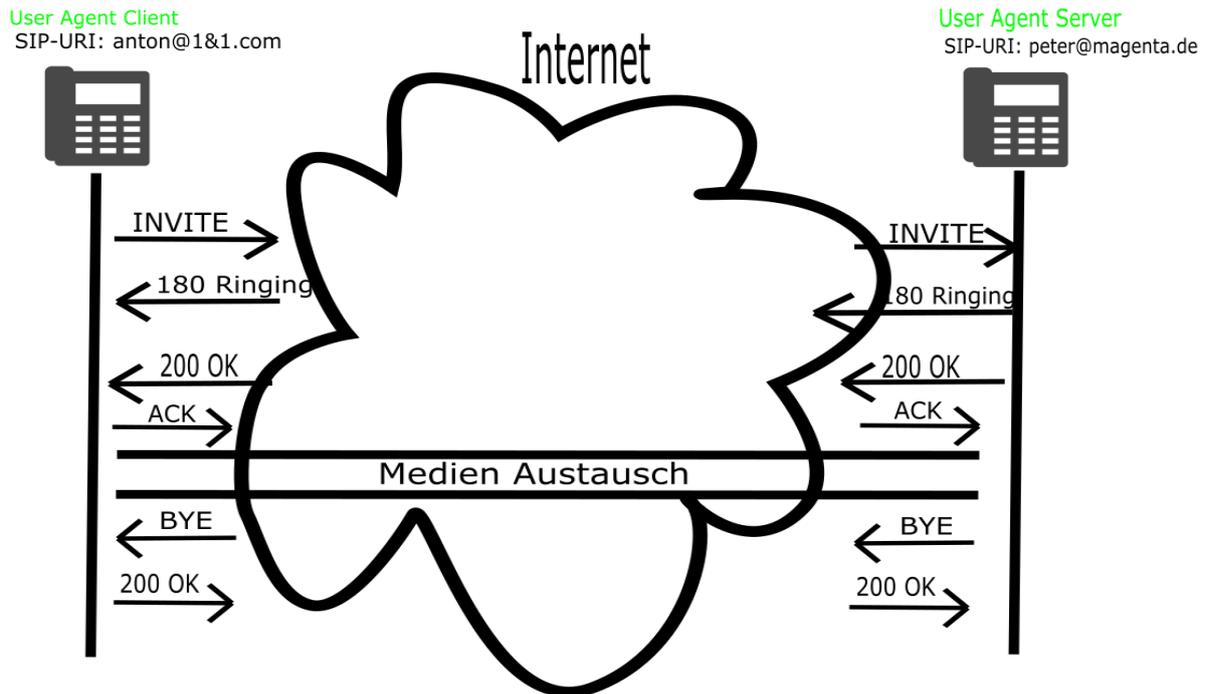


Abbildung 13: VoIP genereller Ablauf

3.7.1 SIP-Registrierung

Damit eine Endeinrichtung überhaupt den VoIP-Dienst nutzen kann muss diese sich registrieren. Die Registrierung erfolgt bei einem SIP-Register Server (Abbildung 14). Abbildung 14 zeigt die Registrierung mit Authentifizierung, was als SIP-Digest bezeichnet wird. Sie besteht aus 4 Schritten.

1. Der SIP-UA registriert sich ohne Authentifizierung
2. Daraufhin antwortet der Register Server mit 401 Unauthorized und erwartet eine neue Registrierung mit den dazugehörigen Parametern zur Authentifizierung
3. Erneut sendet der SIP-UA eine Registrierung mit den angeforderten Parametern
4. Der Register Server vergleicht diese Werte und wenn diese übereinstimmen registriert er den SIP-UA

Folgt die Registrierung ohne Authentifizierung entfallen die zwei mittleren Pfeile, sodass nach dem Register der Server mit 200 OK antwortet.¹⁷

¹⁷ Prof. Dr. U. Trick, e-technik.org, 10 April 2017, http://www.e-technik.org/frame_vorlesungen.htm

SIP User Agent



SIP Register Server

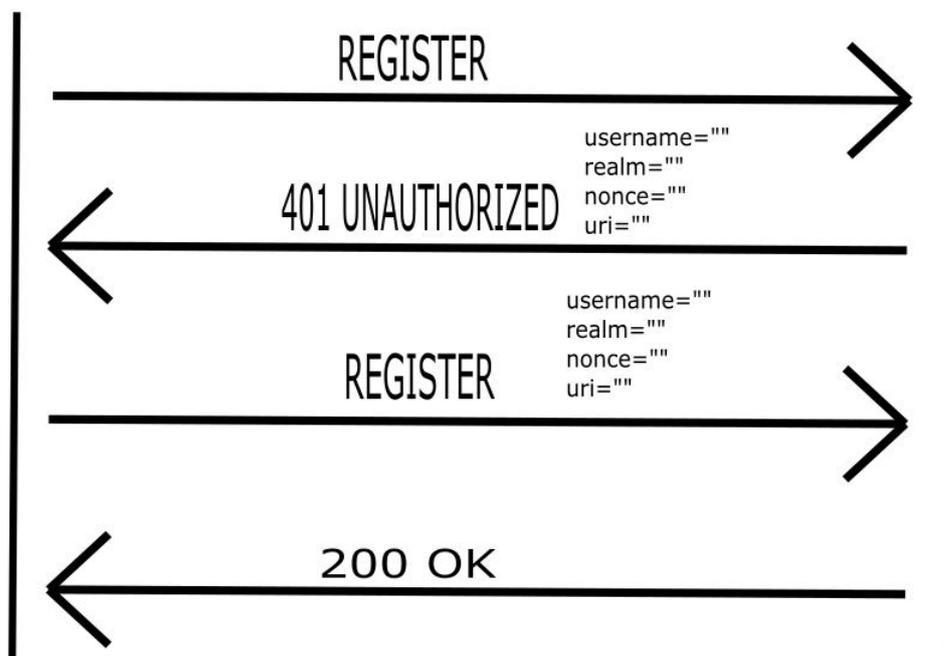


Abbildung 14: SIP-Digest

3.7.2 Proxy Server

Der Proxy dient der Vermittlung von SIP-Invites zum Empfänger (Abbildung 12). Dabei findet nur die Signalisierung für den Verbindungsaufbau über ihn statt. Der Nutzdatenaustausch und der Verbindungsabbau finden End-to-End zwischen den SIP-User Agents statt. Bei den Proxy-Servern wird zwischen einem statefull- und stateless Proxy unterschieden. Der stateless Proxy leitet die SIP-Requests weiter und übernimmt keine weiteren Aufgaben. Ein statefull Proxy hingegen generiert zu den weiter geleiteten SIP-Requests die entsprechenden SIP-Responses an den SIP-UA, der den Anruf einleitet. In einem SIP-Proxy kann ebenfalls ein SIP-Register vorhanden sein. Dieser wird daran erkannt, dass bei einer Registrierung wie in Abbildung 14 der Proxy die erste SIP-Register mit einer 407 Authentication required beantwortet.¹⁸

¹⁸ Prof. Dr. U. Trick, e-technik.org, 10 April 2017, http://www.e-technik.org/frame_vorlesungen.htm

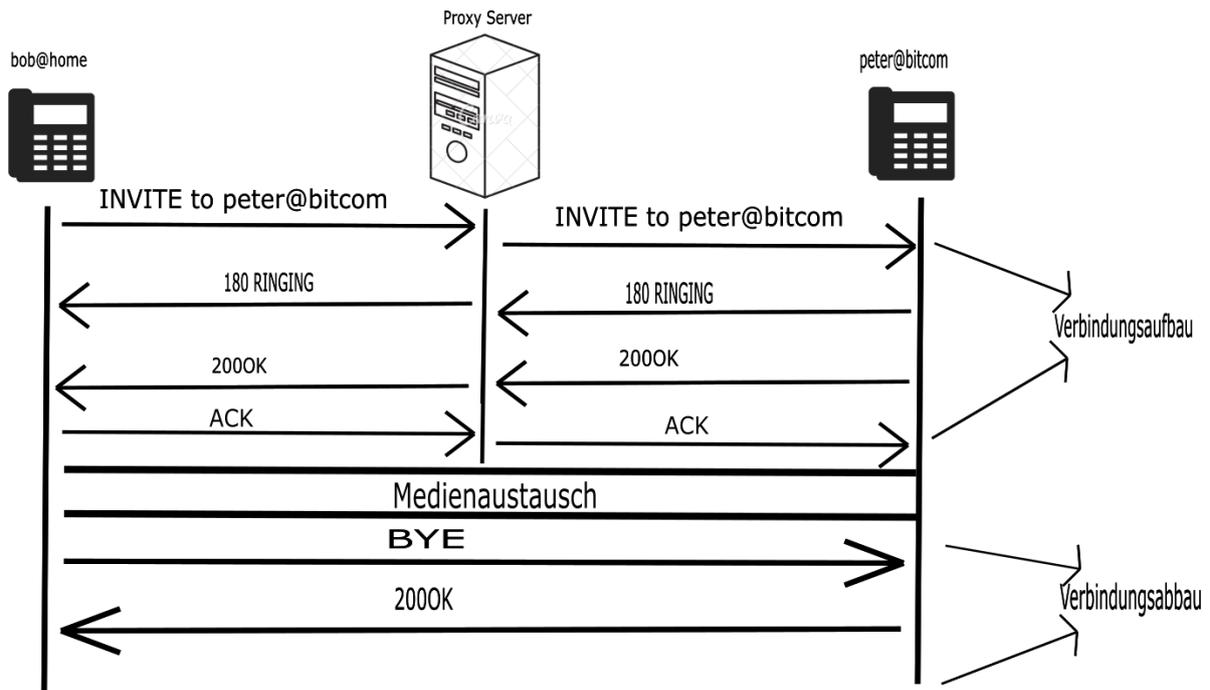


Abbildung 15: SIP-Proxy

3.7.3 Location Server

Der Location Server dient zur Ortung eines SIP-User Agents. Nach der Registrierung werden die temporäre und ständige SIP-URI an ihn übergeben. Bei einer SIP-INVITE wird, falls der Proxy-Server nicht weiß, wo sich die Zieladresse befindet, vom Location-Server die Information geholt, unter welcher temporären SIP-URI der User mit der ständigen SIP-URI zu erreichen ist. Der Location-Server beantwortet dem Proxy den Aufenthaltsort, sodass dieser die SIP-INVITE weiterleiten kann. Der Location-Server wird nicht über SIP angesprochen, sondern über andere Protokolle wie das Lightweight Directory Access Protocol (LDAP).

Befinden sich Register-, Proxy- und Location-Server in einem Gerät, spricht man vom sogenannten Call-Server.¹⁹

¹⁹ Prof. Dr. U. Trick, e-technik.org, 10 April 2017, http://www.e-technik.org/frame_vorlesungen.htm

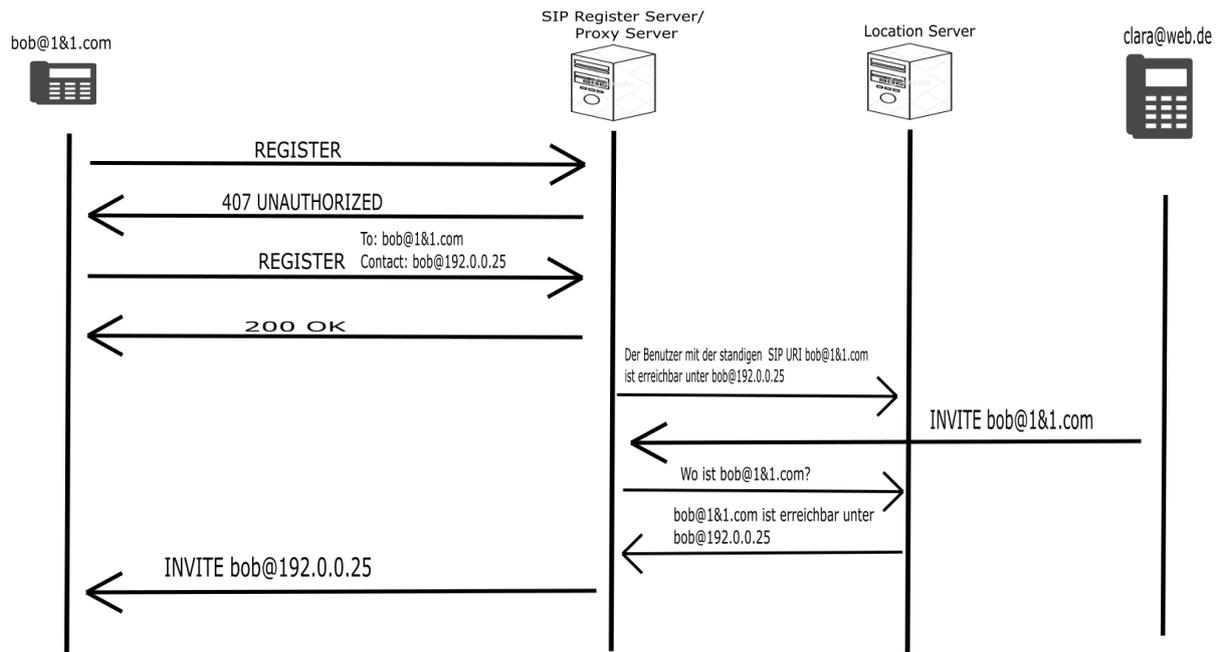


Abbildung 16: Location-Server

3.7.3 SIP-Redirect Server

Der SIP-Redirect Server dient der Umleitung von eingehenden SIP Anrufen. Dieser ist in dem SIP-User Agent meist mit eingebaut. Über die dezentrale Umleitung wird somit eine schnelle Rufumleitung ermöglicht.²⁰

²⁰ Prof. Dr. U. Trick, e-technik.org, 10 April 2017, http://www.e-technik.org/frame_vorlesungen.htm

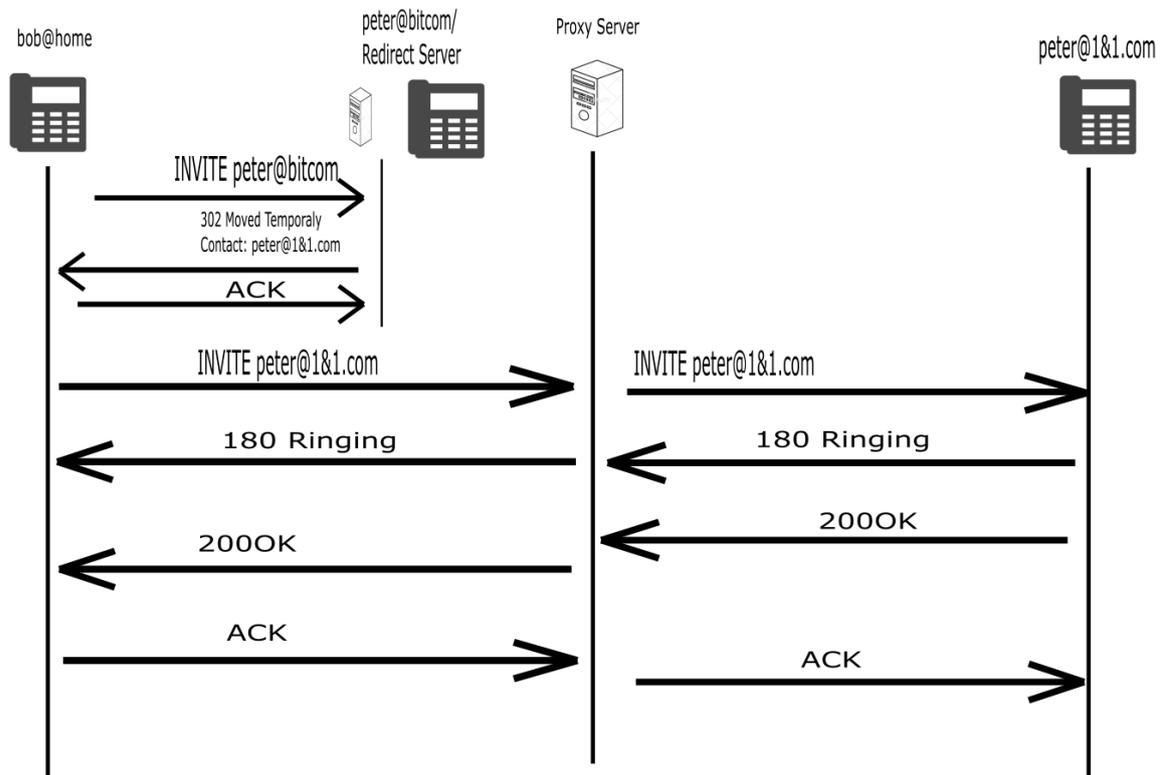


Abbildung 17: SIP-Redirect Server

3.8 Fax over IP

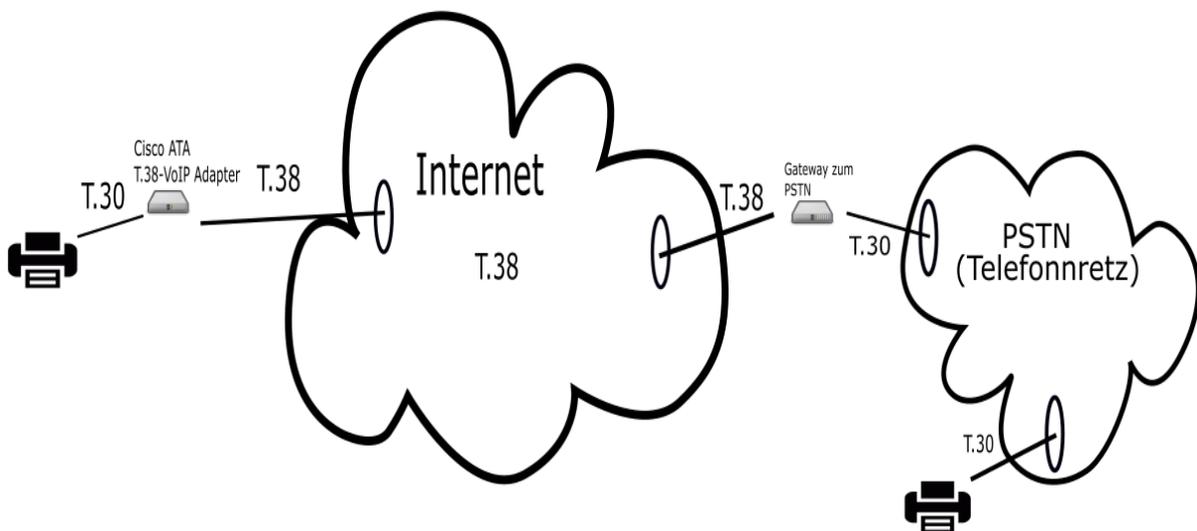


Abbildung 18: FoIP

Fax over IP (FoIP) ermöglicht das Senden von Faxen über das Internet. Zur Realisierung des FoIP-Dienstes müssen folgende Voreinstellungen vorhanden sein. Bei den Faxen muss es sich um Faxen der Gruppe 3 (G.3) handeln, da diese zum Faxen das T.30 Protokoll verwenden. Es sorgt für den Verbindungsaufbau und der Übertragung der

Faxzielnummer über die Telefonleitung. Dabei arbeitet es am kompatibelsten mit dem T.38. Protokoll. Das T.38 Protokoll unterstützt das Faxen über ein paketvermittelndes Datennetz wie dem Internet (Abbildung 18). Es sorgt für eine Echtzeitübertragung innerhalb des paketvermittelnden Netzes. Somit bekommen die beiden Endgeräte nichts von dem IP-Netz und der Protokoll Umsetzung von T.30 auf T.38 mit. Doch wie funktioniert das Umsetzen der Protokolle. Das analoge Faxsignal wird mit dem Codec G.711 für das IP-Netz aufbereitet. Es wird mit 8kHz abgetastet (Abbildung 19). Als Folge entsteht ein zeitdiskretes Signal des ursprünglichen analogen Signals. Danach wird das Signal wertdiskret quantisiert und anschließend als eine Bitfolge digital codiert. Die Bitfolge wird in ein High Level Data Link Control (HDLC) Frame verpackt (Abbildung 20). Bei dieser Bitfolge handelt es sich nicht um das analoge Faxsignal selbst, das für den Transport über das IP-Netz digitalisiert und codiert wurde, sondern um eine Bitfolge, die die Information des Faxsignals repräsentiert. D.h. über das paketvermittelnde Netz wird eine Bitfolge versendet, die die Information des ursprünglichen Faxsignals enthält. Die Information ist mit einer einfachen Nachricht vergleichbar. Demnach ist der Transport einer Nachricht schneller als wenn der Transport des abgetasteten Audiosignals. Erfolgt das Senden der Faxsignale in RTP-Pakete bezeichnet man das als Fax-Passthrough. Beim Fax-Passthrough wird das Faxsignal digitalisiert, codiert und in RTP-Pakete gelegt und wie Sprache übertragen. Das Gateway leitet die ankommenden RTP-Pakete einfach nur weiter ans Faxgerät, da es dieses als Sprache wahrnimmt. Eine Umsetzung aus der Information ins ursprüngliche Faxsignal wie beim T.38 erfolgt hier nicht. Diese Methode ist nicht empfehlenswert, da die gesendeten Faxsignale durch das Transportnetz verfälscht am Endgerät ankommen und dadurch die Faxverbindung abbricht. Außerdem unterstützt es nicht das HDLC-Protokoll.²¹

Zurück zu T.38 wird die Information des Signals in das Netzwerkprotokoll HDLC verpackt, da dieses für einen synchronen Datenfluss im Netzwerk sorgt. Außerdem hat es noch Eigenschaften wie die Einhaltung der Sequenz der gesendeten Pakete bezüglich ihrer Reihenfolge und über CRC noch die Erkennung von fehlerbehafteten Paketen. Die Grundvoraussetzung, damit T.38 im Internet funktioniert, ist das Vorhandensein zweier T.38-T.30 Gateways. Handelt es sich bei einer der Gegenstelle um kein T.38-T.30 Gateway kann keine erfolgreiche Kommunikation erfolgen. Der Verbindungsaufbau wird mit SIP eingeleitet.²²

²¹ Youtube, 20.11.2013, <https://www.youtube.com/watch?v=K7G-A64Ck5k>

²² David Hanes, Implementing Fax over IP – Cisco, https://www.cisco.com/web/services/news/ts_newsletter/tech/chalktalk/archives/200808.html

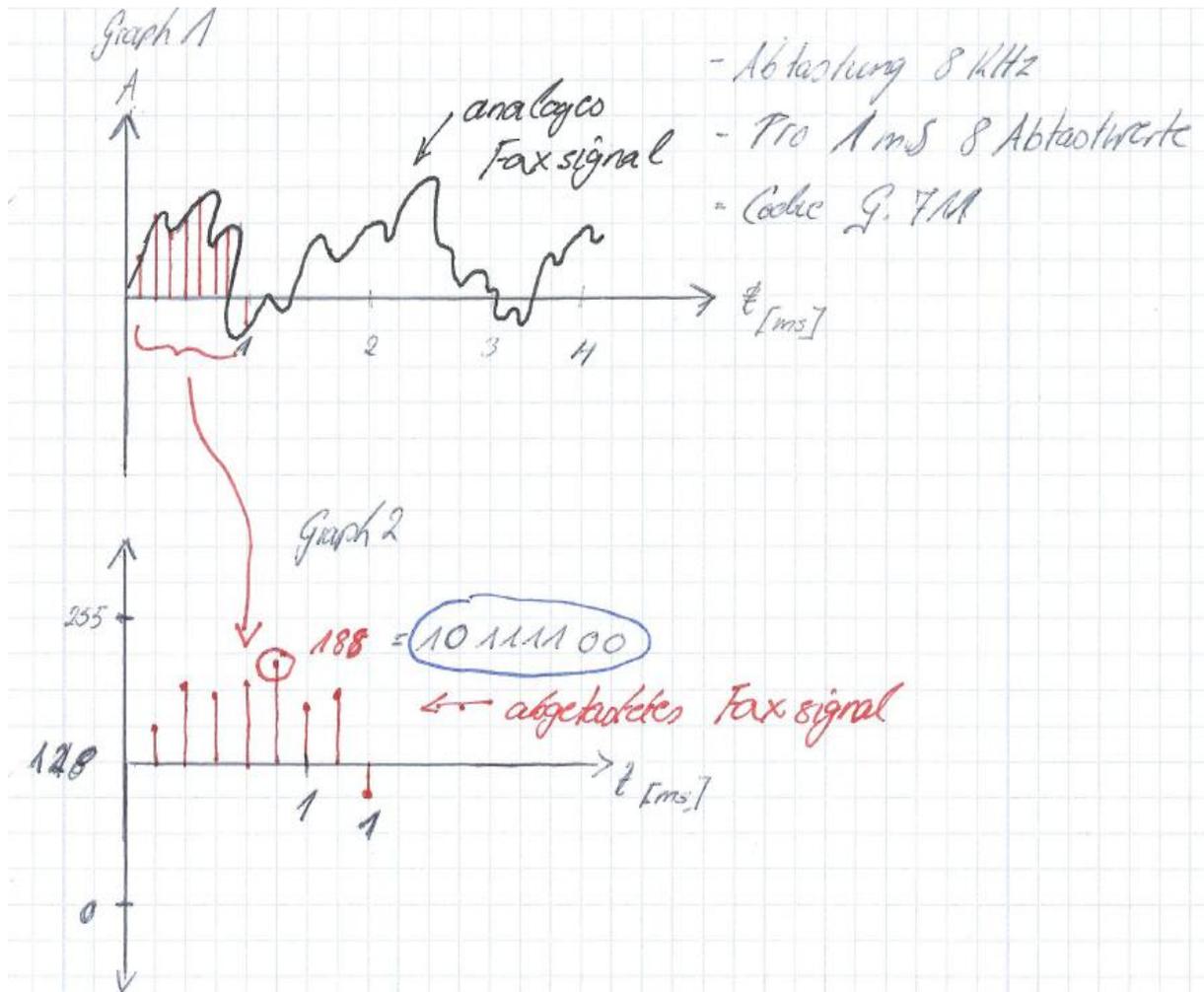


Abbildung 19: Arbeitsweise von T.38 Teil 1

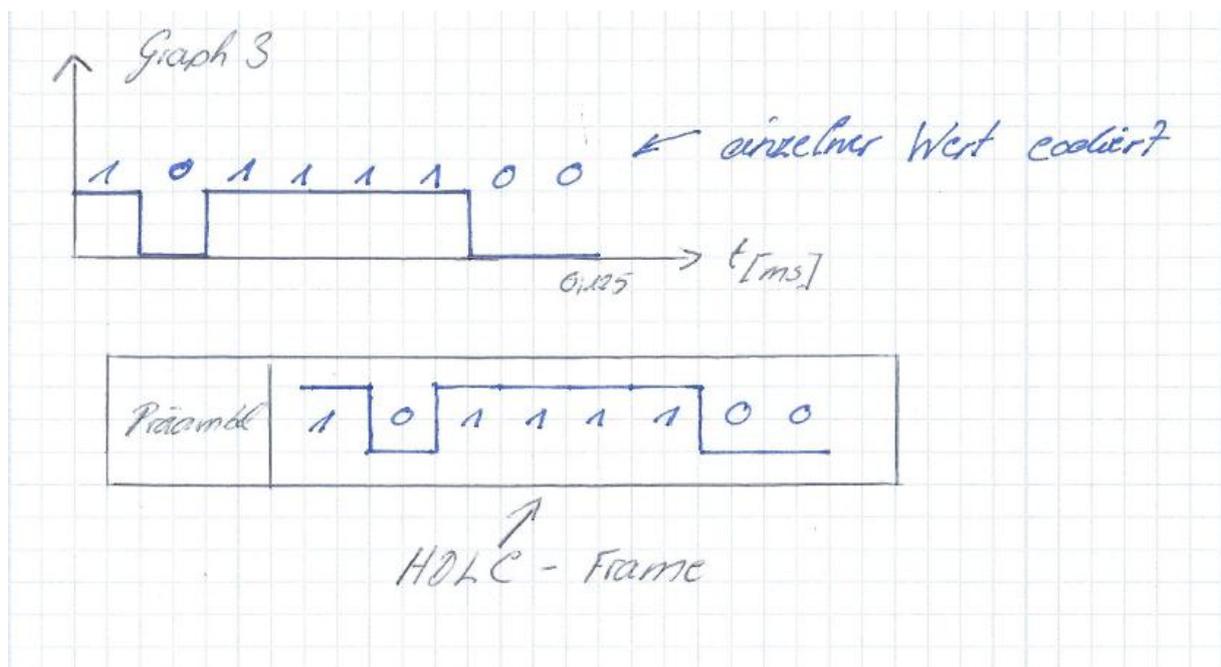


Abbildung 20: Arbeitsweise von T.38 Teil 2

3.9 Mobilfunknetz

Das Mobilfunknetz ermöglicht das Nutzen von verschiedenen Diensten über den Mobilfunk. Um über das Mobilfunknetz den Mobilfunkdienst zu erhalten wird neben der mobilen Station (Handy) eine SIM-Karte benötigt. In dieser sind alle wichtigen Daten für den Nutzen des Dienstes gespeichert. SIM steht für Subscriber Identity Module und bedeutet nichts anderes als die Rufnummer unter die der Mobilfunknutzer ständig erreichbar ist. Die SIM enthält außerdem noch die International Mobile Subscriber Identity (IMSI). Mit der IMSI registriert sich die SIM-Karte ins Mobilfunknetz. Im Mobilfunk gibt es folgende Standardisierungen beginnend mit der ältesten digitalen Mobilfunktechnik.

1. GSM: Global System for Mobile Communication mit einer Übertragungsrate von 9,6 kBit/s
2. GPRS: General Radio Packet Service mit einer Übertragungsrate von 115 kBit/s
3. EDGE: Enhanced Data Rate for GSM Evolution mit einer Übertragungsrate von 236 kBit/s
4. UMTS: Universal Mobile Telecommunications System mit einer Übertragungsrate von 384 kBit/s
5. HSPA: High Speed Packet Access mit einer Übertragungsrate von 14,4 MBit/s
6. LTE: Long Term Evolution mit einer Übertragungsrate von 150 MBit/s
7. LTE Advanced mit einer Übertragungsrate von 600 MBit/s
8. LTE Advanced Pro mit einer Übertragungsrate ab 600 MBit/s

All diese Mobilfunknetze weisen durch verschiedene Techniken verschiedene Bandbreiten auf. Doch unabhängig davon ist der Aufbau bzw. die Struktur in der Mobilfunktechnik immer dieselbe. Als Zugangsnetz verwendet man eines der oben genannten Mobilfunknetze. Zwischen Mobiler Station und Basisstation herrscht dabei eine Funkstrecke. Zur Weiterleitung und Vermittlung der Signale wird als Kernnetz das Festnetz verwendet (Abbildung 21). Bei dem Festnetz kann es sich z.B. um ein ISDN Netz oder IP-Netz handeln. Zwischen der Basisstation und der Vermittlungsstelle im Kernnetz befindet sich eine leitungsgebundene Verbindung.²³

²³ Elektronik – Kompendium, Grundlagen Mobilfunk, <https://www.elektronik-kompendium.de/sites/kom/0406221.htm>

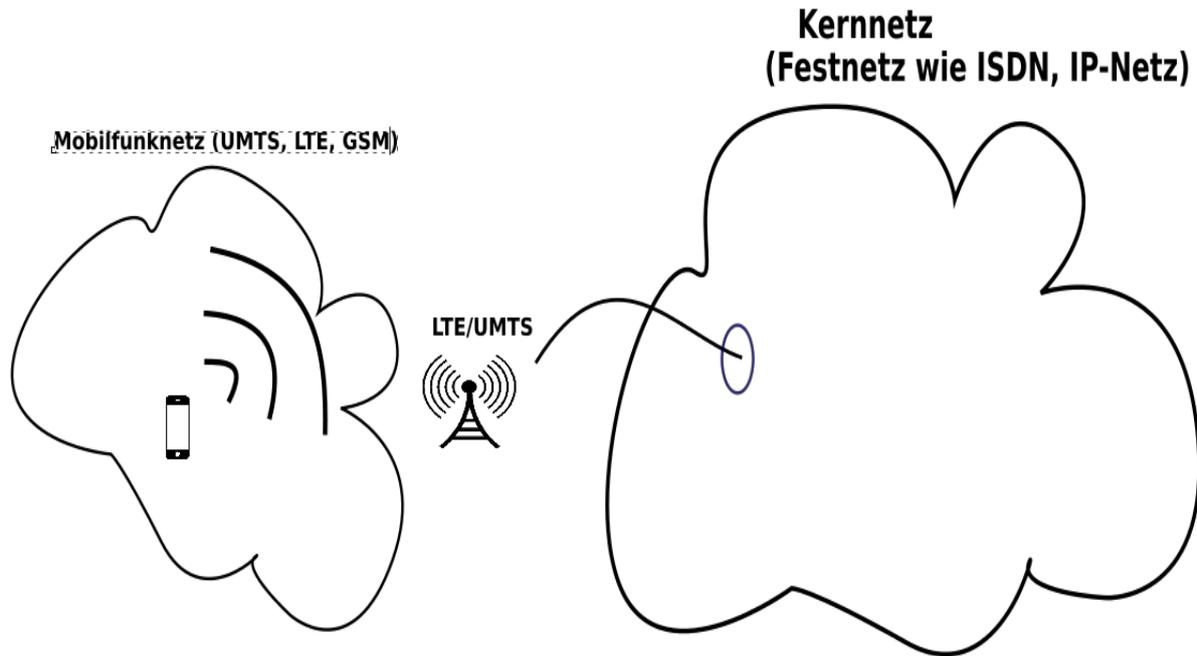


Abbildung 21: Mobilfunk prinzipiell

Ein genereller Unterschied zwischen GSM und allen erweiterten GSM-Versionen, also ab GPRS, ist die Art der Vermittlung im Kernnetz. Bei GSM arbeiten Funk- und Kernnetz im leitungsvermittelnden Modus mit konstantem Datenstrom. Man nennt das ganze Circuit Switched Data (CSD) bzw. Highspeed Circuit Switched Data (HCSD). GSM wurde hauptsächlich für Sprache genutzt. Dagegen herrscht bei den Erweiterungen von GSM im Funk- und Kernnetz eine asynchrone Datenübertragung im paketvermittelnden Modus.

3.10 GNSS

Das globale Navigationssatellitensystem dient der Positionsbestimmung von Mensch und Objekt, über das bei sich tragende Navigationssystem. Es besitzt einen Empfangskanal zum Empfangen der Satellitensignale. Für die Positionsbestimmung werden neben dem Navigationssystem die Navigationssatelliten und Pseudoliten benötigt. Der Navigationssatellit ist ein Himmelskörper, der um die Erde kreist und Signale auf die Erde sendet. Diese Signale werden über den Pseudoliten weiter an die Navigationssysteme gesendet, damit diese ihre Position bestimmen können. Beim Pseudoliten handelt es sich um einen terrestrischen Sender, der die Signale vom Navigationssatelliten verstärkt (Abbildung 22).

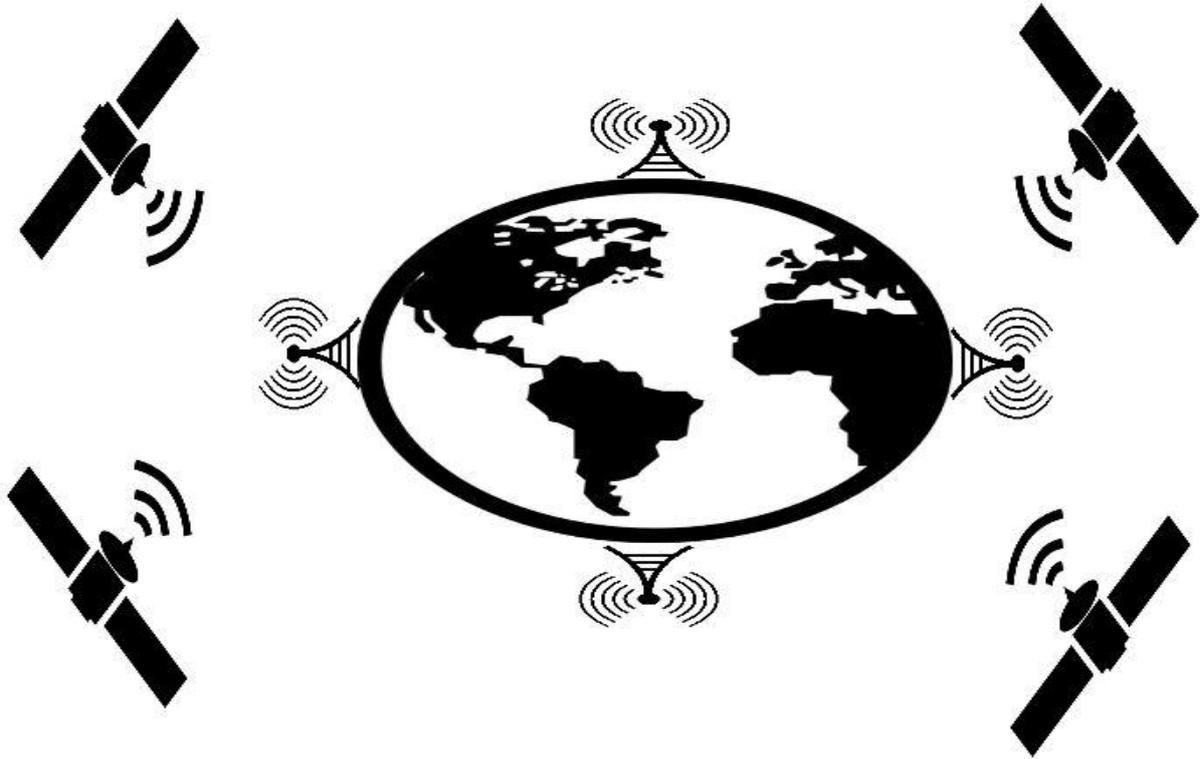


Abbildung 22: GNSS

GNSS selbst ist ein Sammelbegriff für verschiedene Techniken an Satellitensystemen. Satellitensystemen wie:

- GPS (Satellitensystem der USA)
- Galileo (Satellitensystem der Russischen Föderation)
- GLONASS (Satellitensystem der EU)
- Beidou (Satellitensystem der Volksrepublik China)

Hauptwiegend wird in den Navigationssystemen und Handys das GPS-Satellitensystem verwendet.²⁴

3.11 VPN

Ein Virtual Private Network (VPN) baut über das Internet zwischen 2 entfernten Rechnern bzw. Netzen eine Verbindung auf. Bei der Verbindung handelt es sich dabei um einen virtuellen Tunnel, der eine sichere Verbindung über das frei zugängliche und unsichere Internet ermöglicht (Abbildung 23). Die Errichtung eines VPNs erfolgt über einen VPN-Client und einen VPN-Server. Der VPN-Client baut über das Internet den Tunnel zum VPN-Server auf. Demnach wird dem Client über den Server der VPN-Dienst zur

²⁴ Globales Navigationssatellitensystem – Wikipedia, 7 August 2017, https://de.wikipedia.org/wiki/Globales_Navigationssatellitensystem

Verfügung gestellt. Dies geschieht anhand von bestimmten Konfigurationszertifikaten, die der Client vom Server erhält. Anhand der zertifizierten Einstellungen beim Client wird über Authentifizierung (Benutzername, Passwort) die Verbindung zum Server aufgebaut. Nach der Verbindung befindet sich der Client nicht mehr im eigenen Netz sondern im Netz des VPN-Servers. Von ihm bezieht er eine IP-Adresse, sodass er vom neuen Netz ins Internet gelangt. Dadurch wird ein Schutz der eigenen Privatsphäre zur Verfügung gestellt. Folgende Arten von VPN-Verbindungen gibt es:

- Site-to-Site Verbindung, wenn 2 Netze über ein Tunnel verbunden werden
- End-to-Site Verbindung, wenn eine Rechner eine VPN-Verbindung zu einem Netz herstellt
- End-to-End Verbindung, wenn ein Rechner eine Verbindung zu einem Endgerät über VPN erstellt

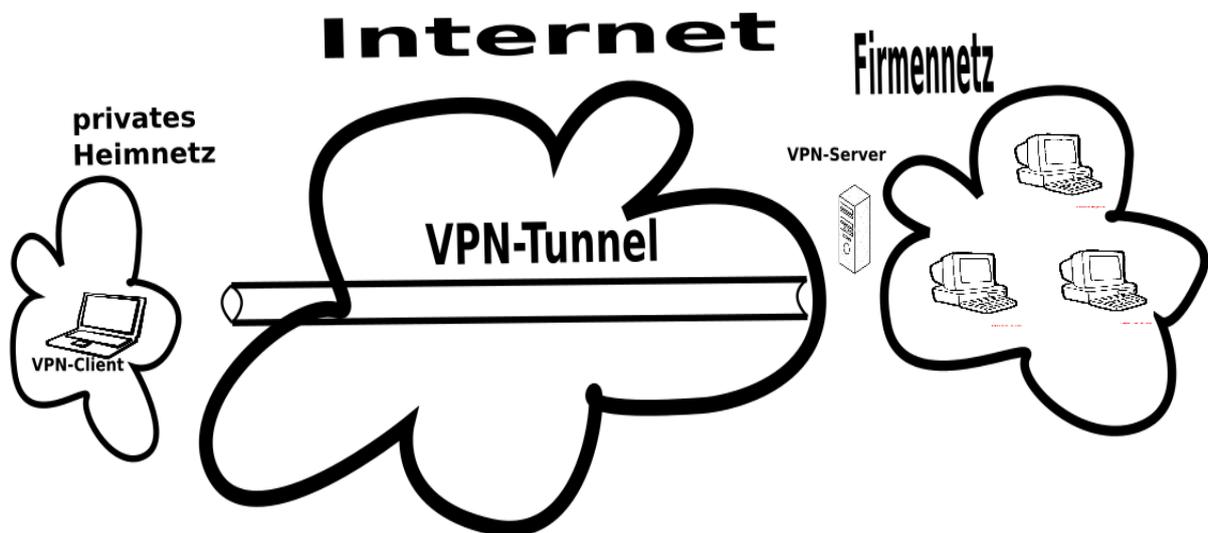


Abbildung 23: VPN End-to-Site Verbindung

Erweiterte Schutzmaßnahmen für das VPN bieten Protokolle wie Internet Protocol Security (IPsec) oder Point to Point Tunneling Protocol (PPTP). IPsec bietet eine Sicherheit auf Netzwerkeben (OSI-Schicht 3) durch Verschlüsselung der IP-Pakete. PPTP dagegen sorgt für eine Verschlüsselung und Authentifizierung des Datenstroms im Tunnel.²⁵

²⁵ Virtual private Network – Wikipedia, 6 September 2017, https://de.wikipedia.org/wiki/Virtual_Private_Network

3.12 VLAN

Das Virtual Local Area Network (VLAN) ist ein virtuelles lokales Netzwerk, das sich innerhalb eines physikalisch logischen Netzwerkes befindet. Mit anderen Worten, das VLAN befindet sich im LAN. Das VLAN gehört dabei nicht zum selben Subnetz wie das LAN, da sich ihre Netz-ID unterscheidet, obwohl sie physikalisch am selben Ort liegen. Theoretisch betrachtet ist es so, dass ein oder mehrere VLANs am selben physikalischen Verteilungspunkt geschaltet sind, jedoch auf Netzwerkebene (OSI-Schicht 3) voneinander getrennt. Die VLANs sind daher nur logisch miteinander verbunden und physikalisch getrennt. Die gesamte zur Verfügung stehende Broadcastdomäne vom LAN wird in kleinere Broadcastdomänen segmentiert und jedes VLAN erhält seine eigene Broadcastdomäne. Addiert man alle Broadcastdomänen wieder zusammen erhält man als Summe die Broadcastdomäne vom gesamten LAN wieder. Zur Erstellung eines VLANs benötigt es eine Switch die VLAN unterstützt. Bei einer VLAN Konfigurierung unterscheidet man zwischen dem untagged VLAN und tagged VLAN.²⁶

3.12.1 Untagged VLAN

Beim untagged VLAN werden die jeweiligen Ports an der Switch dem zugehörigen VLAN zugeordnet. Dazu benötigt es eine Port VLAN ID (PVID), die an jedem Port der Switch angeheftet ist. Somit sind die VLANs physikalisch am selben Switch doch logisch nicht im selben Subnetz (Abbildung 24). Zur Verbindung der selben VLANs wird ein logischer Verbindungspunkt (Router) verwendet. Je nach Anzahl der VLANs innerhalb einer Switch wird auch die entsprechende Anzahl an Kabel zum Router verwendet.²⁷

²⁶ Virtual Local Area Network – Wikipedia, 29 August 2017, https://de.wikipedia.org/wiki/Virtual_Local_Area_Network

²⁷ Werner Fischer, VLAN Grundlagen, https://www.thomas-krenn.com/de/wiki/VLAN_Grundlagen

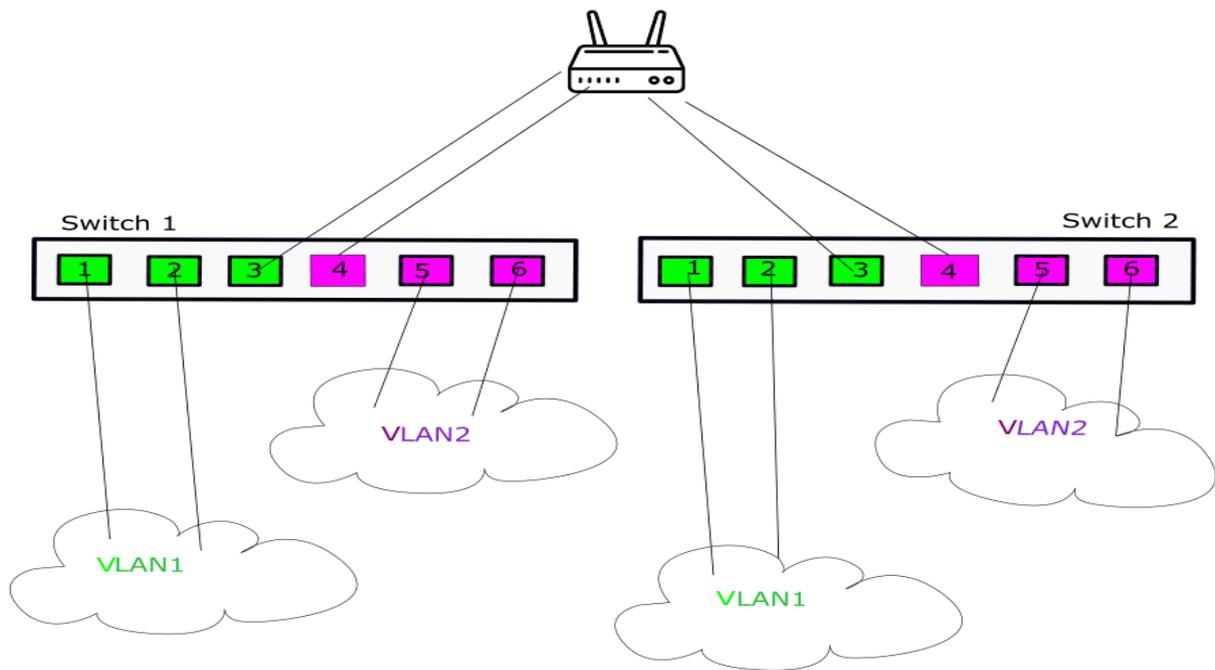


Abbildung 24: untagged VLAN

3.12.2 Tagged VLAN

Das tagged VLAN hat zum Prinzip des untagged VLANs noch eine weitere Eigenschaft. Es werden sowohl die Ports mit einer PVID zum entsprechenden VLAN, als auch zusätzlich die gesendeten Frames mit einer VLAN ID (VID) ausgestattet. Diese VID in den Frames nennt man auch Tag. Dieser Tag befindet sich im Header des Frames nach der Source und Destination Address und unterscheidet sich vom Inhalt bezüglich dem zugehörigen VLAN. Die Zuordnung zum VLAN erfolgt somit sowohl vom Port (PVID) als auch vom Tag (VID). Bei dieser VLAN Konfiguration wird ein Port der Switch mit der entsprechenden Anzahl an VLANs mit PVIDs ausgestattet.. Diesen Port bezeichnet man als Trunk (Abbildung 25). In diesem Bild ist der Trunk der Port 4. Im Vergleich zum untagged VLAN wird hier nur ein Verbindungskabel zum Router pro Switch benötigt.²⁸

²⁸ Werner Fischer, VLAN Grundlagen, https://www.thomas-krenn.com/de/wiki/VLAN_Grundlagen

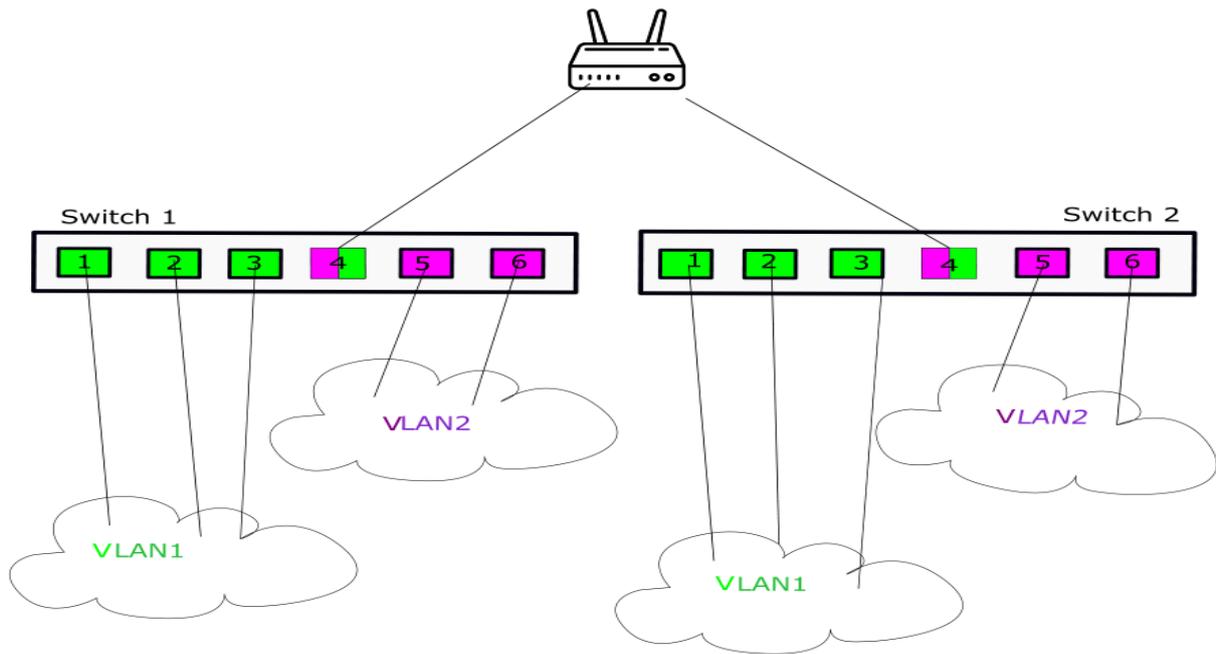


Abbildung 25: tagged VLAN

4.) Realisierung des Projektes

Die im Kapitel 3 enthaltenen Themen geben das Grundwissen und die Basis anhand dessen das Projekt erstellt wurde. Die NB2800 als zentrale Schnittstelle soll folgende Dienste zur Verfügung stellen:

- 1.) Errichtung eines lokalen Netzwerkes (LAN)
- 2.) Mobilfunk-Dienst
- 3.) Internet-Dienst
- 4.) Telefon-Dienst
- 5.) Fax-Dienst
- 6.) VPN-Dienst
- 7.) GPS
- 8.) VLAN

4.1 Intranet

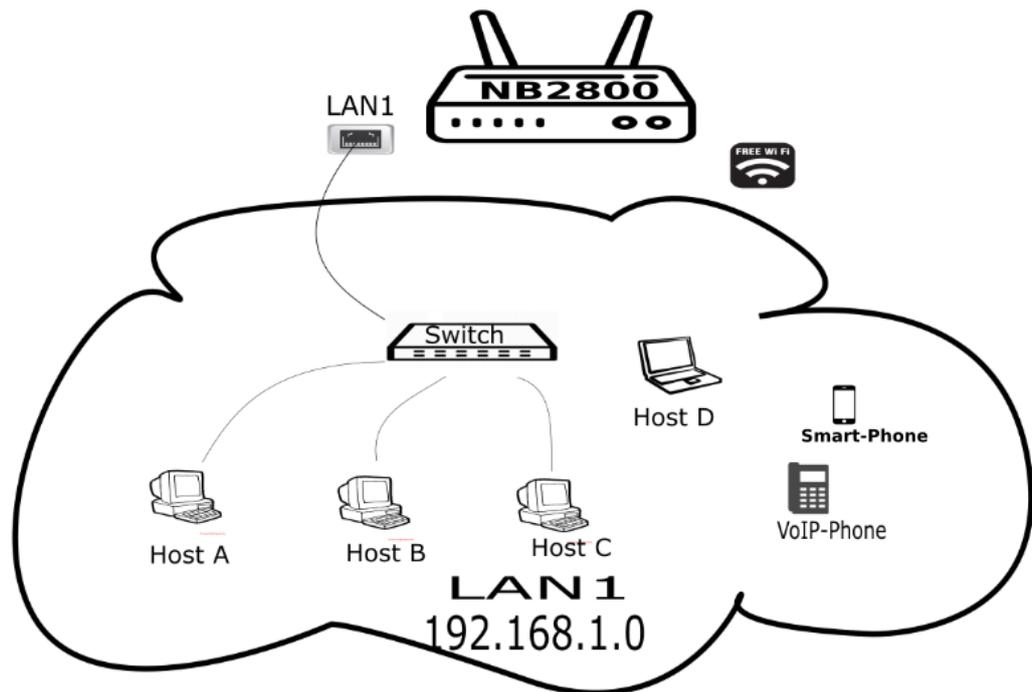


Abbildung 26: LAN im ELW

Das LAN im ELW ist zugänglich für Geräte mit kabelgebundener Netzwerkkarte (Rechner) über eine Switch und Patchkabel als auch für Geräte mit drahtloser Netzwerkkarte (Handy, Laptop) über einen WLAN-Access Point (Abbildung 26). Zur Errichtung des LANs wurde auf die Weboberfläche des Routers mittels http zugegriffen. Die ETH 1 Schnittstelle der NB2800 muss zunächst aktiviert werden und anschließend in den LAN-Modus gesetzt werden (Abbildung 27). Unter der statischen Vergabe von IP und Netzwerkmaske erhält man die Netz-ID, die das Subnetz identifiziert (Abbildung 28). Außerdem erhält der Router die DHCP Server Eigenschaft und vergibt allen sich anmeldenden Geräten eine IPv4 Adresse nach dem Prinzip des DHCP-Services.

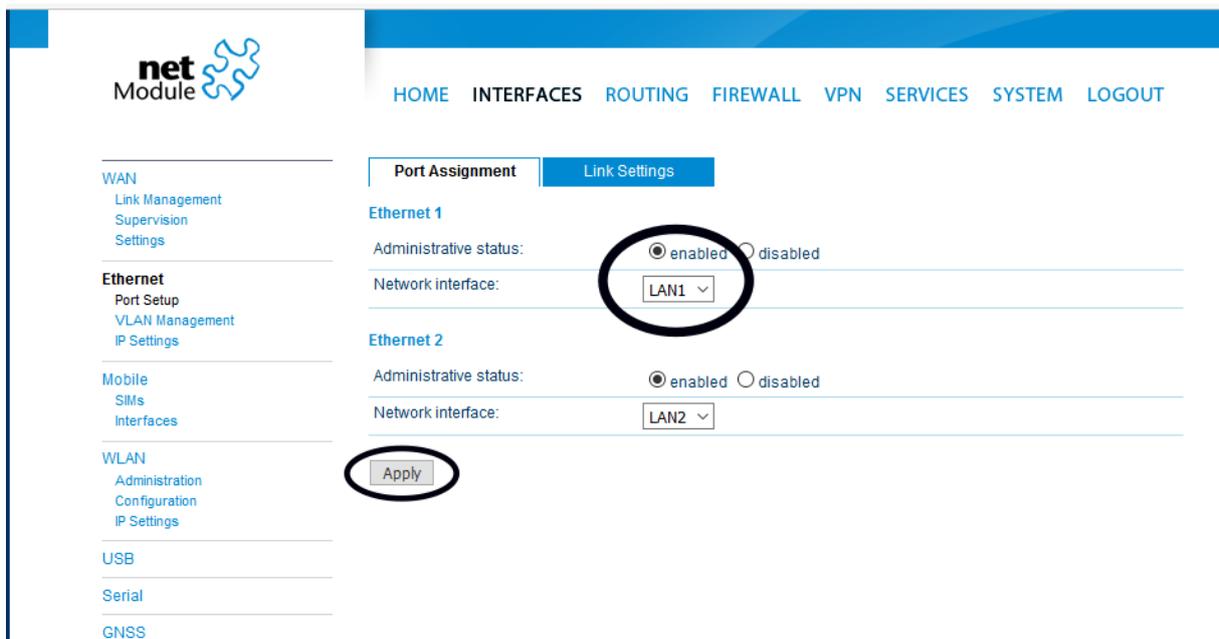


Abbildung 27: Konfiguration 1 LAN

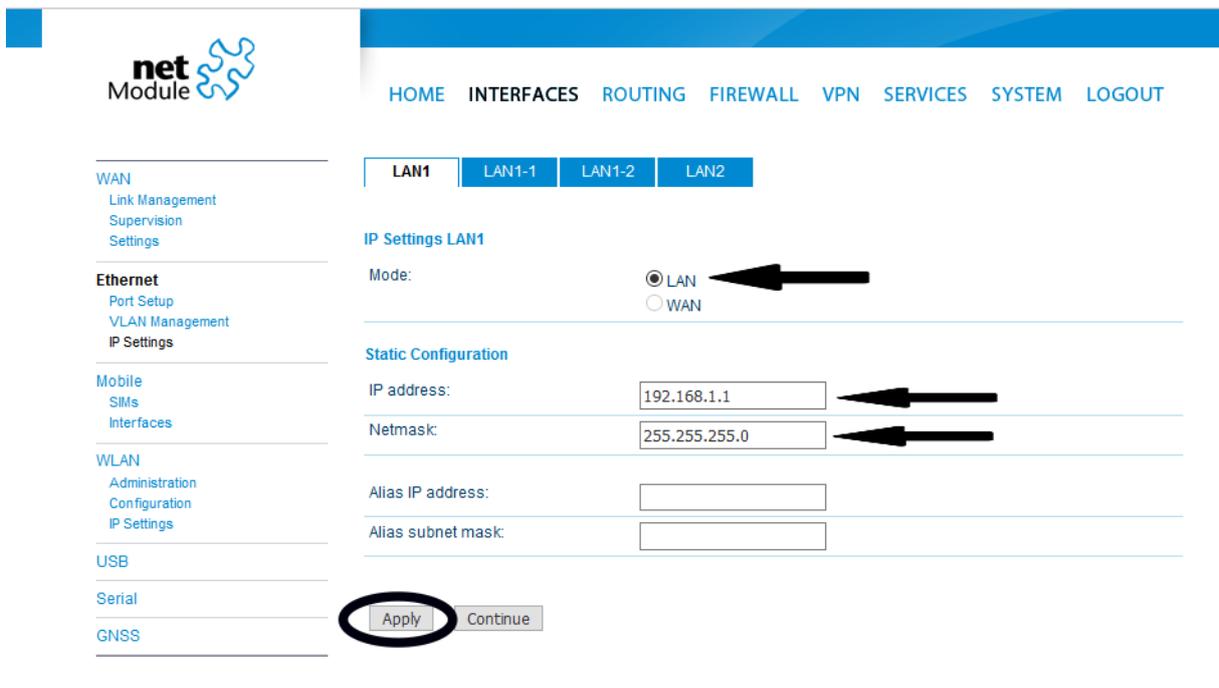


Abbildung 28: Einrichtung 2 LAN

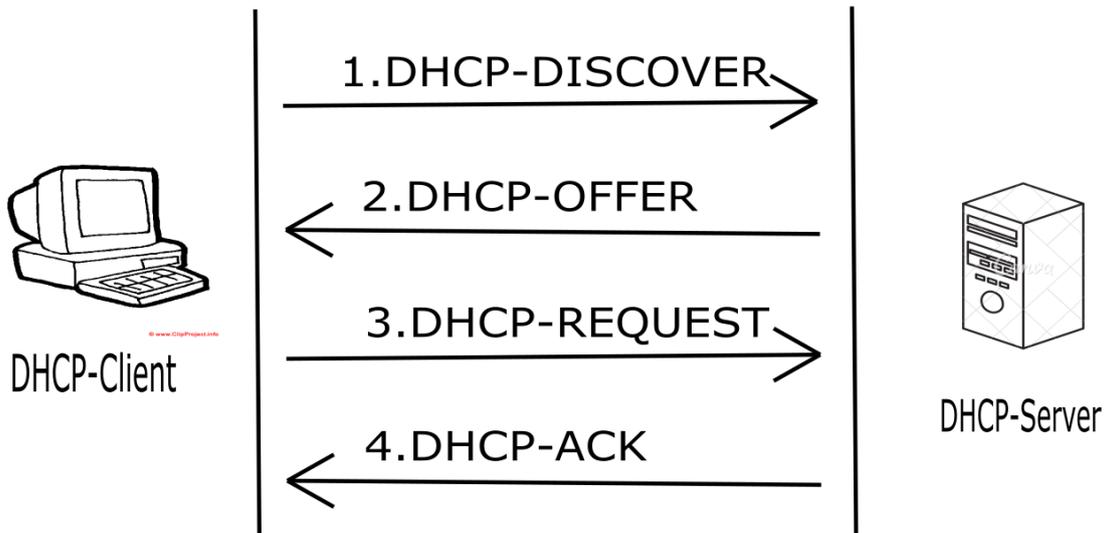


Abbildung 29: DHCP Eigenschaft

DHCP steht für Dynamic Host Configuration Protocol. Dieses Protokoll wird zur Vergabe von IP-Adressen verwendet. Das Message Sequence Chart (MSC) zeigt dabei den Ablauf der Vergabe von IP-Adressen (Abbildung 29).²⁹

Die folgenden Bilder zeigen die Konfiguration des WLAN-Access Points

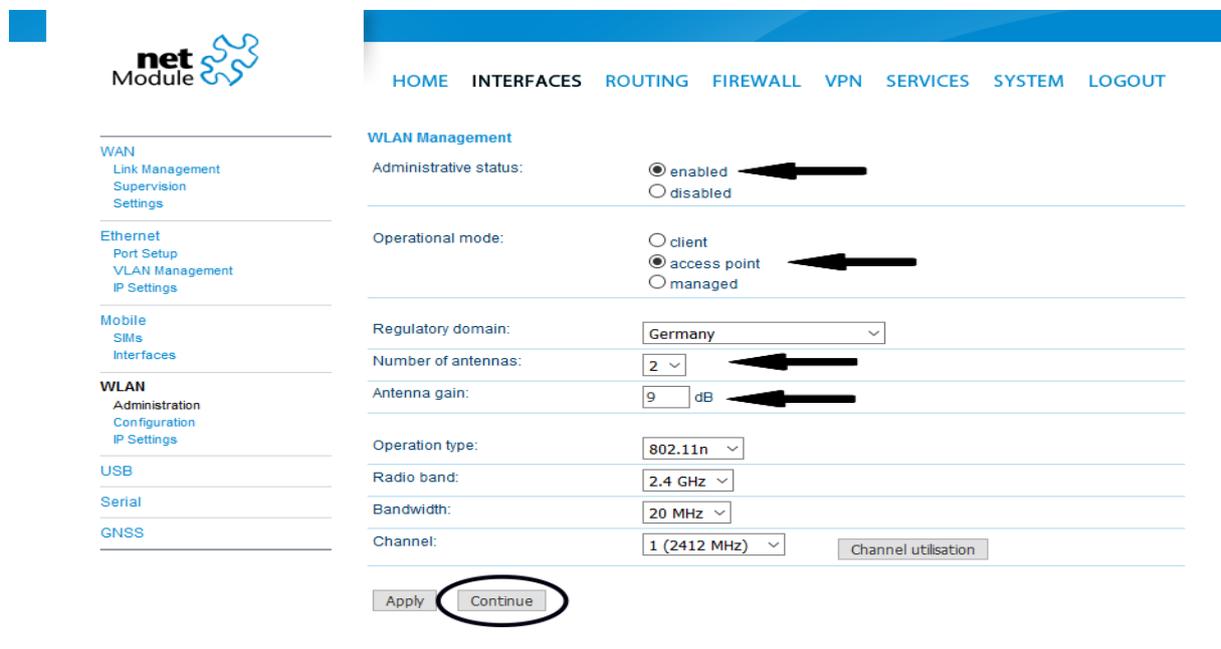


Abbildung 30: WLAN 1

²⁹ Dynamic Host Configuration Protocol, 12 August 2017, https://de.wikipedia.org/wiki/Dynamic_Host_Configuration_Protocol

Die WLAN Funktion wird aktiviert und der Modus auf Access-Point gewählt. Mithilfe von 2 Antennen und einem Antenna gain von 9dB erhöht sich die Signalstärke des WLANs (Abbildung 30).

The screenshot displays the 'netModule' web interface for 'WLAN Access-Point Configuration'. The left sidebar contains navigation menus for WAN, Ethernet, Mobile, WLAN, USB, Serial, and GNSS. The main content area shows the following configuration fields:

- SSID: christoWLAN
- Security mode: WPA-PSK
- WPA/WPA2 mixed mode: WPA
- WPA cipher: CCMP
- Passphrase: [masked] show
- Security features: hide SSID, isolate clients, force PMF
- Accounting: none

At the bottom, there are 'Apply' and 'Continue' buttons, with the 'Continue' button circled in black.

Abbildung 31: WLAN 2

Dem WLAN-Accesspoint wird über SSID ein Name zur Identifikation vergeben. Durch den Security Mode wird ein Passwort verlangt, damit Unbefugten der WLAN-Zugriff verweigert wird (Abbildung 31).

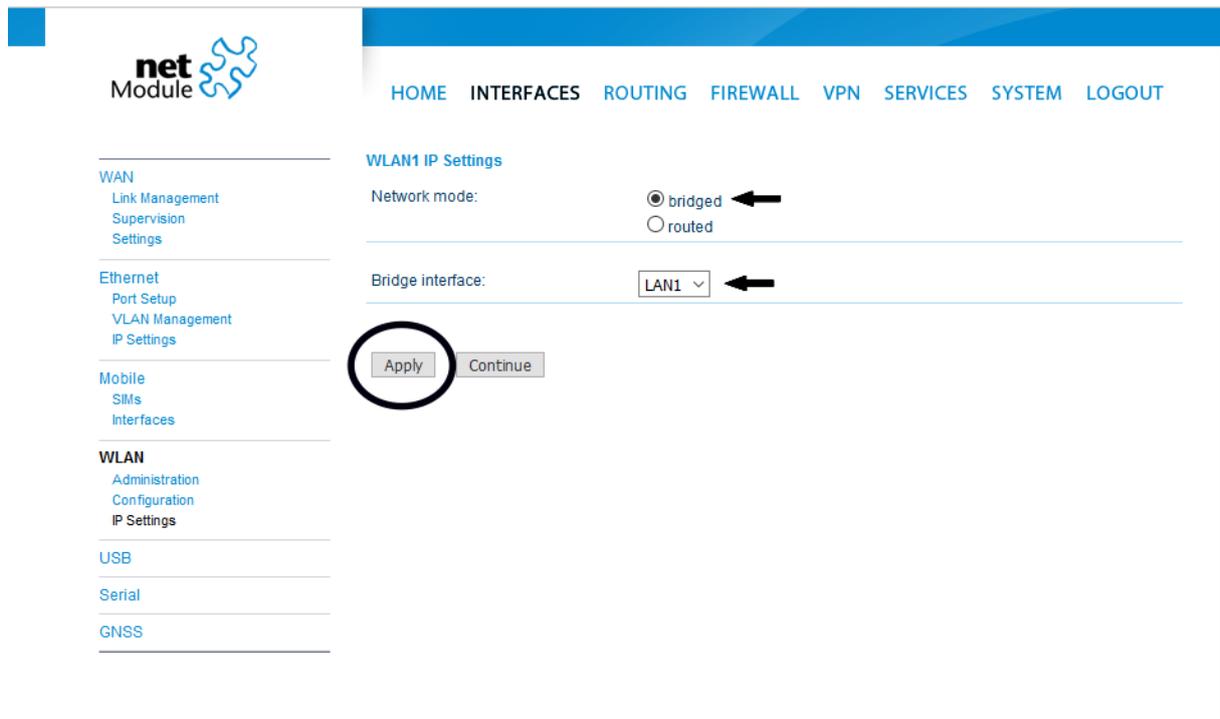


Abbildung 32: WLAN 3

Anschließend wird das WLAN zum LAN 1 gebridged. Somit gehören alle sich anmeldenden WLAN-Clients ebenfalls zum LAN 1.

4.2 Mobilfunk-Dienst

Die NB 2800 ist über eine Mobilfunkkarte (SIM) im Mobilfunknetz registriert und kann somit den Mobilfunk-Dienst nutzen (Abbildung 33).

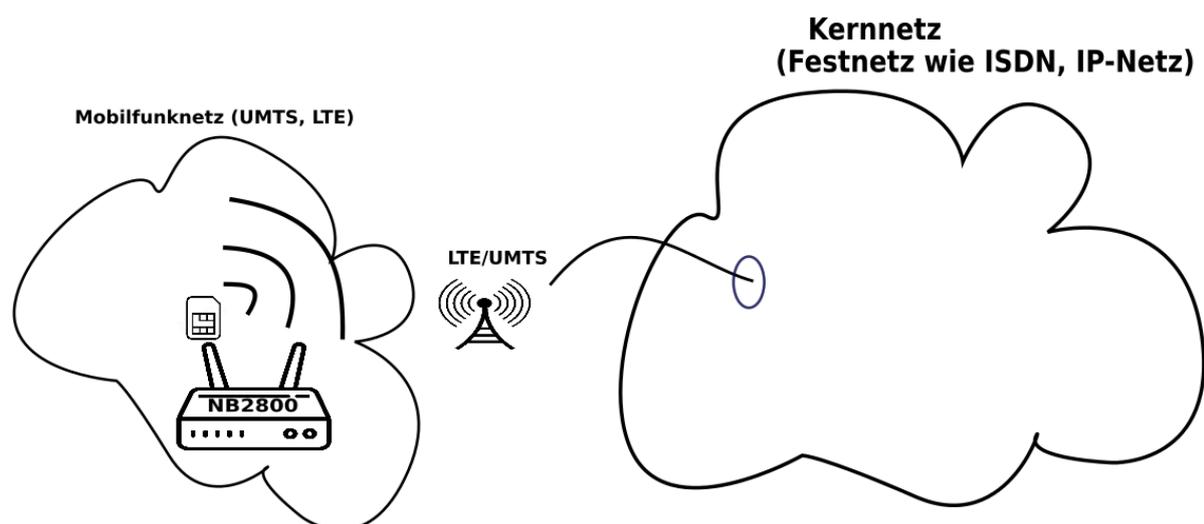


Abbildung 33: Mobilfunk

Um die Karte ins Netz zu registrieren werden folgende Einstellungen getätigt. Über das Modem werden die Signale von der Mobilstation zur Basisstation versendet. In dem Fall

wird das Modem1 der NB2800 aktiviert. Das gewählte Frequenzband wird in Abhängigkeit des gewählten Mobilfunknetzes gewählt (UMTS, LTE) (Abbildung 34).

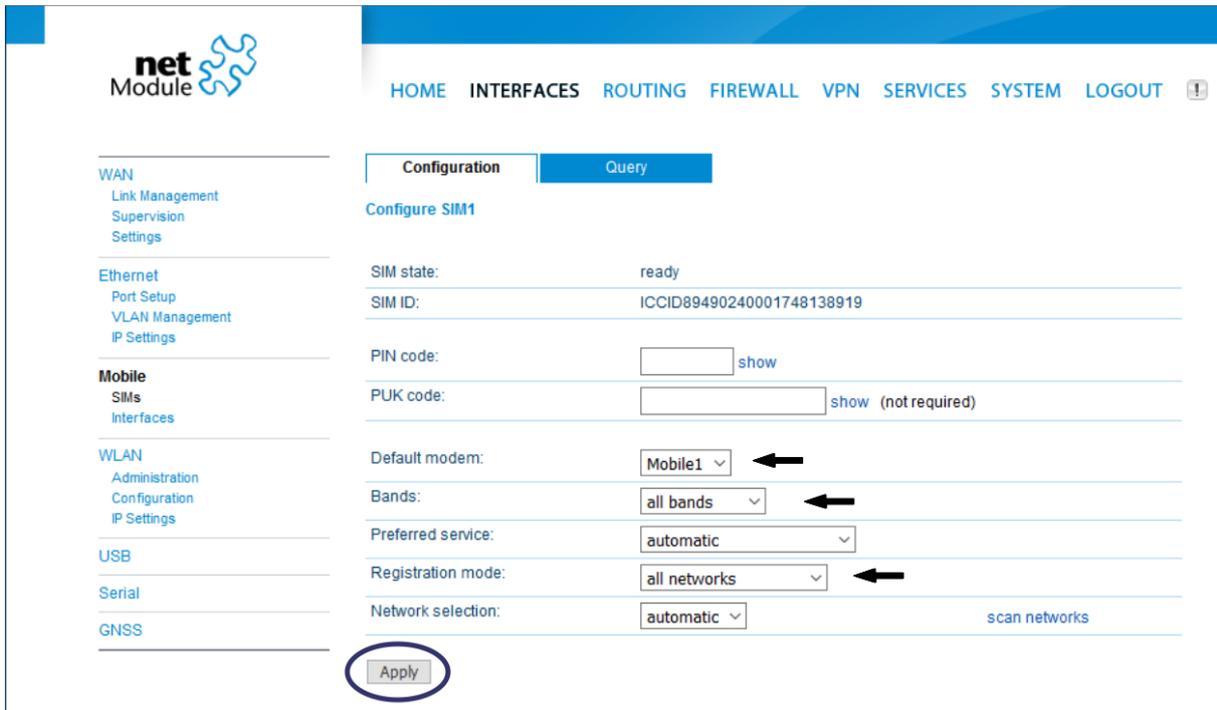


Abbildung 34: Registrierung ins Mobilfunknetz

4.3 Internet-Dienst

Der Zugriff auf das Internet erfolgt über drei Schnittstellen (Abbildung 35).

1. DSL-Zugriff
2. WLAN-Zugriff
3. Mobiles Internet (LTE)

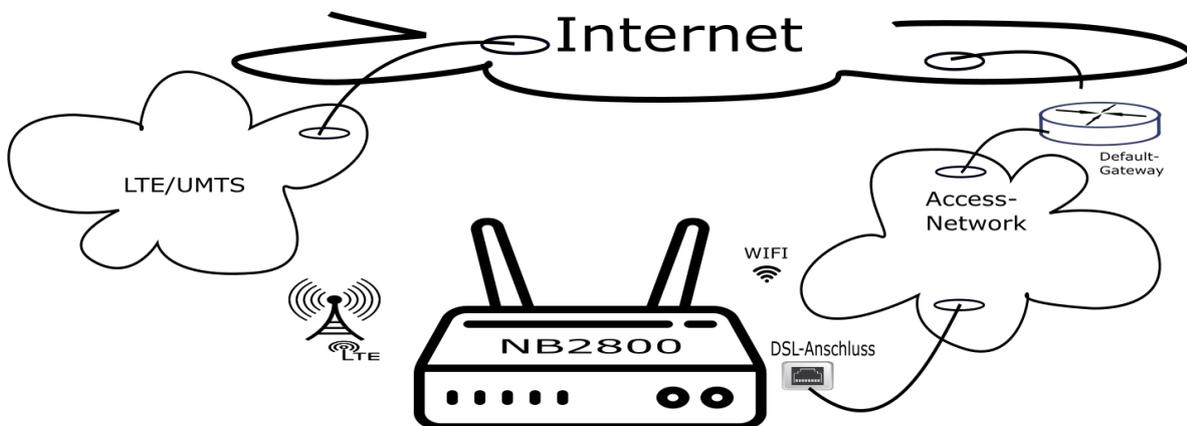


Abbildung 35: WAN-Zugriff

4.3.1 DSL-Zugriff

Der DSL Zugriff soll über LAN2 stattfinden. Diese muss zunächst an der NB2800 aktiviert werden (Abbildung 36).

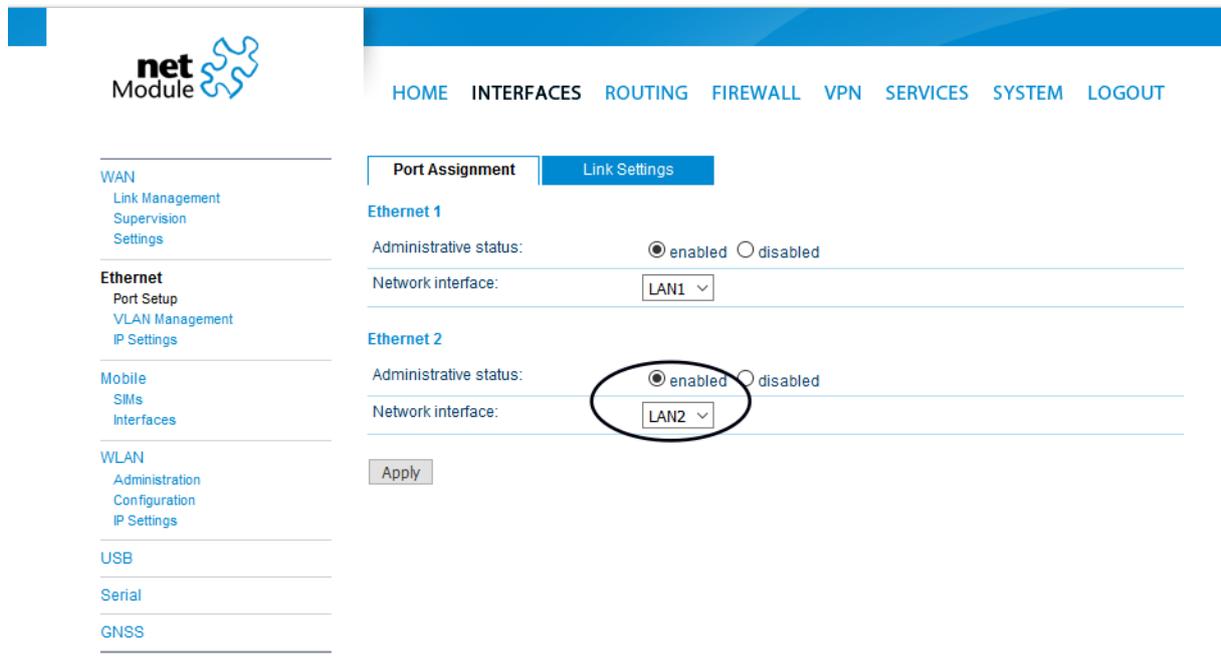


Abbildung 36: DSL Einstellung 1

Anschließend muss die LAN2 Schnittstelle in den WAN Mode gesetzt werden und als DHCP-Client aktiv sein, um eine IP vom DHCP-Server beziehen zu können (Abbildung 37). Diese Einstellung entspricht wie beim reinen DSL-Anschluss, wo das DSL-Modem (hier: LAN2) vom Kunden über die Telefonleitung zum DSL-Multiplexer DSLAM der Vermittlungsstelle verbunden ist.

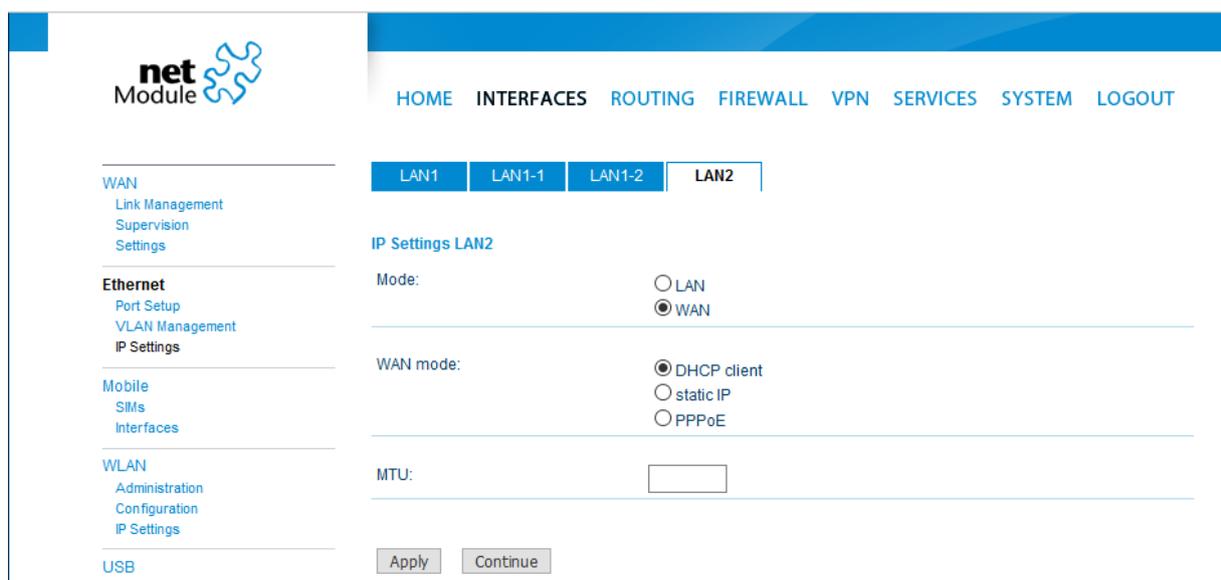


Abbildung 37: DSL Einstellung 2

4.3.2 Internet über WLAN

Damit die NB2800 über WLAN auf den Access-Point eines Default-Gateways Zugriff hat, muss diese wie folgt eingestellt werden. Das WLAN muss aktiviert werden und der Operational Mode auf Client gesetzt um eine IP-Adresse über DHCP zu beziehen (Abbildung 38).

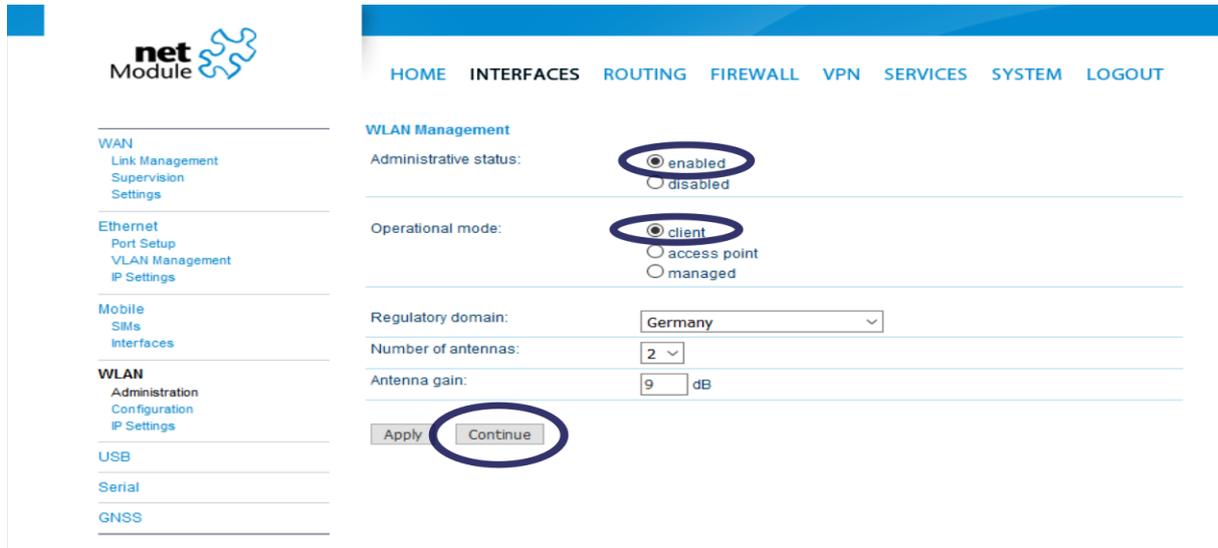


Abbildung 38: WLAN Client Part 1

Über die SSID lässt der WLAN-Dienst vom jeweiligen WLAN Anbieter erfragen. Dieser verlangt ein Passwort, um nur berechtigten Nutzern den Zugriff zu gewähren (Abbildung 39).

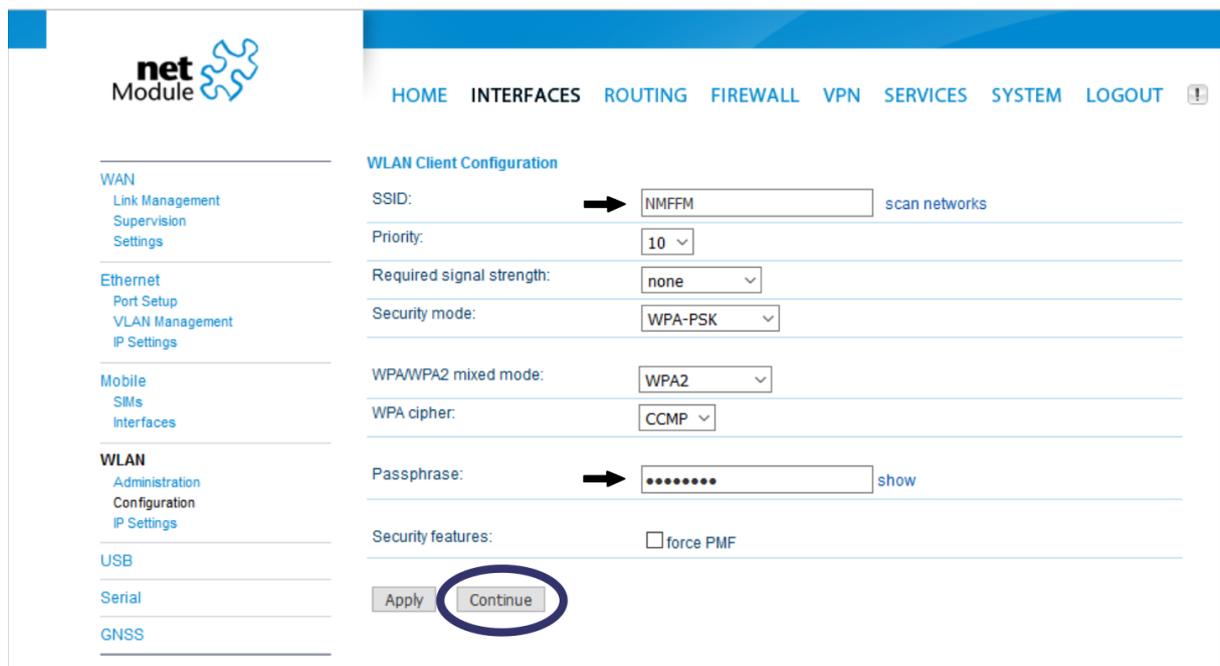


Abbildung 39: WLAN Client Part 2

Die NB2800 wird als DHCP-Client konfiguriert, damit sie vom Default-Gateway über DHCP eine IP für den WAN-Zugriff erhält (Abbildung 40).

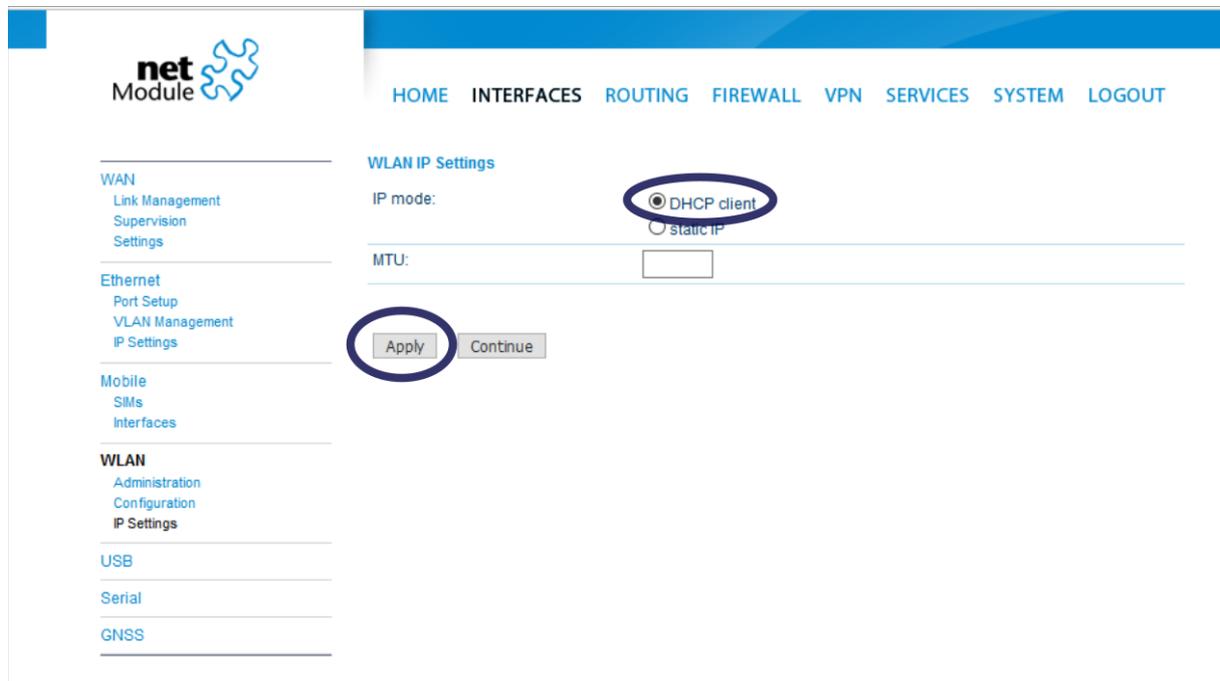


Abbildung 40: WLAN Client Part 3

4.3.3 Mobiles Internet

Für einen mobilen Internet Zugriff braucht es eine SIM, die das Internet Protocol zum Versenden und Empfangen von Paketen unterstützt. Die SIM muss als Wireless Wide Area Network (WWAN) Schnittstelle errichtet werden. Dazu wird die entsprechende SIM dem entsprechenden Modem zugeordnet um den Datentransport zwischen der Mobilien Station und der Basis Station zu gewähren (Abbildung 41).

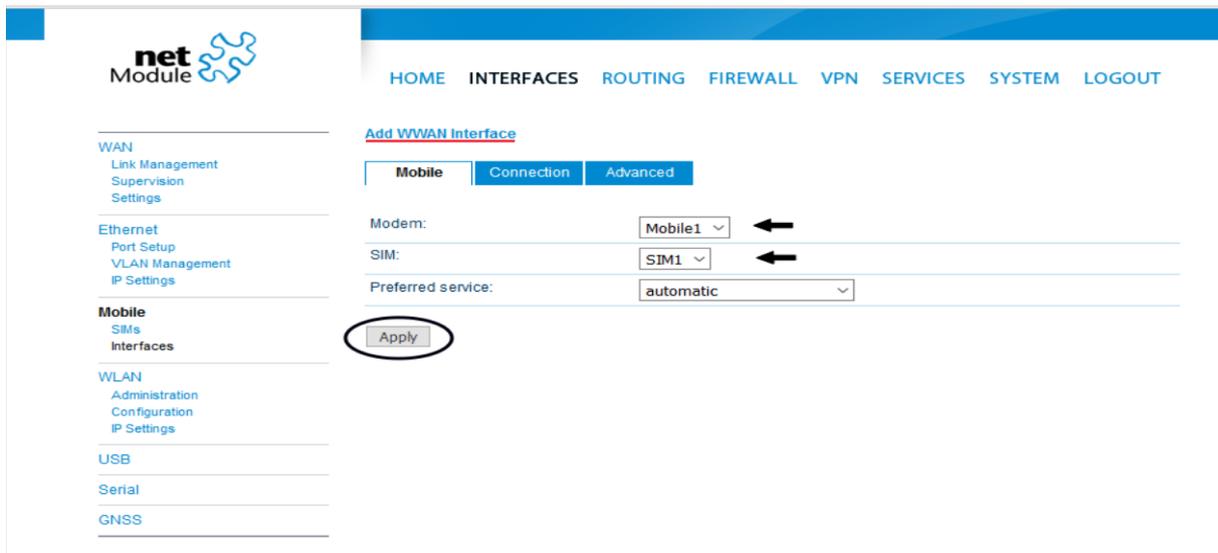


Abbildung 41: WWAN Part 1

Außerdem lassen sich weitere Informationen über den WWAN-Service ermitteln, z.B. von welchem Provider dieser angeboten wird, was man aus dem Feld Access Point Name ermittelt (Abbildung 42).

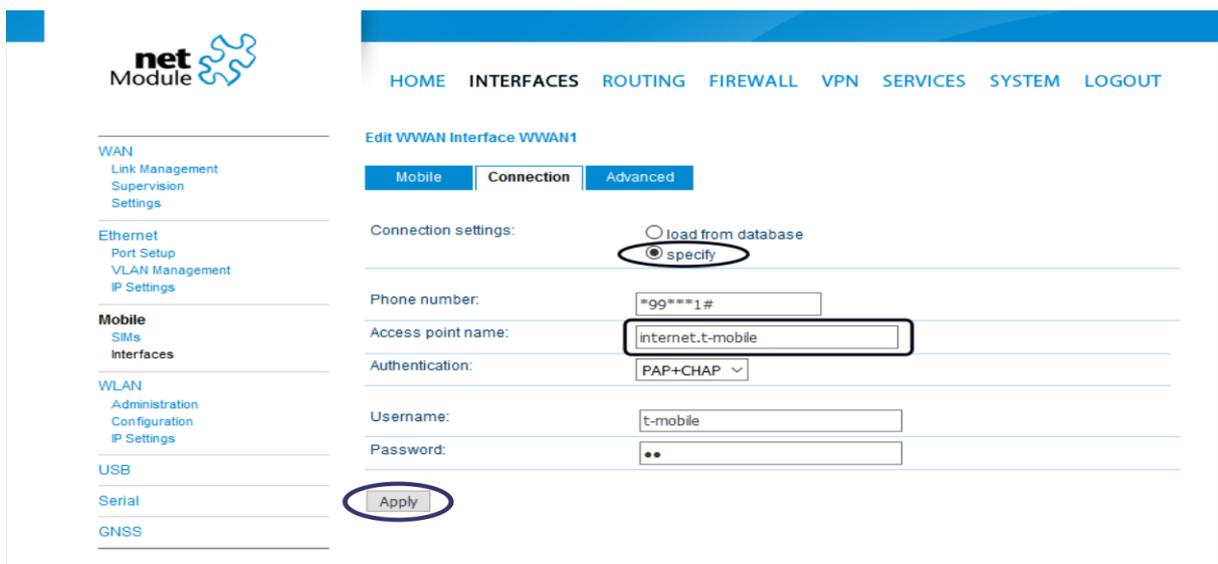


Abbildung 42: WWAN part 2

4.4 Telefon-Dienst

Der Telefon-Dienst wird sowohl digitalen Geräten wie Softphone oder VoIP-Phone als auch analogen Telefonen zur Verfügung gestellt. Interne Telefonate finden innerhalb des VoIP-Netzes statt. Für Gespräche nach außen wird das Mobilfunknetz als Transportnetz benötigt (Abbildung 43). Für den Telefon-Dienst ist die NB2800 demnach ein VoIP-Mobilfunk-Gateway.

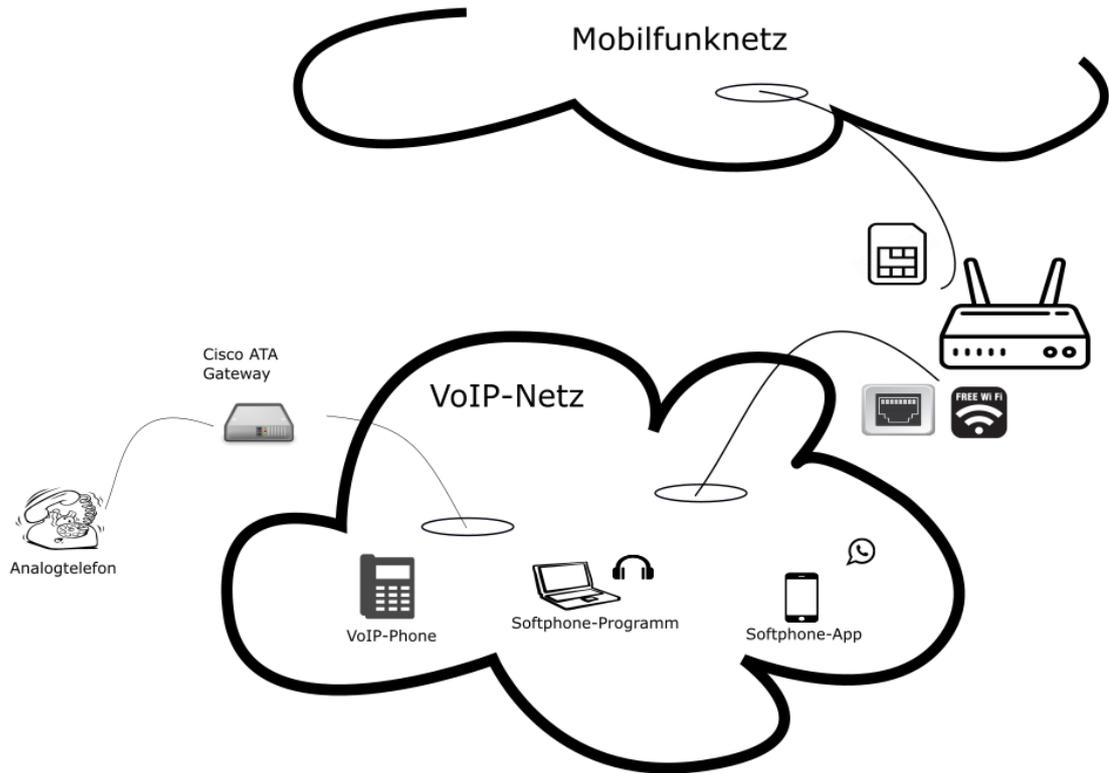


Abbildung 43: VoIP im ELW

4.4.1 Einrichtung der digitalen Telefone

Als erstes wird das VoIP-Mobilfunk-Gateway an der NB2800 aktiviert. Hinzu wird sie als SIP-Register Server aktiviert. Für die SIP Registrierung wird der SIP Standardport 5060 verwendet. Als SIP Register Server ist die NB2800 für alle SIP-UACs in LAN 1 zuständig (Abbildung 44). Die Registrierungsdauer der SIP-Clients beträgt eine Stunde. Eingestellt wird diese jedoch in Sekunden, also in dem Fall 3600.

The screenshot shows the netModule web interface. On the left is a sidebar menu with items like SDK, DHCP Server, DNS Server, NTP Server, Dynamic DNS, E-mail, Events, SMS, SSH/Telnet Server, SNMP Agent, Web Server, Discovery, Redundancy, and Voice Gateway. The main content area has a top navigation bar with links: HOME, INTERFACES, ROUTING, FIREWALL, VPN, SERVICES, SYSTEM, LOGOUT. Below this is a sub-navigation bar with 'Administration', 'Endpoints', and 'Routing'. The 'Administration' tab is active, showing 'Administration' settings. 'Administrative status' is set to 'enabled'. 'Call Routing' is set to 'Generic'. Under 'SIP Settings', 'SIP status' is 'enabled', 'SIP interface' is 'LAN1', 'SIP port' is '5060', and 'SIP register expires' is '3600 seconds'. An 'Apply' button is at the bottom.

Abbildung 44: VoIP Part 1

Im Folgenden ist die Registrierungsliste sowohl auf der Seite des Mobilfunks (Vom) als auch auf Seiten des VoIP-Netzes (Sip) zu sehen. Hier kann kontrolliert werden, ob die Clients auf beiden Seiten registriert sind oder nicht (Abbildung 45).

The screenshot shows the netModule web interface with the 'Endpoints' tab selected. It displays a table titled 'Voice Endpoints' with columns 'Name', 'Type', and 'Using'. The table lists four registered endpoints: Vom1 (Voice-over-Mobile), Sip1 (SIP registrar), Sip2 (SIP registrar), and Vom2 (Voice-over-Mobile). Each entry has minus and plus icons for expansion and collapse. A 'Refresh' button is located below the table.

Name	Type	Using
Vom1	Voice-over-Mobile	Mobile1 (registered at congstar with SIM1)
Sip1	SIP (registrar)	Subscriber windows (registered at 192.168.1.132:5060)
Sip2	SIP (registrar)	Subscriber fax (registered at 192.168.1.192:5060)
Vom2	Voice-over-Mobile	Mobile2 (registered at congstar with SIM2)

Abbildung 45: VoIP Part 2

Im nächsten Schritt werden die statischen Routen zwischen den netzunterschiedlichen Clients festgelegt. Dies wird aus dem Grund angewendet, da die NB2800 nur als reiner Register Server agieren kann. Demnach entfallen die SIP Netzelemente Location Server und Proxy-Server, die fürs Weiterleiten von SIP-Nachrichten als auch für die Zuordnung von ständiger und temporärer SIP-URI eines SIP-UA zuständig sind. Daher muss als Lösung dieses statische Routen her, bei dem der SIP-UA 1 mit Vom1 verbunden ist und SIP-UA 2 mit Vom2 verbunden ist. Vorzustellen ist das wie eine Leitung die zwischen den unterschiedlichen Clients geschaltet ist. Somit sind die VoIP-Clients von außen über die ihnen zugeordneten SIM-Nummern erreichbar. Anrufe nach außen werden über die SIM-Karten getätigt (Abbildung 46).

The screenshot shows the 'net Module' web interface. The navigation menu includes HOME, INTERFACES, ROUTING, FIREWALL, VPN, SERVICES, SYSTEM, and LOGOUT. The 'ROUTING' section is active, showing 'Voice Routing' configuration. A warning message states: 'Calls which are not matching any of the sources below will be DROPPED.' Below this is a table with the following data:

Mode	Source	Destination	
↓	ROUTE	Sip1	Vom1
↓ ↑	ROUTE	Vom1	Sip1
↓ ↑	ROUTE	Sip2	Vom2
↑	ROUTE	Vom2	Sip2

Abbildung 46: VoIP Part 3

4.4.2 Einrichtung des Analogen Telefons

Zur Anbindung von analogen Endgeräten an das VoIP-Netz bedarf es ein Gateway. Verwendet wurde hier die Cisco ATA. Auf analoger Seite bietet sie ein Foreign Exchange Socket (FXS) an dem ein analoges Telefon für den Fernsprechbetrieb angeschlossen werden kann. Auf Seiten des VoIP-Netzes verhält sich die Cisco wie ein SIP-UA, der sich mittels Registrierungsdaten beim SIP-Register Server (NB2800) registriert (Abbildung 47). Die Strecke zwischen SIP-UA und analogem Telefon wird statisch durchgeschaltet. Dieser SIP-UA wird entsprechend der zuvor eingestellten Route (Abbildung 46) an einem der Vom-Clients durchgeschaltet. Somit ist das analoge Telefon für eine interne als auch externe bidirektionale Kommunikation konfiguriert.

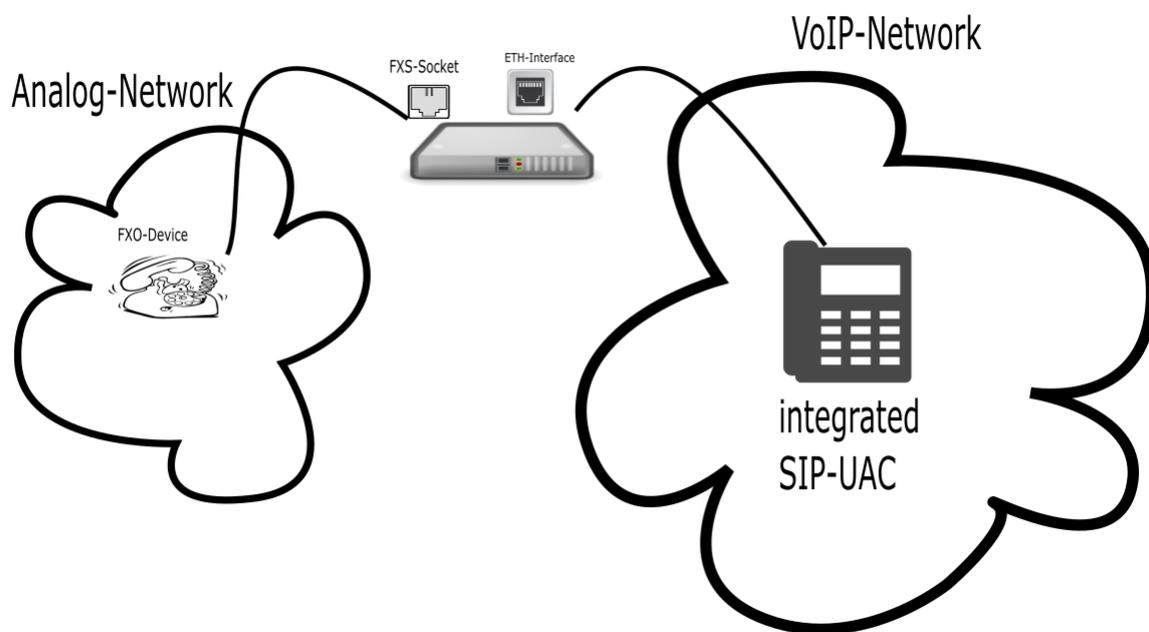


Abbildung 47: Cisco ATA

Unter der Weboberfläche des Cisco ATA erfolgt die Konfiguration des SIP-UA auf Line 1. Mit Line 1 ist der FXO-Anschluss für den Fernsprechtbetrieb auf der analogen Seite gemeint³⁰. An dieser werden die Daten des SIP-UA, der auf VoIP Seiten für das analoge Telefon zuständig ist, übergeben (Abbildung 48).



Abbildung 48: Cisco ATA Weboberfläche

Ob sich die Cisco ATA erfolgreich registriert hat wird es im folgenden Bild angezeigt (Abbildung 49).

³⁰ Askozia FXO FXS, <https://askozia.com/de/voip/was-bedeutet-fxs-und-fxo/>

Line 1 Status		Registration State:	Registered
Hook State:	On	Next Registration In:	65 s
Last Registration At:	8/23/2017 03:38:47	Mapped SIP Port:	
Message Waiting:	No	Last Caller Number:	
Call Back Active:	No	Call 2 State:	Idle
Last Called Number:	06938997812	Call 2 Tone:	None
Call 1 State:	Idle	Call 2 Encoder:	
Call 1 Tone:	None	Call 2 Decoder:	
Call 1 Encoder:			
Call 1 Decoder:			

Abbildung 49: Registrierung der Cisco als SIP-UA

4.5 Fax over IP over Mobile

Das Faxen selbst konnte nicht realisiert werden. Das lag daran, dass auf Seiten der NB2800 kein T.38 Protokoll unterstützt wird. Wie bereits unter dem Kapitel 3.8 Fax over IP müssen im IP-Netz auf beiden Enden Gateways vorhanden sein, die das T.38 Protokoll unterstützen. Die NB2800 empfängt zwar das Faxsignal, kann jedoch ohne T.38 Kenntnisse die Information in den HDLC-Frames nicht korrekt verarbeiten, sodass während des Versuches eine Verbindung zu einem fernen Faxgerät herzustellen die Signalisierung zwar erfolgt, aber sobald es zum Austausch der Informationen kommt diese abbricht (Abbildung 50).

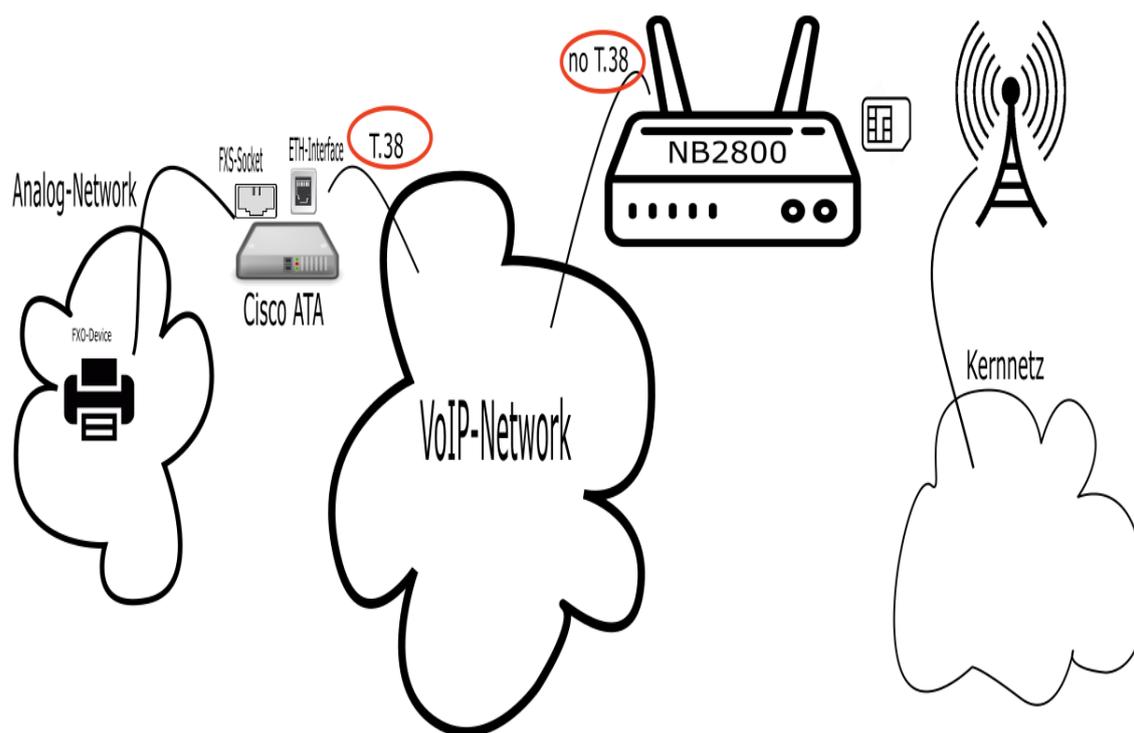


Abbildung 50: FoIP-Service not working

4.6 VPN-Dienst im ELW

Bei der Erstellung einer VPN-Verbindung kann die NB2800 sowohl als Client als auch als Server agieren. Insgesamt werden bis zu vier Tunnel zur Verfügung gestellt. Dabei kann

die NB2800 nur für einen Tunnel als Server fungieren und über die restlichen drei Tunnel als Client eingestellt werden.

4.6.1 VPN-Client

Als VPN-Client müssen die Einstellungen vom folgenden Bild gesetzt werden. Unter Tunnel Konfiguration wird der Expert-Mode gewählt. In diesem Modus wird das Hochladen einer Konfigurationsdatei erwartet, die der Client zuvor vom Server erhalten haben muss. Nach dem Hochladen wird die Einstellung ausgeführt und über Internet eine Verbindung zum VPN-Server hergestellt (Abbildung 51).

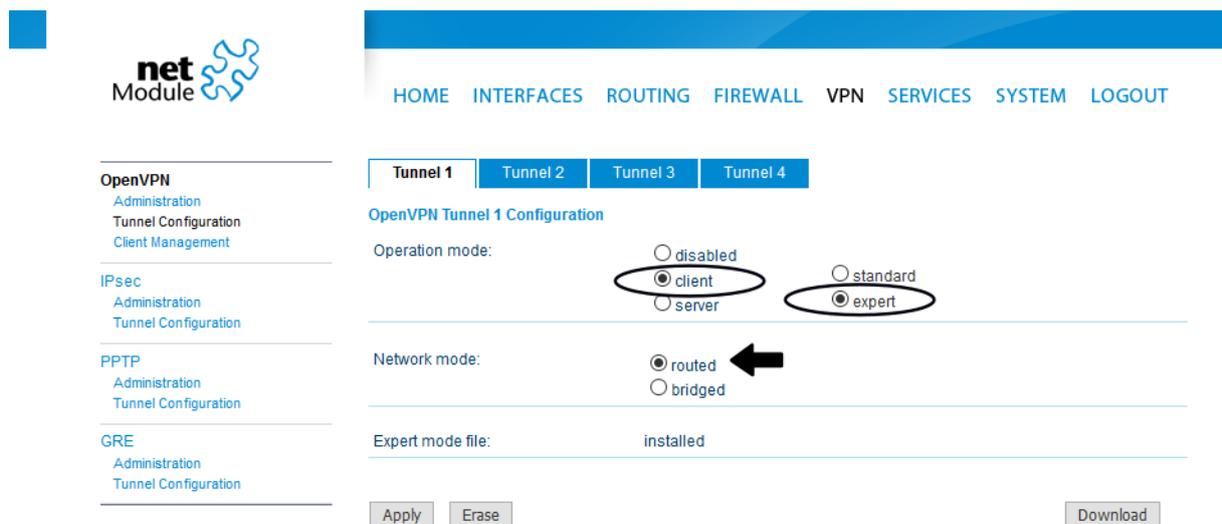


Abbildung 51: VPN-Client

4.6.2 VPN Server

Die NB2800 wird in der Tunnel Konfiguration als standard VPN Server eingestellt. Das Authentifizierungszertifikat ist bereits erstellt. Dieses müssen die Clients dann entsprechend hochladen, um somit eine VPN-Verbindung zu diesem Server zu erstellen (Abbildung 52).

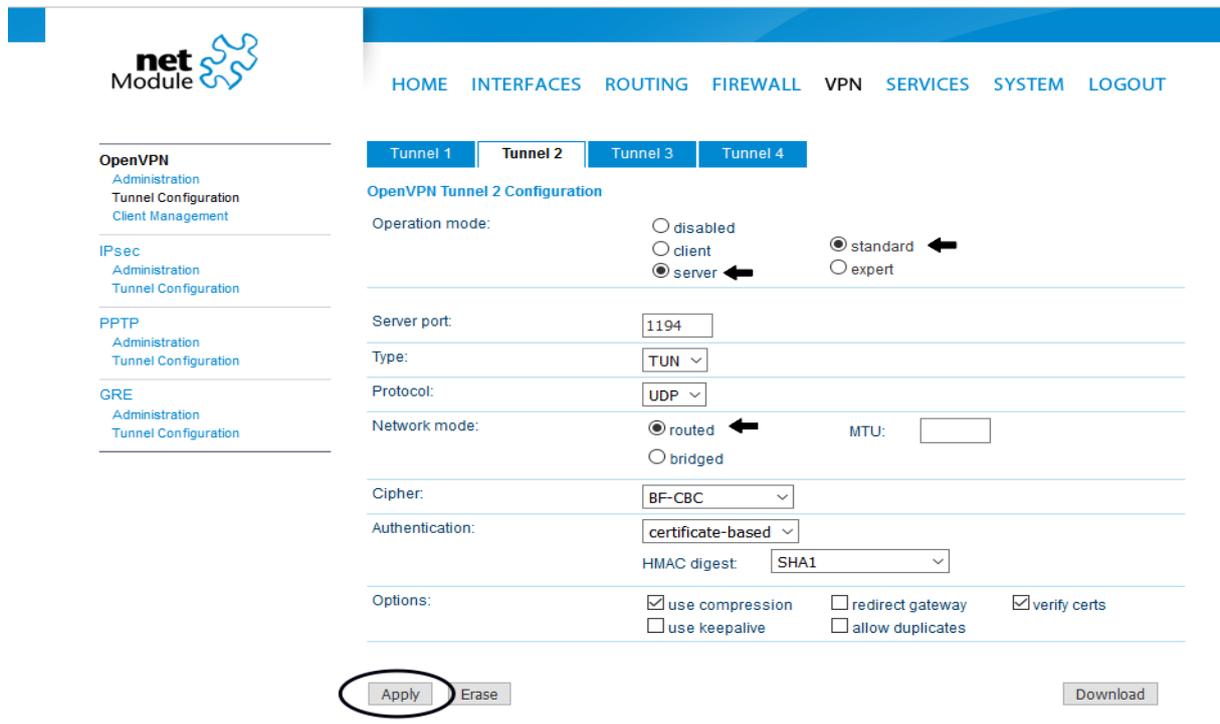


Abbildung 52: VPN Server part 1

Wie viele Clients den Tunnel nutzen dürfen, wird im Client Management fest gelegt (Abbildung 53).

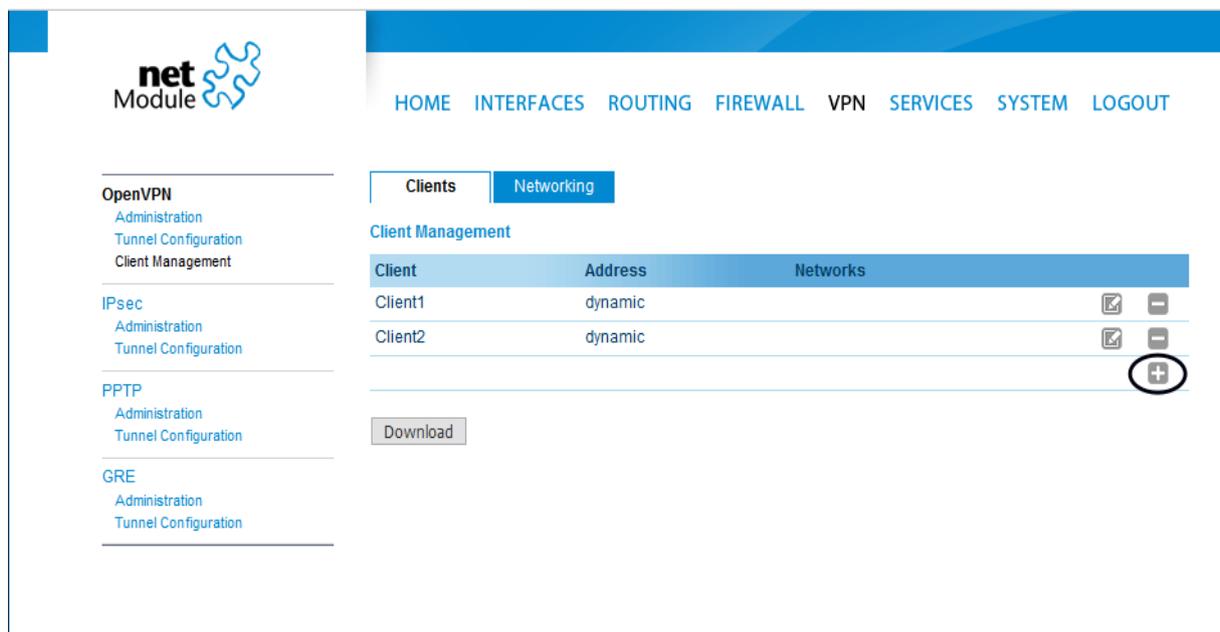


Abbildung 53: VPN Server part 2

Dem VPN-Client lässt sich eine dynamische oder statische Tunnel IP-Adresse vergeben. Bevorzugt wird die Einstellung für das dynamische Vergeben von Tunnel-IPs (Abbildung 54).

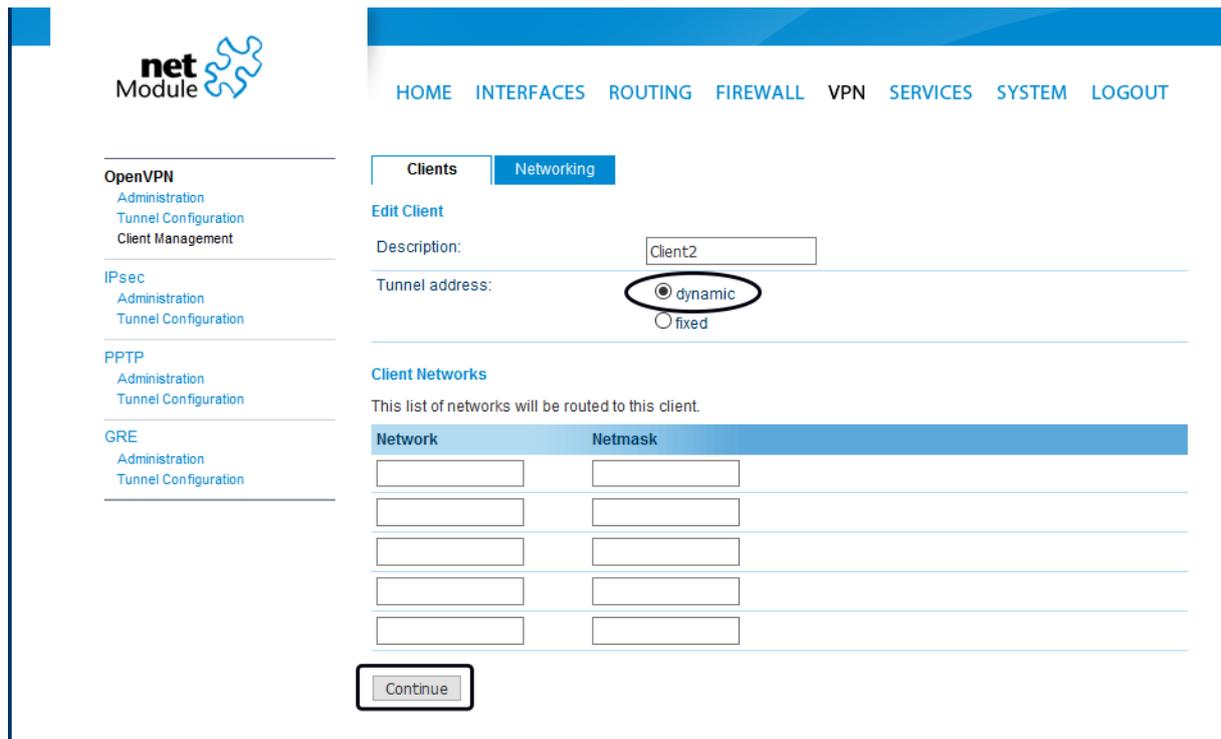


Abbildung 54: VPN Server part 3

Anschließend wird festgelegt wie die Tunnel IP lauten soll und die dazu gehörige Netzmaske (Abbildung 55).

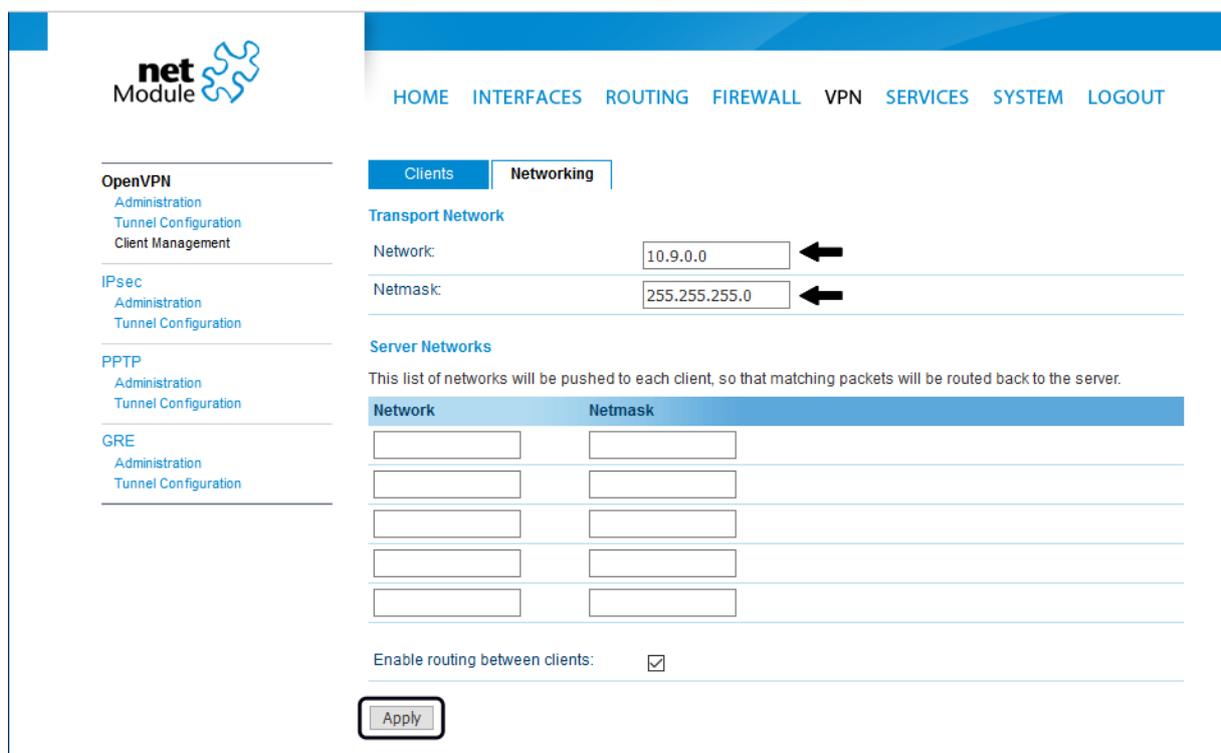


Abbildung 55: VPN Server part 4

Ob die Tunnel Einrichtung erfolgreich eingestellt ist, zeigt das untere Bild (Abbildung 56). Dabei ist zu sehen, dass sowohl der Client-Tunnel als auch der Server-Tunnel erfolgreich konfiguriert worden sind.

The screenshot shows the netModule web interface. On the left is a navigation menu with 'Status' selected. The main content area displays a 'Summary' table for VPN configurations.

Description	Administrative Status	Operational Status
Hotlink		LAN2
LAN2	enabled	up
WWAN1	enabled	down
WLAN1	enabled, access-point	up
GNSS	enabled	up
OpenVPN1	enabled, client	up ✓
OpenVPN2	enabled, server	up ✓

4.7 GPS

Als globales Navigationssatellitensystem verwendet die NB2800 das GPS. Die GPS-Daten, die die momentane Position des ELW bestimmen gelangen dabei in den Empfangskanal der NB2800 und werden auf einer digitalen Karte virtualisiert (Abbildung 56).

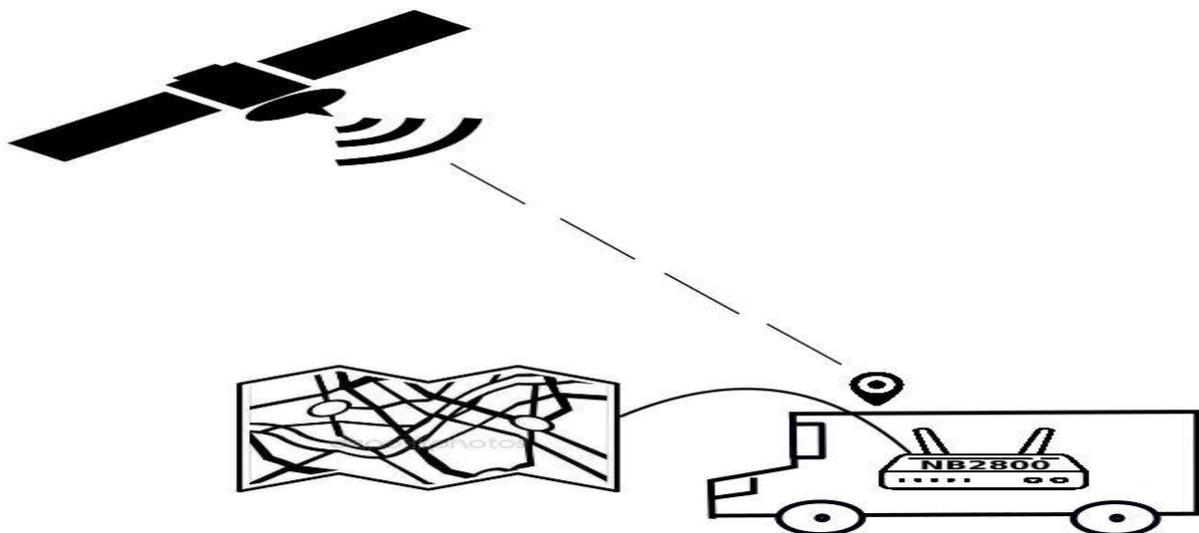


Abbildung 56: GPS

Das folgende Bild zeigt die Aktivierungseinstellung des GPS Empfanges. Dabei wird allen Clients, die Zugriff auf den Router haben, ermöglicht die virtuelle Karte aufzurufen

(Abbildung 75). Unter dem Feld Clients start wird der Json-Mode ausgewählt. Durch diesen Mode lassen sich die NMEA Daten, beim Abrufen der virtuellen Karte von den Clients, in Koordinaten, in eine für den Menschen verstehbare Syntax, wiedergeben. Bei NMEA handelt es sich um Daten, die bei der Kommunikation zwischen GPS-Sender und GPS-Empfänger fließen.

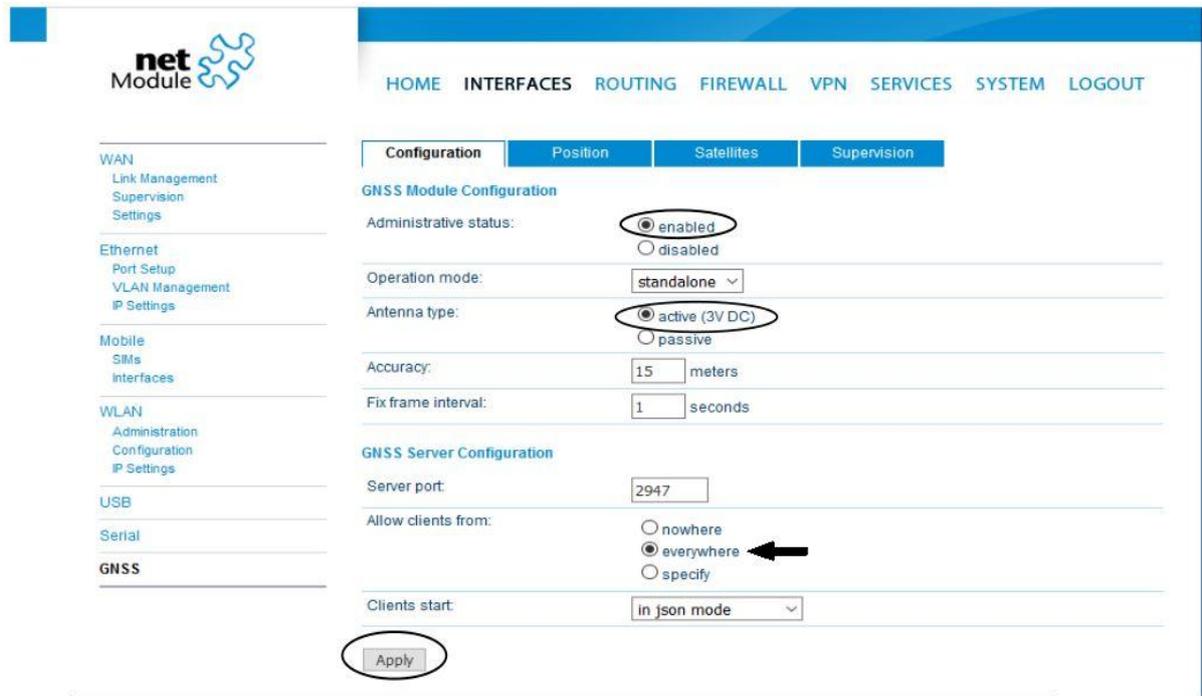


Abbildung 57: GPS enablen

Das untere Bild zeigt die virtuelle Karte auf einem der Webbrowser der Clients (Abbildung 58).

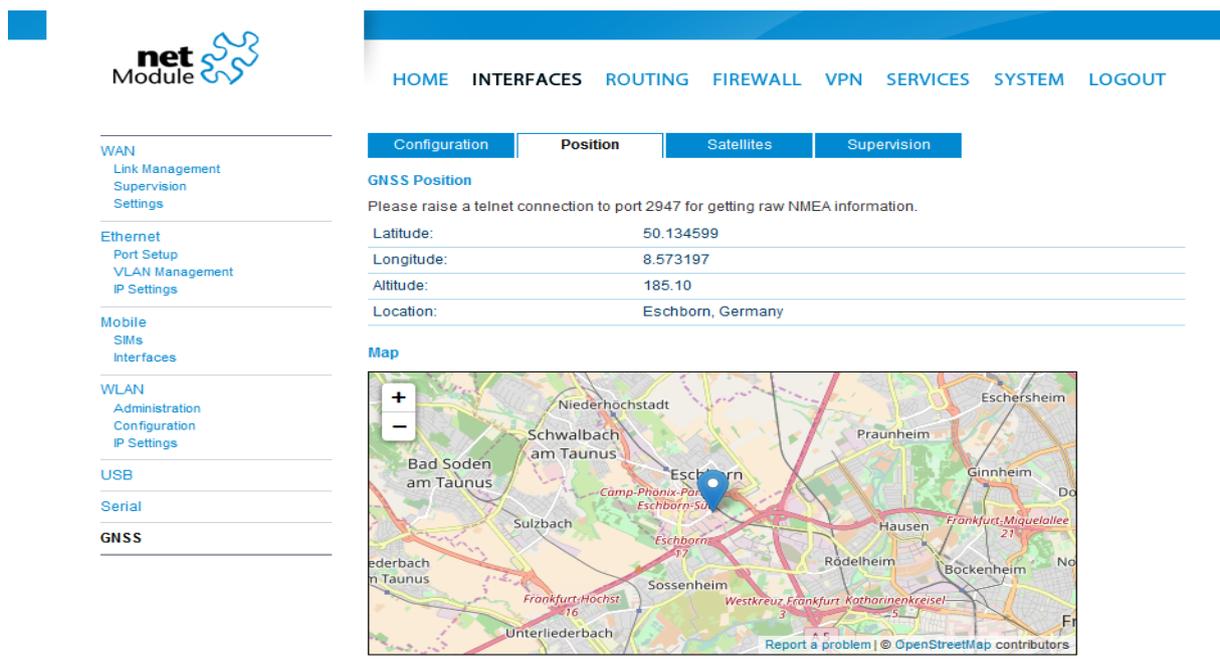


Abbildung 58: Virtuelle Karte

4.8 VLAN

Durch das VLAN wird das logische Netz, das die NB2800 anbietet (LAN1) in mehrere kleine virtuelle lokale Netze zerlegt. Damit sinkt die Wahrscheinlichkeit, dass das Netz ausgelastet wird, da die zuvor gesamte Broadcastdomäne in kleiner Broadcastdomänen zerlegt wird. Dazu wurde eine Easy Smart Switch verwendet, die zwischen den beiden VLANs die Verbindung ermöglicht (Abbildung 59).

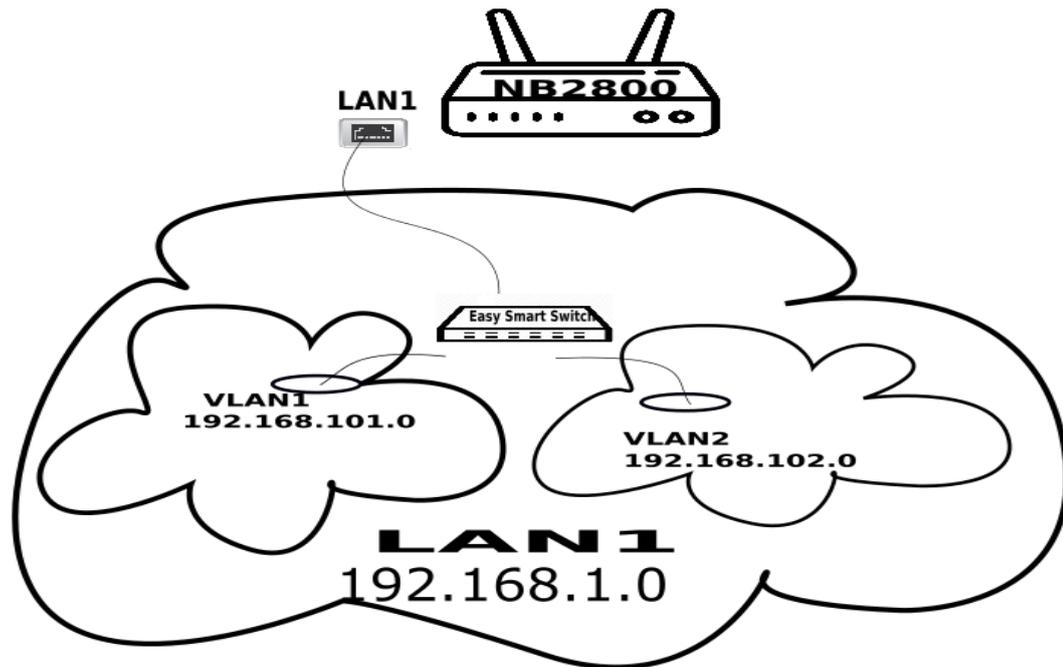


Abbildung 59: VLAN im ELW

4.8.1 NB2800 für VLAN konfigurieren

Unter VLAN-Management wird an LAN1 das VLAN erstellt. Diesem wird die ID 22 zugewiesen und der Netzwerkmodus auf routed gesetzt. Durch den routed Modus erfolgt die Segmentierung auf Netzwerkebene, sodass diesem VLAN eine eigene Netz-ID zugewiesen wird (Abbildung 60). Die dort fließenden Frames enthalten dabei im Header die ID 22 und sind demnach dem VLAN1 zugeordnet.

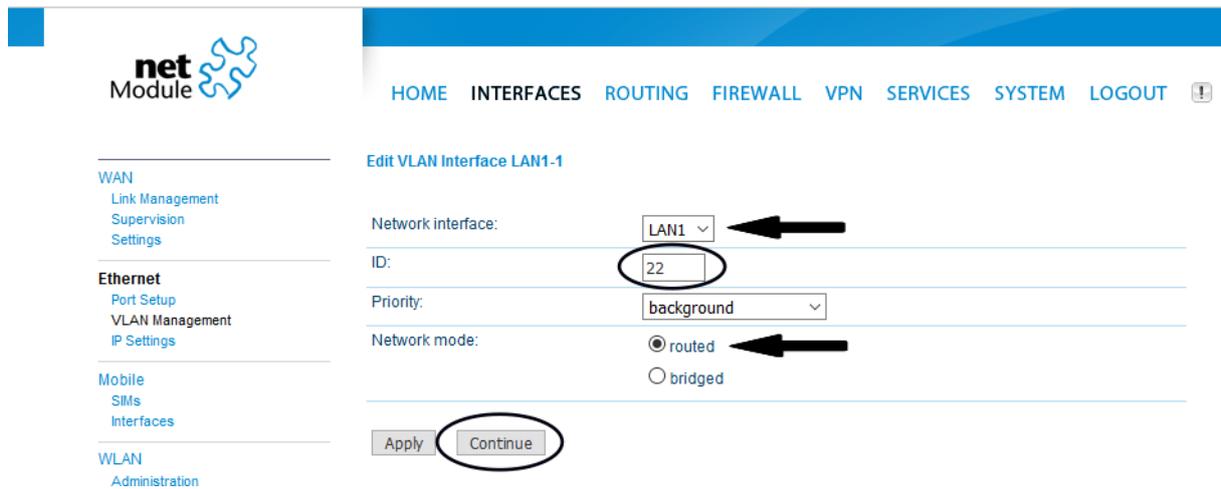


Abbildung 60: VLAN 1

Das Selbe wird mit dem zweiten VLAN erstellt (Abbildung 61). Auch dieses erhält seine eigene Netz-ID.

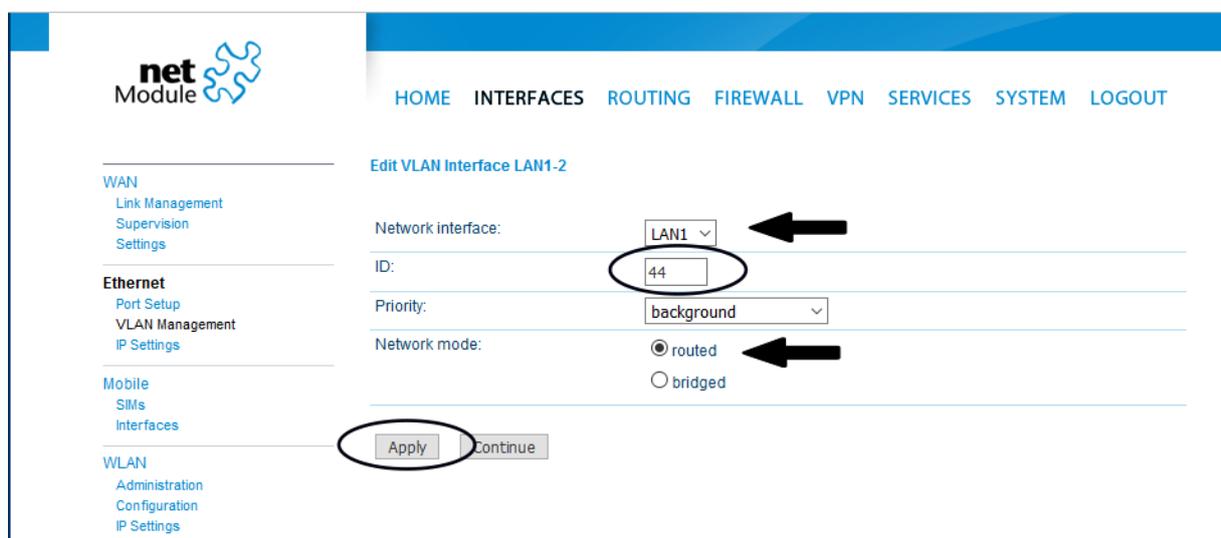


Abbildung 61: VLAN 2

4.8.2 Easy Smart Switch

Die Easy Smart Switch selbst ist nicht zu über den Webbrowser erreichbar. Dazu benötigt es eine Anwendung auf einem Rechner. Diese muss installiert und gestartet werden und der Rechner dabei über ein Patchkabel mit der Easy Smart Switch verbunden sein. Die Easy Smart Switch wird im tagged Modus verwendet.

Im unteren Bild werden die VLANs an der Easy Smart Switch eingestellt. Wie bei der NB2800 werden auch hier 2 VLANs erstellt. Sie erhalten ebenfalls einmal die ID 22 und 44. Diese IDs werden in den sendenden Frames als Taggs angeheftet (Abbildung 62).

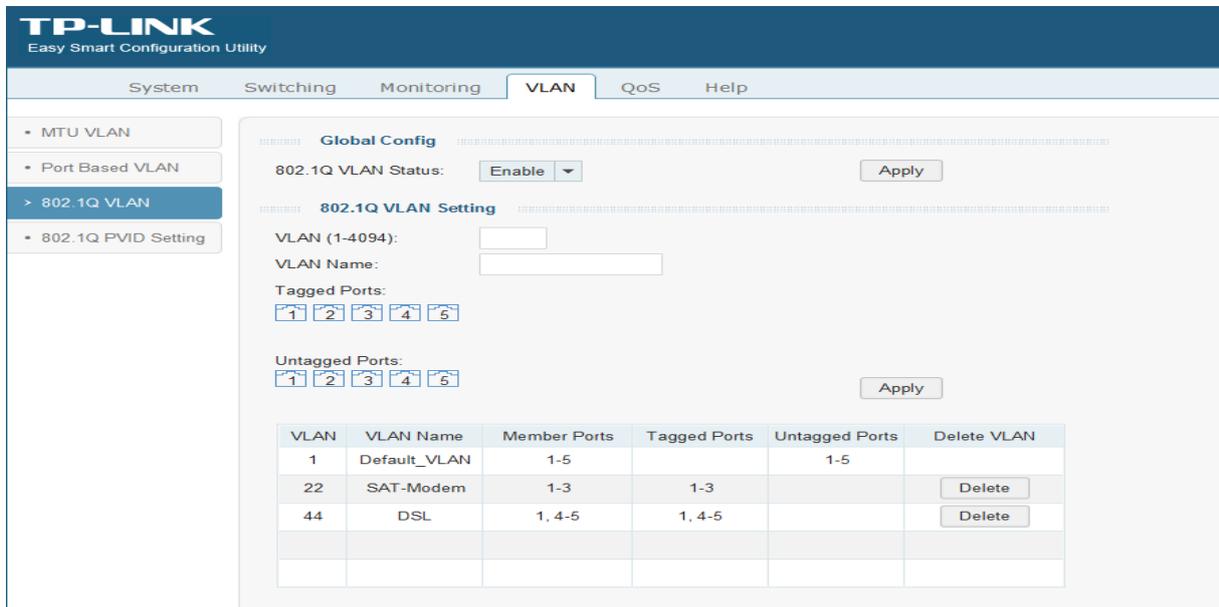


Abbildung 62: VID

Anschließend werden die PVIDs der Easy Smart Switch ebenfalls mit den Initialen 22 und 44 eingestellt.

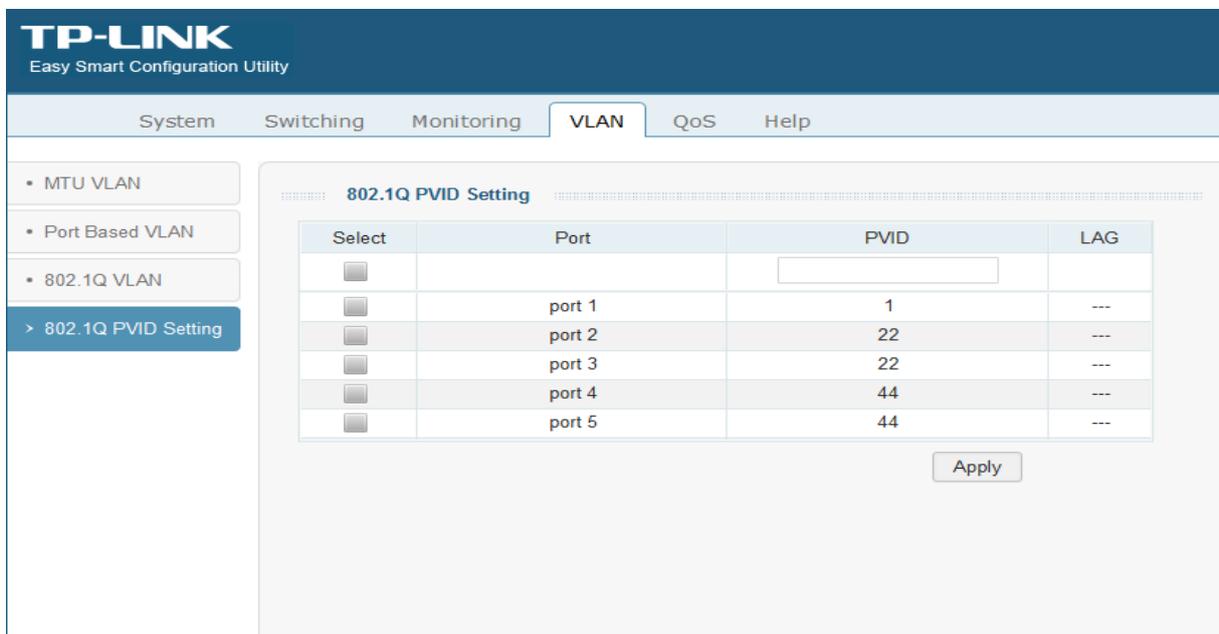


Abbildung 63: PVID

5.) Ausblick

Durch das Berufspraktische Semester wurden mir viele Eindrücke im Alltagsleben eines Elektrotechnik- Ingenieurs gebracht. Da sich das Projekt mit Hardwarenaher Netzentwicklung befasst hat, passte diese Erfahrung gut zum Studiengang EKT, da sich dieser mit dem Schwerpunkt Kommunikationstechnik befasst. Als Student fand das Integrieren des Projektes in vollen Zügen statt. Bei Fragen wurden immer Lösungsmöglichkeiten angeboten, sodass es kein Tag mit unnötigem Absitzen gab. Das Hauptthema des Projektes war der Fax-Dienst. Obwohl am Ende keine Realisierung möglich war, konnte man genug Knowhow sammeln und das Verständnis zu erhalten, weshalb eine Realisierung nicht möglich war. Auch die Arbeitsweise der Kommunikation in den verschiedenen Kommunikationsnetzen und das Konfigurieren der verschiedenen Geräte für eine kompatible Nutzung und Erkennung im Netz gaben mir ein tieferes Verständnis. Im Allgemeinen kann ich sagen, dass ich sehr zufrieden mit meinen Erfahrungen bezüglich des Praktikums bin. Demnach haben sich auch meine Interessen bezüglich der Netzentwicklung vergrößert.

6.) Literaturverzeichnis

Sekundärquellen

- 1) <http://www.was-vehicles.com/de/produkte/sonderfahrzeuge/katastrophenschutz/elw.html>
- 2) [Online] 30. Mai 2017
<https://de.wikipedia.org/wiki/Einsatzleitwagen>
- 3) www.dafu.de [Online]
<http://www.dafu.de/rechts/gsm-fax.html>
- 4) http://files.sma.de/dl/2585/GSM_UMTS-UDE084111.pdf
- 5) *Elektronik-Kompendium.de* [Online]
<https://www.elektronik-kompendium.de/sites/net/1103151.htm>
- 6) *3cx.com* [Online]
<https://www.3cx.com/pbx/t38/>
- 7) *wikipedia.org* [online] 29. April 2017
<https://de.wikipedia.org/wiki/Fax#Fax-Protokoll>
- 8) *wikipedia.org* [online] 8. April 2017
https://de.wikipedia.org/wiki/High-Level_Data_Link_Control

- 9) *erg.abdn.ac.uk* [online] 01/10/2001
<http://www.erg.abdn.ac.uk/users/gorry/course/dl-pages/hdlc.html>
- 10) *wikipedia.org* [online] 7. August 2017
https://de.wikipedia.org/wiki/Globales_Navigations satellitensystem
- 11) *wikipedia.org* [online] 6. Oktober 2015
<https://de.wikipedia.org/wiki/GNSS-Navigation>
- 12) *mittelstandswiki* [online]
<https://www.mittelstandswiki.de/wissen/All-IP>
- 13) *teletarif.de* [online]
<https://www.teltarif.de/tag/all-ip/>
- 14) *netmodule.de* [online]
<http://www.netmodule.de/de/products/industrial-routers.html>
<http://www.netmodule.de/de/products/vehicle-routers.html>
<http://www.netmodule.de/de/products/railway-routers.html>