Anforderungskatalog für die Planung/Erstellung multimediafähiger Medienversorgungen der Volkswohnung GmbH und deren Tochterunternehmen

Inhaltsverzeichnis

1. Ziel 3

2. Gebäudeinterne Standard-Kabel-Infrastrukturen für Neubauten 4
2.1. Minimalausbau mit aktiver Glasfaser-Kabel-Infrastruktur bis in Wohnungen 4
2.2. Erweiterter Ausbau mit aktiver Glasfaser- und EDV-Kabel-Infrastruktur 4

3. Gebäudeinterne Standard-Kabel-Infrastrukturen für Modernisierungen 4
3.1. Breitband- und EDV-Kabel-Infrastruktur 4
3.2. Maximalausbau mit Breitband-, EDV- und passiver Glasfaser-Kabel-Infrastruktur bis in Wohnungen 4
3.3. Hinweise für die Ausführung 5

4. Vorgelagerte Kabel-Infrastrukturen in der Netzebene 3 5
4.1. Netzebene 3 in Glasfaser- (und EDV-Kabel-) Infrastruktur mit Priorität bei Neubauten 5
4.2. Netzebene 3 bei Modernisierungen 5

5. Strukturelle Anforderungen an Kabel-Infrastrukturen 7
5.1. Grundsätzliche Anforderungen 7
5.2. Aktive Glasfaser-Infrastruktur bis in Wohnungen 7
5.3. Breitbandkabel-Infrastruktur 8
5.4. EDV-Kabel-Infrastruktur 8
5.5. Passive Glasfaser-Infrastruktur bis in Wohnungen 9
5.6. Übersicht zu Netztopologie und Ausstattung mit Dosen 9

6. Technische Anforderungen 10
6.1. Hausübergabepunkte der Versorger 10
6.2. Verstärker und Multimedia-Verteiler 10
6.3. Spezifikation der Anschluss-Dosen 11
6.4. Spezifikation der Kabelmedien 11
6.5. Opto-Wandler 12
6.6. Technische Anforderungen an eine GIGA-Hertz fähige Multimedia-Breitband-Kommunikationsanlage 13
6.7. Wichtige Informationen zur Installation zum Vodafone-Kabel-Modem 15
6.8. Steckverbindungen für Glasfaser 16

7. Anlagenbeispiele für Internet-/Telefon im Neubau über Vodafone 17
7.1. Ein-Zimmer-Wohnung im Neubau versorgt über Vodafone 17
7.2. Zwei-Zimmer-Wohnung im Neubau versorgt über Vodafone 18
7.3. Drei-Zimmer-Wohnung im Neubau versorgt über Vodafone 19
7.4. Vier-Zimmer-Wohnung im Neubau versorgt über Vodafone 20

8. Anlagenbeispiele für Internet-/Telefon im Neubau über Telekom (Partner) 21
8.1. Ein-Zimmer-Wohnung im Neubau versorgt über Telekom 21

Dieses Dokument ist Eigentum der Volkswohnung.
Es ist stets die aktuelle Version zu nutzen.

8.2. Zwei-Zimmer-Wohnung im Neubau versorgt über Telekom 22
8.3. Drei-Zimmer-Wohnung im Neubau versorgt über Telekom 23
8.4. Vier-Zimmer-Wohnung im Neubau versorgt über Telekom 24

9. Anlagenbeispiele für Internet-/Telefon im Bestand versorgt über Vodafone 25
9.1. Ein-Zimmer-Wohnung im Bestand versorgt über Vodafone 25
9.2. Zwei-Zimmer-Wohnung im Bestand versorgt über Vodafone 26
9.3. Drei-Zimmer-Wohnung im Bestand versorgt über Vodafone 27
9.4. Vier-Zimmer-Wohnung im Bestand versorgt über Vodafone 28

10. Anlagenbeispiele für Internet-/Telefon im Bestand über Telekom (Partner) 29
10.1. Ein-Zimmer-Wohnung im Bestand versorgt über Telekom 29
10.2. Zwei-Zimmer-Wohnung im Bestand versorgt über Telekom 30
10.3. Drei-Zimmer-Wohnung im Bestand versorgt über Telekom 31
10.4. Vier-Zimmer-Wohnung im Bestand versorgt über Telekom 32

Anhang

Dieses Dokument ist Eigentum der Volkswohnung.
Es ist stets die aktuelle Version zu nutzen.

1. **Ziel**

Die Anforderungen an gebäudeinterne Kabel-Infrastrukturen sind aufgrund wachsender Datenübertragungsvolumina gestiegen. Neben Glasfaseranschlüssen an Versorgernetze erfordert dies performantere Kabel-Infrastrukturen im Gebäude.

Dieser Leitfaden beschreibt geeignete Standard-Ausstattungsvarianten für gebäudeinterne Kabel-Infrastrukturen zur Medienversorgung mit strukturellen und technischen Anforderungen sowie relevanten Normen. Anforderungen aus weiteren Bereichen, z.B. Gebäudetechnik, sind hier nicht explizit berücksichtigt.

Zweck des Leitfadens ist, die individuelle Festlegung und Abstimmung der Anforderungen mit dem jeweiligen Projektsteuerer und beauftragten Planern von Neubauten oder Modernisierungen durch die Zuordnung einer geeigneten Standard-Ausstattungsvariante auf ein Minimum zu reduzieren. Die Zuordnung erfolgt per separater Entscheidungsvorlage vor der Beauftragung auf der Grundlage des Bauprogramms der Volkswohnung.

Kapitel 2 und 3 des Leitfadens beschreiben die Standard-Kabel-Infrastrukturen für Neubauten und Modernisierungen, Kapitel 4 vorgelagerte Infrastrukturen in der Netzebene 3. Kapitel 5 und Kapitel 6 beschreiben die strukturellen und technischen Anforderungen, die Kapitel 7 bis 10 enthalten Anlagenbeispiele differenziert nach Versorger, Bauprojektart und Zimmeranzahl.

Die Kabel-Infrastrukturen und Anlagebeispiele sind Vorlagen und als solche nicht pauschal auf das jeweilige Bauprojekt übertragbar.

Die Grundlage der hier beschriebenen Standard-Ausstattungen ist der Beschluss der Volkswohnung vom 15.05.2019 für einen Maximalausbau. Dieser sieht eine Dreifach-Verkabelung bis in die Wohnungen mit Breitband-, EDV-Kabel (Cat-7) statt dem bisherigen Telefonkabel (Cat-3) sowie passiv installiertes Glasfaserkabel vor.

Ein Maximalausbau ist aus Sicht der Volkswohnung Service/Medientechnik für die aktuelle Medienversorgung mit den Schwerpunkte TV-/Internet und Telefonie nicht erforderlich. Jedoch ist der Maximalausbau die offiziell gültige Vorgabe für Neubauten und Modernisierungen.

Aufgrund bisheriger Projekterfahrungen mit dem o.g. Maximalausbau und der TKG-Novelle schlägt die Volkswohnung Service/Medientechnik zur Medienversorgung von Neubauten mit dem Schwerpunkt auf TV-/Internet/Telefonie vor, bis zu einem zentralen Punkt in den Wohnungen ausschließlich Glasfaser zu verwenden statt wie bisher Breitband- oder sonstige Kupfer-Verkabelungen.

Für Modernisierungen wäre eine Glasfaserausstattung ebenfalls möglich. Hier favorisiert die Volkswohnung Service/Medientechnik bis auf weiteres Breitband- und EDV-Kabel als gebäudeinterne Verkabelung in Verbindung mit einem sukzessiven FTTB-Glasfaseranschluss an Versorgernetze zur Verbesserung der Performance.

Grundsätzliche Annahme ist, dass projektindividuelle Anforderungen, Nebenbedingungen und Abhängigkeiten oder über den Leitfaden hinausgehende technische Fragestellungen vom Fachplaner berücksichtigt werden. Ferner betreut der Fachplaner die ausführenden Firmen. Der Fachplaner sollte ggf. zur Planung oder Umsetzung auf einen auf Multimediatechnik spezialisierten Dienstleister zurückgreifen.

Dieses Dokument ist Eigentum der Volkswohnung.
Es ist stets die aktuelle Version zu nutzen.

2. Gebäudeinterne Standard-Kabel-Infrastrukturen für Neubauten

2.1. Minimalausbau mit aktiver Glasfaser-Kabel-Infrastruktur bis in Wohnungen

Konzept: Die Medienversorgung vom Hausübergabepunkt bis zu einem Multimedia-Feld in jeder Wohnung erfolgt sternförmig ausschließlich über Glasfaserkabel. Über Kupfer-Endleitungen des Versorgers eingehende elektrische Versorgersignale und zum Versorger ausgehende Signale sind direkt hinter dem Hausübergabepunkt zu wandeln. Jedem Versorger wird eine separate Glasfaser zugeteilt. Die Medienversorgung vom Multimedia-Feld in der Wohnung bis zu den Multimedia-Dosen erfolgt sternförmig über Breitbandkabel. Die Medienversorgung vom Multimedia-Feld in der Wohnung bis zu den EDV-Dosen erfolgt sternförmig über EDV-Kabel (Cat-7). Die Signalwandlung zur Weiterleitung elektrischer Signale zu den Anschluss-Dosen erfolgt im Multimedia-Feld der Wohnung.

Hinweis: siehe Detailbeschreibung in Kapitel 4.2. *Aktive Glasfaser-Infrastruktur bis in Wohnungen*.

2.2. Erweiterter Ausbau mit aktiver Glasfaser- und EDV-Kabel-Infrastruktur

Konzept: Die Medienversorgung erfolgt auch hier ausschließlich über die aktive Glasfaser-Kabel-Infrastruktur wie in *Kapitel 2.1. Minimalausbau mit aktiver Glasfaser-Kabel-Infrastruktur bis in Wohnungen* beschrieben (s. auch Kapitel 5.2. *Aktive Glasfaser-Infrastruktur bis in Wohnungen*). Zusätzlich wird eine parallele EDV-Kabel-Infrastruktur installiert, die im Neubau nicht zur Medienversorgung benötigt wird (s. Kapitel 5.4. *EDV-Kabel-Infrastruktur*).

3. Gebäudeinterne Standard-Kabel-Infrastrukturen für Modernisierungen

3.1. Breitband- und EDV-Kabel-Infrastruktur

Konzept: Auf eine gebäudeinterne Glasfaser-Infrastruktur wird verzichtet. Annahme ist, dass die Objekte bis auf weiteres an vorgelagerten konventionellen Breitband- bzw. Telefonkabelnetze angeschlossen bleiben und der Anschluss an ein Glasfasernetz zu einem noch unbestimmten Zeitpunkt per FTTB erfolgen kann. Eine sternförmige Verkabelung vom Hausübergabepunkt zu den Multimedia-Feldern in den Wohnungen erfolgt mit Breitbandkabel für Vodafone- und mit EDV-Kabel für die Telekom-Signale. Die sternförmige Verteilung von Vodafone-Signalen in der Wohnung zu den Multimedia-Dosen erfolgt ebenfalls über Breitbandkabel. Die sternförmige Verteilung von Telekom-Signalen in der Wohnung zu den EDV-Dosen erfolgt ebenfalls über Cat-7-Kabel.

Konzept: Auf eine gebäudeinterne Glasfaser-Infrastruktur wird verzichtet. Annahme ist, dass die Objekte bis

Hinweis: siehe Detailbeschreibung in Kapitel 5.3. *Breitbandkabel-Infrastruktur* und in Kapitel 5.4. *EDV-Kabel-Infrastruktur)*.

3.2. Maximalausbau mit Breitband-, EDV- und passiver Glasfaser-Kabel-Infrastruktur bis in Wohnungen

Konzept: Die Medienversorgung vom Hausübergabepunkt erfolgt sternförmig mit paralleler Breitband-, EDV- und passiver Glasfaser-Kabel-Infrastruktur bis in die Wohnungen zu einem Multimedia-Feld und von dort sternförmig bis zu den Multimedia-Anschlussdosen sowohl über eine Breitband-Kabel- als auch eine EDV-Kabel-Infrastruktur.
Die TV-, Internet- und Telefonversorgung durch Vodafone erfolgt nur über Breitbandkabel (weitere Details s. Kapitel *5.3. Breitbandkabel-Infrastruktur*). Die TV-, Internet- und Telefonversorgung durch Telekom oder Geschäftspartner der Telekom erfolgt nur über EDV-Kabel (weitere Details s. Kapitel *5.4. EDV-Kabel-Infrastruktur*). Das EDV-Kabel (Cat-7) ersetzt das klassische Telefonkabel (Cat-3).

Zusätzlich wird im Bauprozess proaktiv eine passive Glasfaserverkabelung verlegt, die zu einem späteren Zeitpunkt in Betrieb genommen werden kann.

Dieses Dokument ist Eigentum der Volkswohnung.
Es ist stets die aktuelle Version zu nutzen.

3.3. Hinweise für die Ausführung

Versorger-Übergabepunkte und die Versorgerleitung (beide Netzebene 3) sind bei Modernisierungen immer von den ausführenden Firmen zu sichern, da es sich um Versorger-Eigentum handelt. Kabel der Netzebene 3 dürfen nicht durchgetrennt werden. Beschädigungen müssen an die Hotline des Versorgers weiterleitet werden, um Netzstörungen zu verhindern. Beschädigungen werden vom Verursache bezahlt.

4. **Vorgelagerte Kabel-Infrastrukturen in der Netzebene 3**

Umfasst eine Baumaßnahme eine Gruppe von Gebäuden mit einer vorgelagerten Kabel-Infrastruktur zu den einzelnen Gebäuden in der Netzebene 3, deren Ausgangspunkt eine zentraler Übergabestation zur Verbindung mit Versorgernetzen ist (Beispiel: August-Klingler-Areal, loswohnen I+II), dann wird i.R. der Baumaßnahme proaktiv zwischen dem zentralen Übergabepunkt und den Gebäuden auch eine Glasfaserverkabelung verlegt, um aufwendige Grabungsarbeiten in der Betriebsphase zu vermeiden, wenn i.R. der Baumaßnahme kein Leerrohr- oder Trassensystem für eine nachträgliche Verlegung vorgesehen ist. Dies gilt gleichermaßen für Neubau und Modernisierungsprojekte. Zugrundeliegende Annahme ist, dass Versorgerkabel in der zentralen Übergabestation mit einem Übergabepunkt des Versorgers als Abschlusspunkt enden.

4.1. Netzebene 3 in Glasfaser- (und EDV-Kabel-) Infrastruktur mit Priorität bei Neubauten

VS empfiehlt analog zur gebäudeinternen Verkabelung (s. Anlage 2, Abschnitt 2.1 oder 2.2) einen aktiven Ausbau der Gebäuden vorgelagerten Glasfaserkabel in Netzebene 3 sowie den Entfall der Breitband- und der EDV-Verkabelung vom zentralen Übergabepunkt bis zu den einzelnen Gebäuden aus der Sicht der Medientechnik.

Für Anwendungen, die über die aktuellen Anforderungen der Medientechnik hinausgehen, kann jedoch ein zusätzliches EDV-Kabel-Infrastruktur in der Netzebene 3 erforderlich sein.

Annahme ist, dass das Nutzen-Kosten-Verhältnis aufgrund einer hinreichenden Anzahl von Nutzeinheiten für eine aktive Glasfaserausstattung spricht. Annahme ist auch, dass aus Kostengründen standardmäßig kein Leerrohrsystem für eine flexible Kabelverlegung installiert wird. Trifft eine der vorgenannten Annahmen nicht zu, kann dies zur Folge haben, dass eine Breitband-Kabel-Infrastruktur mit zusätzlicher passiver Glasfaserverkabelung einer aktiven Glasfaser-Verkabelung vorzuziehen ist.

Wenn Vodafone statt einem Glasfaseranschluss nur einen Breitbandkabelanschluss bereitstellt, ist die elektrisch-optische Wandlung aus den Gebäuden in den zentralen Übergabepunkt zu verlagern, so dass bei der Verwendung einer aktiven Glasfaser-Kabel-Infrastruktur im Gebäude die Signalübertragung vom Übergabepunkt bis zu einem zentralen Punkt in den Wohnungen (Multimedia-Feld) nahtlos über Glasfaser erfolgt. Die zentrale Wandlung entfällt, wenn die Signalübertragung der vorgelagerten Verkabelung mit Breitband- statt aktivem Glasfaserkabel erfolgt.

4.2. Netzebene 3 bei Modernisierungen

Konsequent wäre bei Modernisierungen ebenso wie bei Neubauten zu verfahren (s. Anlage 2, Abschnitt 4,1). Es ist jedoch davon auszugehen, dass aufgrund limitierter Modernisierungsbudgets aus Kostengründen keine vorgelagerte aktive Glasfaserstruktur möglich ist, sondern ein kostengünstigerer Ausbau mit Breitband- und EDV-Kabel sowie optionaler passiver Glasfaserverkabelung

Es ergeben sich folgende Optionen für einen Vodafone-Anschluss (sortiert nach abnehmender Priorität):

Glasfaseranschluss ohne Glasfaserausbau in Netzebene 3:
➔ Empfehlung mit Priorität 1. Zentrale optisch-elektrische Wandlung in Übergabestation.

Breitbandkabelanschluss ohne Glasfaserausbau in Netzebene 3:
➔ Empfehlung mit Priorität 2.

Dieses Dokument ist Eigentum der Volkswohnung.
Es ist stets die aktuelle Version zu nutzen.

Glasfaseranschluss mit Glasfaserausbau in Netzebene 3:
➔ Keine Empfehlung wegen voraussichtlich erhöhter Kosten. Optisch-elektrische Wandlung in jedem Gebäude erforderlich.

Breitbandkabelanschluss mit Glasfaserausbau in Netzebene 3:
➔ Keine Empfehlung, da keine Performanceverbesserung, aber erhöhte Kosten.

Es ergeben sich folgende Optionen für einen Telekom-Anschluss (sortiert nach abnehmender Priorität):

FTTH-Glasfaseranschluss:
➔ Nicht empfohlen, da Widerspruch zur Grundregel, dass Kabel Eigentum der Volkswohnung sein müssen.

Glasfaseranschluss ohne Glasfaserausbau in Netzebene 3:
➔ Empfehlung mit Priorität 1.

Glasfaseranschluss mit Glasfaserausbau in Netzebene 3:
➔ Keine Empfehlung wegen voraussichtlich erhöhter Kosten. Optisch-elektrische Wandlung in jedem Gebäude erforderlich.

Dieses Dokument ist Eigentum der Volkswohnung.
Es ist stets die aktuelle Version zu nutzen.

5. Strukturelle Anforderungen an Kabel-Infrastrukturen

5.1. Grundsätzliche Anforderungen

1. Um die zukünftige Versorgungssicherheit sicherzustellen, ist grundsätzlich eine betriebsbereite gebäudeinterne Soll-Kabelinfrastruktur nach DIN 18015 und EN 60728 (neueste Version) zu erstellen. Abweichungen von den vorgenannten Vorgaben sind nur erlaubt, wenn dies in Kapitel 5: *Technische Anforderungen* explizit aufgeführt ist.

2. Der Auftragnehmer ist für die vollständige und korrekte Dokumentation verantwortlich, u.a. die Kabelschemata, AND-Planung, Messprotokolle je Anschluss-Dose. Für das Messprotokoll ist das gesamte Frequenzspektrum im Upstream und Downstream zu protokollieren. Nach der Inbetriebnahme der Breitband-Anlage ist ein SchuTSEV Protokoll für das Gebäude zu erstellen.

3. Die Herstellung der Konnektivität aller Kabel und Komponenten für eine einwandfreie Funktion ist zu gewährleisten und mit einem Messprotokoll zu belegen. Gemessen wird Ende-zu-Ende, d.h. vom jeweiligen Hausübergabepunkt bis zu den Anschluss-Dosen. Das Messprotokoll und die AND-Rot-Korrektur ist dem Auftraggeber in digitaler Form mindestens zehn Arbeitstage vor der Abnahme bereitzustellen.

4. Der Auftragnehmer prüft die Protokolle vollständig und steuert und gewährleistet die Mängelbeseitigung.

5. Der Auftragnehmer koordiniert die Realisierungstermine, z.B. die Mitverlegung von Versorgerkabeln ins Objekt, Installation der Hausübergabepunkte, Verteiler, Anschluss-Dosen, Erstellung von Verbindungen und Messprotokolle.

6. Der Auftragnehmer ist für die Vereinbarung und Bestellung des Hausanschlusses mit der Telekom zuständig (Die Volkswohnung Service ist für die Beauftragung des Hausanschlusses mit Vodafone zuständig, da Vertragserweiterungen erforderlich sind).

7. Aktuelle Vodafone Router sind nicht für den Einbau in das Multimedia-Feld der Wohnung vorgesehen (s. Kapitel 5.7. *Wichtige Informationen zur Installation zum Vodafone-Kabel-Modem*).

5.2. Aktive Glasfaser-Infrastruktur bis in Wohnungen

1. Planung und Erstellung einer gebäudeinternen Glasfaser-Verkabelung (FTTH), deren vier Fasern (Single Mode) für den Anschluss mehrerer Versorger geeignet sind und die Signale in Kombination mit Koaxial- bzw. CAT-7-Kabeln in den Wohnungen bis zu den Anschluss-Dosen leiten. Bei Überlängen des LWL Kabel sind diese in geeigneten Ablagevorrichtungen abzulegen. Die Ablage hinter der Lochplatte ist nicht zulässig. Alle Fasern sind mit geeigneten Steckern zu versehen; hierbei ist zu beachten, dass für den Versorger Vodafone, durchgehend APC Stecker zum Einsatz kommen. Alle Fasern sind auf ein geeignetes Patchfeld aufzulegen, alle Anschlüsse sind staubdicht zu verschließen.

2. Netztopologie: Gebäudeinterne sternförmige Signalverteilung bis zur Wohnung

    a. Glasfaser vom Hausübergabepunkt bis zu den Gebäudeverteilern
    b. Glasfaser vom jeweiligen Gebäudeverteiler bis zu einem Multimedia-Verteiler in jeder Wohnung und von da aus bis zu einem Signalwandler im Multimedia-Verteiler
    c. vom Multimedia-Verteiler in jeder Wohnung bis
        i. zu jeder Multimedia-Dose per Koaxial-Kabel ab Signal-Wandler
        ii. zu jeder EDV-Dose per Cat-7-Kabel ab Signal-Wandler

3. Ausstattung mit Multimedia-Dosen s. Anforderungen in Kapitel 4.3. *Breitbandkabel-Infrastruktur* bzw. in Kapitel 5.5. *Spezifikation der Anschluss-Dosen.*

4. Ausstattung mit EDV-Dosen s. Anforderungen in Kapitel 4.4. *EDV-Kabel-Infrastruktur* bzw. in Kapitel 5.5. *Spezifikation der Anschluss-Dosen.*

Dieses Dokument ist Eigentum der Volkswohnung.
Es ist stets die aktuelle Version zu nutzen.

5.3. Breitbandkabel-Infrastruktur

1. Planung, Realisierung und Inbetriebnahme eines gebäudeinternen, multimedia-/Vodafone-konformen Koaxial-Breitbandkabelnetzes, das am Vodafone-Hausübergabepunkt beginnt und in allen Multimedia-Dosen in den Wohnungen endet.

2. Die Netzebene 4 wird nach EN 60728 in allen Teilen (neueste Version), bzw. Vodafone-konform (neueste Version der technischen Spezifikation) und rückkanalfähig installiert. Die VOWO Service empfiehlt, die AND-Planung und die Installation an Netz-Knoten- und Endpunkten durch praxiserfahre AND-Planer und Ausführende durchführen zu lassen.

3. Die AND-Planung ist im Auftragsumfang enthalten. Bei fehlenden Kenntnissen des Auftragnehmers oder fehlenden Hilfsmitteln (AND-Software, Messgeräte) ist die erforderliche AND-Planung an einen Sub-Auftragnehmer unter zu beauftragen. Die Volkswohnung wird die Leistung immer vergeben.

4. Netztopologie: Gebäudeinterne sternförmige Signalverteilung (Netzebene 4)

    a. vom Hausübergabepunkt bis zu den Gebäudeverteilern
    b. vom jeweiligen Gebäudeverteiler bis zu einem Multimedia-Verteiler in jeder Wohnung
    c. vom Multimedia-Verteiler in jeder Wohnung bis zu den Multimedia-Dosen (der Einsatz von Stichdosen ist nicht gestattet).

5. Ausstattung mit Multimedia-Dosen

    a. Eine Dose je Schlaf-, Kinder-, Arbeitszimmer (immer)
    b. Eine Dose je Wohnzimmer (immer)
    c. Eine Dose je Küche (nur Neubau)

5.4. EDV-Kabel-Infrastruktur

1. Planung, Realisierung und Inbetriebnahme eines gebäudeinternen aus Cat-7-Kabeln bestehenden Datenübertragungsnetzes, dass am Telekom Hausübergabepunkt beginnt und in allen EDV-Dosen in den Wohnungen endet.

2. Die Infrastruktur ist am Ende des Bauprozesses so beschaffen, dass die Betriebsbereitschaft alleine durch das Auflegen der gebäudeinternen Cat-7-Kabel auf den Übergabepunkt der Telekom hergestellt ist. Ein weiterer Dienstleister neben der Telekom ist zur Schaltung eines funktionierenden Internet-/Telefonanschlusses nicht erforderlich.

3. Netztopologie: Gebäudeinterne sternförmige Signalverteilung (Netzebene 4)

    a. vom Hausübergabepunkt bis zu den Gebäudeverteilern
    b. vom jeweiligen Gebäudeverteiler bis zu einem Multimedia-Verteiler in jeder Wohnung
    c. vom Multimedia-Verteiler in jeder Wohnung bis zu den EDV-Dosen

4. Ausstattung mit EDV-Dosen

    a. Eine Dose je Schlaf-, Kinder-, Arbeitszimmer (immer)
    b. Eine Dose je Wohnzimmer (immer)
    c. Eine Dose Flur* (immer)
    d. Eine Dose je Küche (nur Neubau)

    *abweichend von Din 18015-2 bei der Volkswohnung nicht im Standard vorgesehen

Dieses Dokument ist Eigentum der Volkswohnung.
Es ist stets die aktuelle Version zu nutzen.

5.5. Passive Glasfaser-Infrastruktur bis in Wohnungen

1. Planung und Erstellung einer gebäudeinternen Glasfaser-Verkabelung (FTTH), deren vier Fasern (Single Mode) für den Anschluss mehrerer Versorger geeignet sind und die Signale in Kombination mit Koaxial- bzw. CAT-7-Kabeln in den Wohnungen bis zu den Anschluss-Dosen leiten. Bei Überlängen des LWL Kabel sind diese in geeigneten Ablagevorrichtungen abzulegen. Die Ablage hinter der Lochplatte ist nicht zulässig. Alle Fasern sind mit geeigneten Steckern zu versehen. Hierbei ist zu beachten, dass für den Versorger Vodafone, durchgehend APC Stecker zum Einsatz kommen. Alle Fasern sind auf ein geeignetes Patchfeld aufzulegen, alle Anschlüsse sind staubdicht zu verschießen.

2. Netztopologie: Gebäudeinterne sternförmige Signalverteilung bis zur Wohnung (nicht in der Wohnung)

    a. Glasfaser vom Hausübergabepunkt bis zu den Gebäudeverteilern
    b. Glasfaser vom jeweiligen Gebäudeverteiler bis zu einem Multimedia-Verteiler in jeder Wohnung (die Einrichtung der Wandlung ist nicht im Projektumfang enthalten)
    c. vom Multimedia-Verteiler in jeder Wohnung bis
        i. zu jeder Multimedia-Dose per Koaxial-Kabel ab Signal-Wandler
        ii. zu jeder EDV-Dose per Cat-7-Kabel ab Signal-Wandler

3. Ausstattung mit Multimedia-Dosen s. Anforderungen in Kapitel 4.3. *Breitbandkabel-Infrastruktur* bzw. in Kapitel 5.5. *Spezifikation der Anschluss-Dosen.*

4. Ausstattung mit EDV-Dosen s. Anforderungen in Kapitel 4.4. *EDV-Kabel-Infrastruktur* bzw. in Kapitel 5.5. *Spezifikation der Anschluss-Dosen.*

5. Im Bauprozess ist keine Verbindung zwischen Glasfaser- und Koaxial- bzw. Cat-7-Kabel bzw. zwischen Glasfaserkabel und Hausübergabepunkt vorgesehen.

   Bei einer Umstellung von Breitbandkabel oder Cat-7 auf Glasfaserversorgung muss die im Bauprozess vorbereitete Glasfaserinfrastruktur aktiviert werden. Technische Komponenten müssen ergänzt bzw. stillgelegt werden. Kabelverbindungen sind zu demontieren bzw. neu- oder um zu schalten. Die Auswahl der Technik und das Vorgehen ist aufgrund der Abhängigkeiten zu den jeweiligen Versorger-Standards zwingend mit dem Versorger abzustimmen. Dies Maßnahmen können - Stand heute und ohne Verträge für Glasfaseranschlüsse - nicht Teil der Planung und Realisierung sein.

5.6. Übersicht zu Netztopologie und Ausstattung mit Dosen

VOWO-Standard gebäudeinterne Kabelinfrastruktur (Stand 2019) Volkswohnung

Pos	Kabelinfrastruktur		Breitbandkabel (Koaxial-Kabel)	EDV-Netzwerkkabel Cat-7	Glasfaser/FTTH LWL	Telefonkabel Cat-3	Leerrohr
1	Netzebene 3	zwischen Gebäuden des Gesamtobjekts	ja	nein	ja	ja	bei Bedarf
2	Netzebene 4	im Gebäude	ja, Sternstruktur	ja, Sternstruktur	ja, Sternstruktur	nein	lt. Vorgaben und Normen
3	Netzebene 5	in Wohnungen	ja, Stern- oder Baumstruktur	ja, Stern- oder Baumstruktur	nein	nein	lt. Vorgaben und Normen
4	Multimedia-Dosen	in Wohnungen	eine je Schlafzimmer eine je Wohnzimmer eine je Küche (nur Neubau)	entfällt	entfällt	entfällt	optional
5	EDV-Dosen	in Wohnungen	entfällt	eine je Schlafzimmer eine je Wohnzimmer eine je Küche (nur Neubau) ein Stück je Flur (nur Mod.)	entfällt	entfällt	optional
6	Kabel		4-fach geschirmt	-	LWL Mini-Breakoutkabel, A-DQ(ZN)B2Y OS2 4 Faser (E9/125 G652.D, 4,9mm LS0H, Euroklasse DcA.	-	
	Bemerkung		Struktur in der NE4 abhängig von der Anzahl der Zimmer und Dämpfungsfaktor.	Struktur in der NE5 abhängig von der Anzahl der Zimmer und Dämpfungsfaktor. Nötige Verstärkung bei Strecken > 100 m zu vermeiden. Folge: Cat-3 muss verwendet werden.	Nur "Passivausbau" vom Keller bis in die Wohnung. Der Ausbau mit aktiven Komponenten erfolgt zu einem späteren Zeitpunkt. Zeitpunkt des Ausbaus ist abhängig von Anschluss mit Glasfaser sowie Anschlusskosten.	Wegen Bandbreitenlimits obsolet. Ersatz durch Cat-7.	Offizieller Beschluss erforderlich, wenn aus Kostengründen keine Verlegung beabsichtigt ist.

Dieses Dokument ist Eigentum der Volkswohnung.
Es ist stets die aktuelle Version zu nutzen.

6. **Technische Anforderungen**

6.1. Hausübergabepunkte der Versorger

1. Vodafone

   Der bestehende Hausübergabepunkt ist Eigentum des Versorgers ist nach Vereinbarung mit dem Versorger durch einen neuen geeigneten Hausübergabepunkt zu ersetzen.

2. Telekom

   Der bestehende Hausübergabepunkt (hier APL = Abschlusspunkt Linie) ist Eigentum des Versorgers ist nach Vereinbarung mit dem Versorger durch einen neuen geeigneten Hausübergabepunkt zu ersetzen.

3. Bei der Planung, Realisierung und Inbetriebnahme einer Kabelinfrastruktur beinhaltet die nahtlose Ende-zu-Ende-Anbindung der zu erstellenden gebäudeinterne Kabelinfrastrukturen an die o.g. Hausübergabepunkte. „Ende-zu-Ende" bedeutet: vom Ausgang des Hausübergabepunktes bis zur Anschluss-Dose.

6.2. Verstärker und Multimedia-Verteiler

Folgende Normen und Vorschriften sind bei Planung von Verstärkern und Multimedia-Verteilern in Wohnungen und im Allgemeinbereich relevant:

1. DIN 18015-1
2. DIN 18015-2
3. DIN 18015-3
4. DIN EN 60728-1
5. DIN EN 60728-1-1
6. DIN EN 60728-1-2
7. DIN EN 60728-3
8. DIN EN 60728-4
9. DIN EN 60728-5
10. DIN EN 60728-11
11. DIN EN 50083-2
12. DIN EN 50083-10
13. DIN EN 61000-6-1
14. VDE 0855-1
15. VDE 0100

Zusätzlich ist für Multimedia-Verteiler im Allgemeinbereich eine Dreifach-Schließung mit UM 03 Schloss zu berücksichtigen.

Der Signal-Verstärker muss für den Betrieb als Gebäudeverstärker in Kaskade geeignet sein, einen Frequenzbereich 5 bis 1006 MHz unterstützen, Verstärkung Rückweg 22/32 dB (Rückweg volle Kanallast) die Einsetzbarkeit des Verstärkers ist durch eine AND Berechnung zu ermitteln.

Verstärker sind grundsätzlich mit den Anschlüssen nach unten einzubauen. Die technischen Richtlinien des Herstellers sind zu beachten.

Dieses Dokument ist Eigentum der Volkswohnung.
Es ist stets die aktuelle Version zu nutzen.

6.3. Spezifikation der Anschluss-Dosen

1. Multimedia-Dosen

   Zusätzlich zu den in Kapitel 4.3. *Breitbandkabel-Infrastruktur* aufgeführten Vorgaben sind folgende Vorgaben einzuhalten:

   a. 3-Loch Multimediadurchgangsdose Klasse A, Frequenzbereich 5 bis 1006 MHz
   b. Einhaltung der Absetzmaße gemäß Herstellervorgaben.
   c. Montage eines Abschlusswiderstandes in Durchgangsdosen bei denen keine abgehende Leitung angeschlossen wird.
   d. Befestigung der Dosen in der Unterputzdose mit den mitgelieferten Krallen oder mit separaten Befestigungsschrauben.
   e. Bei Unterputz-Montage ist der Einbau nur in 60mm tiefe Unterputzdosen zulässig.
   f. EN60728-4
   g. DIN 18015-3
   h. EN60169-24
   i. EN60169-2

2. EDV-Dosen

   Zusätzlich zu den in Kapitel 4.4. *EDV-Kabel-Infrastruktur* aufgeführten Vorgaben sind folgende Vorgaben einzuhalten:

   a. Netzwerkdose Cat-6
   b. Einhaltung der Absetzmaße gemäß Herstellervorgaben.
   c. Befestigung der Dosen in der Unterputzdose mit separaten Befestigungsschrauben.
   d. Bei Unterputz-Montage ist der Einbau nur in 60mm tiefe Unterputzdosen zulässig.

6.4. Spezifikation der Kabelmedien

1. Breitbandkabel

   Zusätzlich zu den in Abschnitt IV.B. *Breitbandkabel-Infrastruktur* aufgeführten Vorgaben sind folgende Vorgaben einzuhalten:

   a. Gemäß EN 50 117-2-4
   b. Außenmantel Ø 6,8 mm (PVC, weiß)
   c. Innenleiter Ø 1,02 mm (Cu)
   d. Isolation Ø 4,75 mm (Zell-PE, physik. geschäumt)
   e. Außenleiter 1. Folie Ø 4,85 mm (Al-Folie geklebt)
   f. Außenleiter 2. Geflecht 63 % (optische Bedeckung, Cu verzinnt)
   g. 3-Fach-Abschirmung

2. EDV-Kabel

   Zusätzlich zu den in Abschnitt IV.C. *Datenübertragungs-Infrastruktur* aufgeführten Vorgaben sind folgende Vorgaben einzuhalten:

   a. Gemäß DIN EN 50173
   b. S/FTP-Kabel Cat-7

3. Glasfaserkabel

   Zusätzlich zu den in Abschnitt IV.D. *Aktive gebäudeinterne Glasfaser-Infrastruktur* bzw. Abschnitt IV.E. *Passive Gebäudeinterne Glasfaser-Infrastruktur* aufgeführten Vorgaben sind folgende Vorgaben einzuhalten:

   a. LWL Mini-Breakoutkabel,
   b. A-DQ(ZN)B2Y OS2 4 Faser (E9/125 G652.D, 4,9mm LS0H, Euroklasse DcA)

Dieses Dokument ist Eigentum der Volkswohnung.
Es ist stets die aktuelle Version zu nutzen.

6.5. Opto-Wandler

1. Vodafone: Für die Wandlung von Glasfaser nach Breitbandkabel und zurück sind folgende Anforderungen bzw. Spezifikationen zu beachten:

    a. Die optisch-elektrische Wandlung im Multimedia-Verteiler erfolgt über einen Fiber Node. Die Dimensionierung ist vom Auftragnehmer mittels AND Berechnung zu ermitteln.
    b. Die am Glasfaser-Übergabepunkt verwendeten Wellenlängen US/DS sind zu berücksichtigen, Diese sind selbständig beim Versorger Vodafone für jedes Bauvorhaben einzeln anzufragen.
    c. Es dürfen nur APC Stecker verwendet werden.

2. Telekom: Für die Wandlung von Glasfaser nach EDV-Kabel und zurück sind folgende Anforderungen bzw. Spezifikationen zu beachten:

    a. Für die optisch-elektrische Wandlung der Telekomsignale ist die derzeit verwendete Fritzbox 5530 vorgesehen.
    b. Aus Platzgründen ist die ONT Variante mit nachgeschalteten
    c. DSL Modems nicht berücksichtigt.
    d. Für das Optische Netz sind die Vorgaben der Telekom einzuplanen (maximale Dämpfung, Stecker, Patchkabel/Pigtail).

Dieses Dokument ist Eigentum der Volkswohnung.
Es ist stets die aktuelle Version zu nutzen.

6.6. Technische Anforderungen an eine GIGA-Hertz fähige Multimedia-Breitband-Kommunikationsanlage

Partner der
Immobilienwirtschaft

Technische Anforderungen an eine GIGA-Hertz fähige Multimedia-Breitband-Kommunikationsanlage

Frequenzbereiche
Vorwärts - downstream (TV/Radio/Data) 85 MHz – 1,006 GHz
Rückwärts - upstream (Data) 5 - 65 MHz

Signalwerte an der Antennenanschlussdose im Downstream

TV (digital)	55 - 65 dbµV
Radio - FM	55 - 65 dbµV

Verstärker
Der Verstärker muss vorwärts einen Frequenzbereich von 85 MHz bis 1,006 GHz und einen aktiven Rückkanal von 5 bis 65 MHz haben. Es sind nur Verstärker mit dem Qualitätszeichen Klasse / Class A einzusetzen, welche über einen variablen Pegelsteller und Entzerrer im Vor- und Rückweg verfügen. Der Verstärker ist in einem Druckgussgehäuse mit guten Kühleigenschaften eingebaut.

Micro-Fiber-Node (MFN)
Bei Gebäudeanschlüssen mittels Glasfaser wird zusätzlich bzw. anstatt des Verstärkers ein MFN mit einem Frequenzbereich von 85 MHz bis 1,006 GHz eingesetzt, der im Hin- und Rückweg das optische in ein elektrisches Signal umwandelt.

Passive Verteilung
Alle passiven Abzweiger und Verteiler sollen mit F-Connector-Anschlusstechnik ausgestattet und brummentkoppelt sein. Diese Bauteile müssen Klasse / Class A nach Norm EN 50083-2/ -4 entsprechen und einen Frequenzbereich bis 1,006 GHz haben. Des Weiteren müssen die Bauteile rückkanalfähig sein.

Koaxialkabel
Das eingesetzte Koaxialkabel im Innenhausbereich sollte dreifach abgeschirmt sein. Es muss ein Schirmungsmaß >100 dB haben, Impedanz 75 Ohm. Nur Kabel mit dem Qualitätszeichen Klasse / Class A verwenden und bei der Verlegung auf die Biegeradien achten.

Multimedia-Anschlussdose
Multimedia-Anschlussdosen gibt es als Stichleitungs- und Durchgangsdosen (Anschlussdämpfung beachten). Bei Durchgangsdosen muss die letzte Dose mit einem Abschlusswiderstand von 75 Ohm abgeschlossen werden. Nur Dosen mit dem Qualitätszeichen Klasse / Class A verwenden. Die Dosen sollen im TV-Bereich einen Frequenzbereich von 85 MHz – 1,006 GHz und im Datenbereich einen Frequenzbereich von 5 MHz – 1,006 GHz haben. Diese müssen zwischen Daten- und TV-Bereich eine Entkopplung von > 40 dB haben. Es dürfen nur breitbandige und keine kanalselektiven Multimedia-Anschlussdosen eingesetzt werden.

Stecker und Verbindungen
F-Connectoren können eine Schwachstelle im Netz bilden. Aus diesem Grund ist es zwingend erforderlich, dass nur F-Connectoren in Kompressionstechnik (nicht Schraub- oder Crimptechnik) eingesetzt werden, da diese Störungen verursachen können. Alle Verbindungen in Koaxialkabeln müssen fest verschraubt und mit einem Schrumpfschlauch geschützt werden.

Wohnungsanschlüsse
Alle Wohnungsanschlusskabel sollten ungeschnitten in einer Länge vom Infrastrukturpunkt im Keller (Hausanschlussraum) bis zur Multimedia-Anschlussdose verlegt werden (Vollsternnetz). Sollten mehrere Anschlussdosen pro Wohnung geplant sein, empfiehlt es sich entweder:

A: eine ungeschnittene Leitung vom Infrastrukturpunkt im Keller bis zu einem zu installierenden Verteiler in der Wohnung zu verlegen und von dort aus jeweils ein separates Koaxialkabel (ungeschnitten) zu jeder Multimedia-Anschlussdose zu verlegen (Wohnungsstern), oder:

B: eine ungeschnittene Leitung vom Infrastrukturpunkt im Keller bis zur ersten Multimedia Anschlussdose in der Wohnung zu verlegen und von dort aus maximal zwei weitere Multimedia-Anschlussdosen (Durchgangsdosen und Stichdosen) je Wohnungszuleitung in Reihe zu installieren (Wohnungsbaum), um eine einwandfreie Versorgung mit Multimediaprodukten gewährleisten zu können.

Bei mehr als drei Anschlussdosen je Wohnung ist eine weitere Zuleitung vom Hausverteiler im Keller zur jeweiligen Wohnung erforderlich und die Aufteilung der Dosen symmetrisch vorzunehmen. Grundsätzlich ist darauf zu achten, dass diese Zuleitung vom Infrastrukturpunkt im Keller bis zur Unterverteilung („A"), bzw. zur letzten Dose („B") aufgrund von Dämpfungsverlusten des Kabels die Länge von 60 m nicht übersteigt. Die Verlegung innerhalb der Wohnungen sollte immer in einem Schutzrohr erfolgen, um Beschädigungen während der Bauphase zu vermeiden, bzw. im Störungsfall das Kabel austauschen zu können. Im gesamten Verlegebereich sind keine Nagelschellen / Kabelclipse zur Befestigung zu verwenden, da sich diese Befestigungsart aufgrund von Quetschung des Kabels nachteilig auf das Frequenzspektrum auswirkt und unter Umständen zu hohem Signalverlust innerhalb des Kabels führen kann.

Alle verlegten Kabel müssen im Keller mit der exakten Wohnungsbezeichnung dauerhaft gekennzeichnet sein (Etage, Apartment-Nr.).

Bei bereits vorhandenen Wohnungsanschlüssen, die für eine neue Verteilanlage Verwendung finden können, kann eine Verlängerung des Wohnungs-Anschlusskabels erforderlich werden. Bei Verlängerung oder Umverlegung eines vorhandenen Wohnungsanschlusses ist eine Verbindung mit 2 F-Kompressions-Steckern und einem Doppel-F-Gewindestück herzustellen, die durch einen Schrumpfschlauch dauerhaft verstärkt wird.

Dieses Dokument ist Eigentum der Volkswohnung.
Es ist stets die aktuelle Version zu nutzen.

Partner der
Immobilienwirtschaft

Alle vorhandenen Antennenkabel sollten entweder in einem vorhandenen Leerrohr oder in einem Kabelkanal installiert sein.

Auch hier gilt: auf keinen Fall Nagelschellen / Kabelclipse zur Befestigung verwenden. Ein vorhandenes Kabelnetz das so installiert wurde kann u.U. für unsere multimedialen Anwendungen nicht verwendet werden, da hier keine Garantie über eine einwandfreie Funktionalität der Dienste gegeben werden kann.

Potenzialausgleich
Alle Verstärker Eingänge und Ausgänge, sowie die Wohungsabgangleitungen müssen in den vorhandenen Potenzialausgleich der Liegenschaft eingebunden werden. Der Anschluss an den Potenzialausgleich erfolgt über vorhandene Potenzialausgleichsschienen an Blitzschutzerdern, Wasserrohren usw. Es dürfen keine Gasrohre für den Potenzialausgleich verwendet werden. Existiert für das Gebäude ein äußerer Blitzschutz ist zusätzlich in der Inhausanlage ein Überspannungsschutz gem. VDE zu installieren.

Elektrische Sicherheit
Als „Regeln der Technik" werden die in der Norm DIN EN 60728-11 (ehemalig DIN EN 50083-1) „Kabelnetze für Fernseh-, Tonsignale und interaktive Dienste -Teil 11: Sicherheitsanforderungen" entsprechend eingehalten.

Herausgeber: Stand: 03/2020

in Nordrhein-Westfalen
Vodafone NRW GmbH
Abteilung Bauträger
Aachener Str. 746-750
50933 Köln

in Hessen
Vodafone Hessen GmbH & Co. KG
Abteilung Bauträger
Aachener Str. 746-750
50933 Köln

in Baden-Württemberg
Vodafone BW GmbH
Abteilung Bauträger
Goldbühlstr. 15
78048 Villingen-Schwenningen

E-Mail: TechnischeHotline.L4-ML@unitymedia.de

Dieses Dokument ist Eigentum der Volkswohnung.
Es ist stets die aktuelle Version zu nutzen.

6.7. Wichtige Informationen zur Installation zum Vodafone-Kabel-Modem

Aufgrund seiner Abmessungen ist es nicht möglich eine Kabel Fritzbox 6591 in einen Multimedia-Verteilerschrank einzubauen. Dieses Modem ist ein nicht für die Wandmontage gedacht.

Abbildung 1



Abbildung 2



Abbildung 3



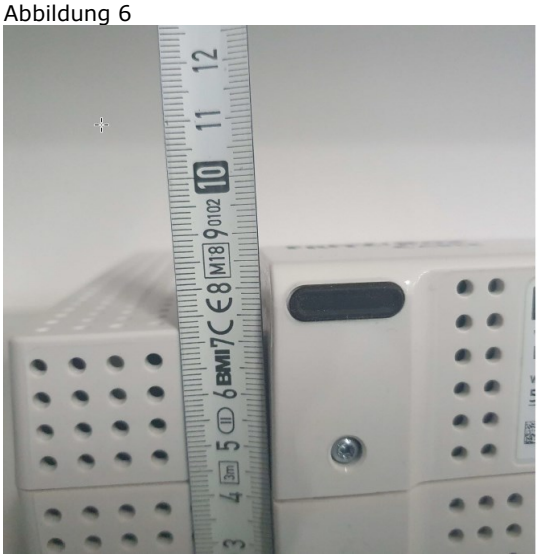
Abbildung 4



Abbildung 5



Abbildung 6



Dieses Dokument ist Eigentum der Volkswohnung.
Es ist stets die aktuelle Version zu nutzen.

6.8. Steckverbindungen für Glasfaser

Es sollen durchgehend APC Stecker verwendet werden. Diese gibt es als LC- oder SC-Stecker. Die u.g. ST-Stecker sind keine APC-Stecker und sollen nicht verwendet werden. LC-Stecker sind im Vorteil, wenn viele Stecker auf engem Raum verwendet werden.

LWL Steckertypen - Übersicht

Lichtleiterkabel können mit unterschiedlichen Steckern ausgestattet sein. In der nachfolgenden Tabelle erhalten Sie eine Übersicht über verfügbare LWL-Stecker sowie gängige LWL-Steckertypen.
Bei uns erhalten Sie fertig konfektionierte LWL Kabel mit allen unten aufgeführten Steckertypen. Mit unserem LWL Kabelkonfigurator können Sie Glasfaserkabel nach Ihren Wünschen konfigurieren.

Hier gelangen Sie zum LWL Kabelkonfigurator



LC-Stecker

Der LC-Stecker (local connector) gehört zu den gängigsten LWL Steckertypen. Auf Grund seiner geringen Bauform ermöglicht der LC-Stecker eine hohe Packungsdichte, wodurch er häufig für LWL-Switches eingesetzt wird.



SC-Stecker

SC-Stecker (subscriber connector) werden für aktuelle Neu-Installationen verwendet. Er bietet gegenüber dem LC-Stecker eine geringere Packungsdichte, zählt aber ebenfalls zu den sogenannten small-form-factor-Steckern (SFF-Stecker).



ST-Stecker

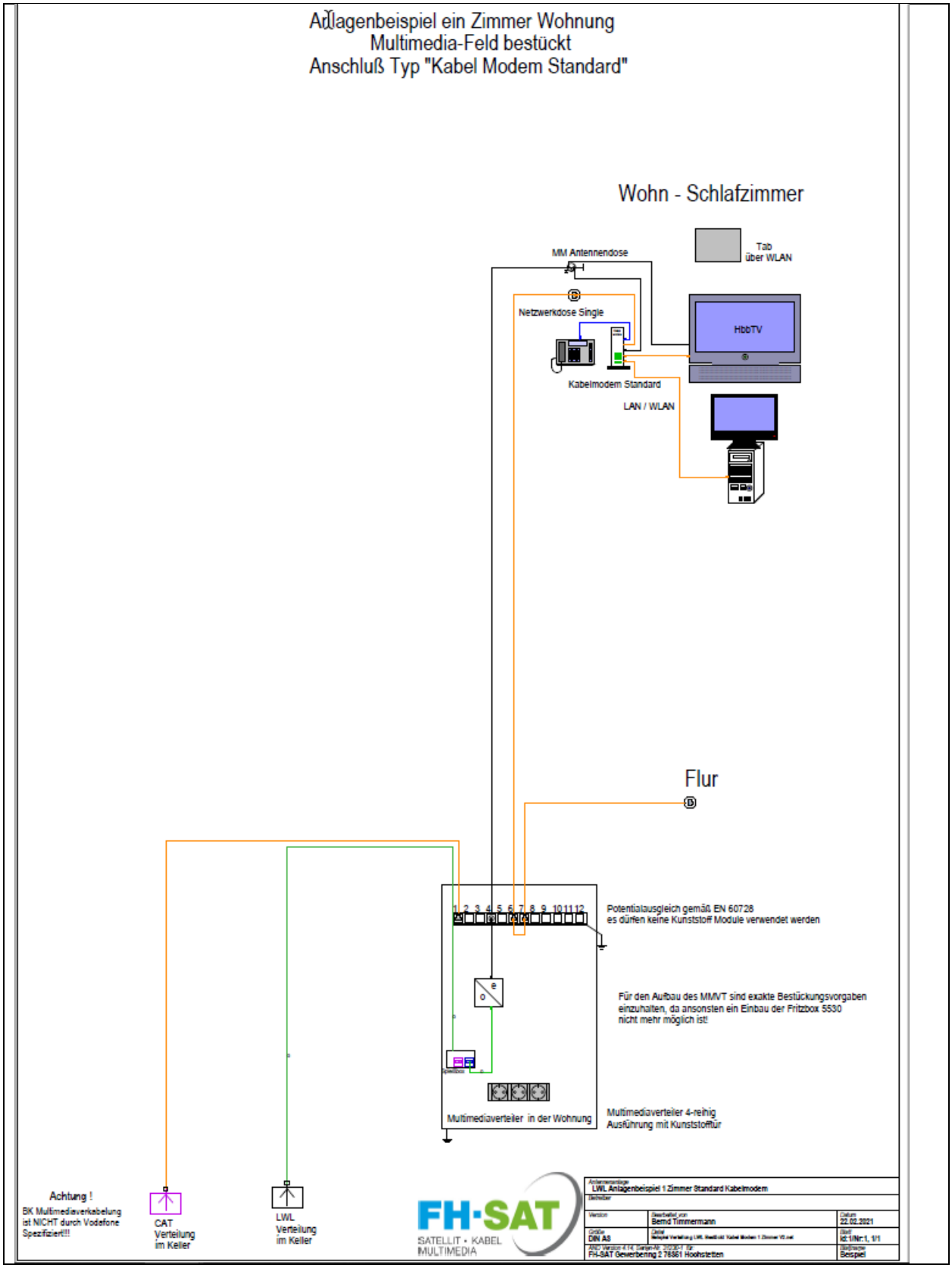
Der ST-Stecker (straight tip) stellt den gängigen Steckertyp bei älteren Installationen dar. Er wurde häufig in lokalen Netzen verwendet. Typisch für den ST-Stecker ist der Bajonettschluss, wodurch dieser auch als BFOC-Stecker (bayonet fiber optic connector) bekannt wurde.

Quelle: https://www.lichtleiterkabel.com/de/LWL-Stecker-Uebersicht.html

Dieses Dokument ist Eigentum der Volkswohnung.
Es ist stets die aktuelle Version zu nutzen.

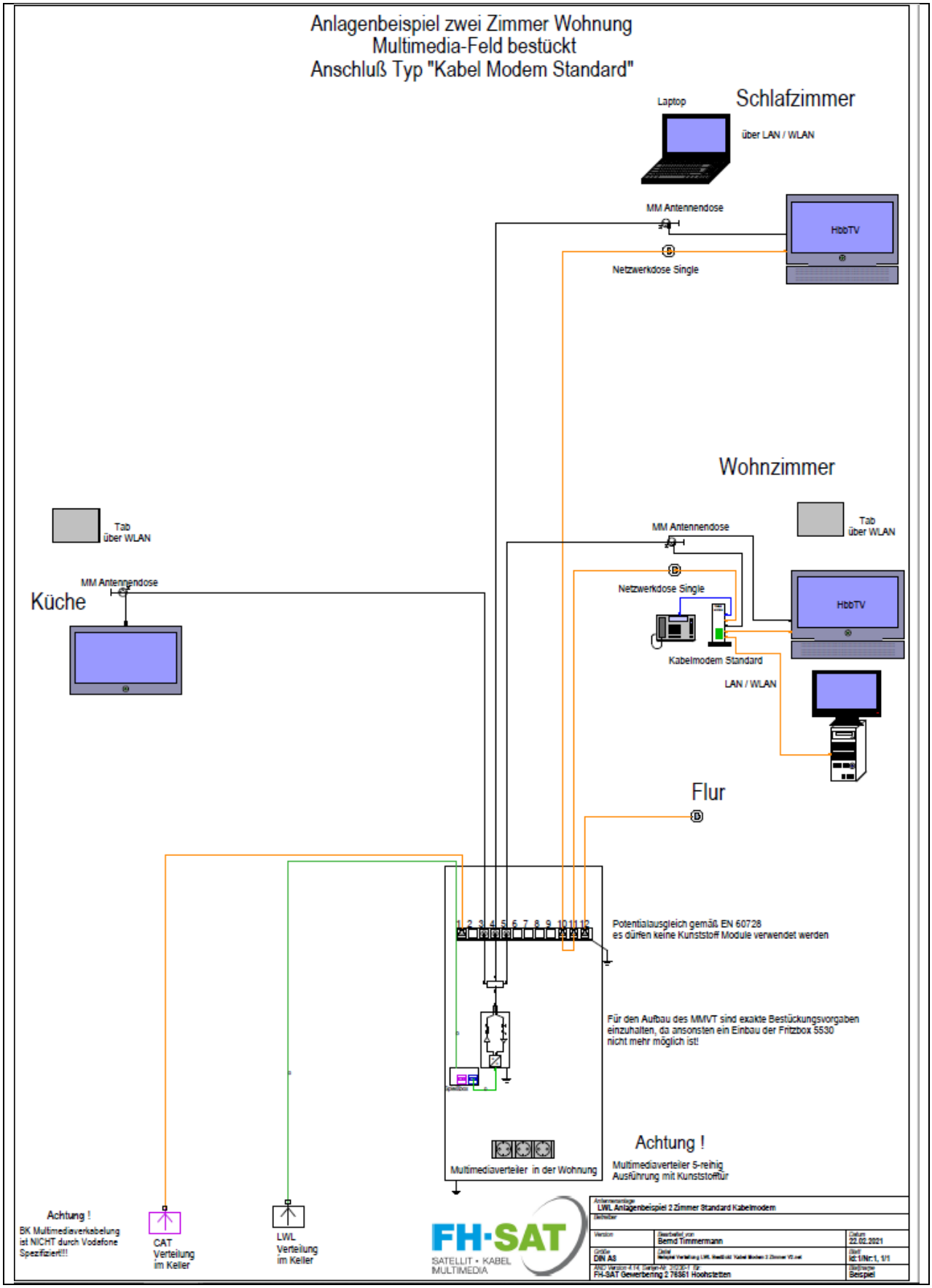
7. **Anlagenbeispiele für Internet-/Telefon im Neubau über Vodafone**

7.1. Ein-Zimmer-Wohnung im Neubau versorgt über Vodafone



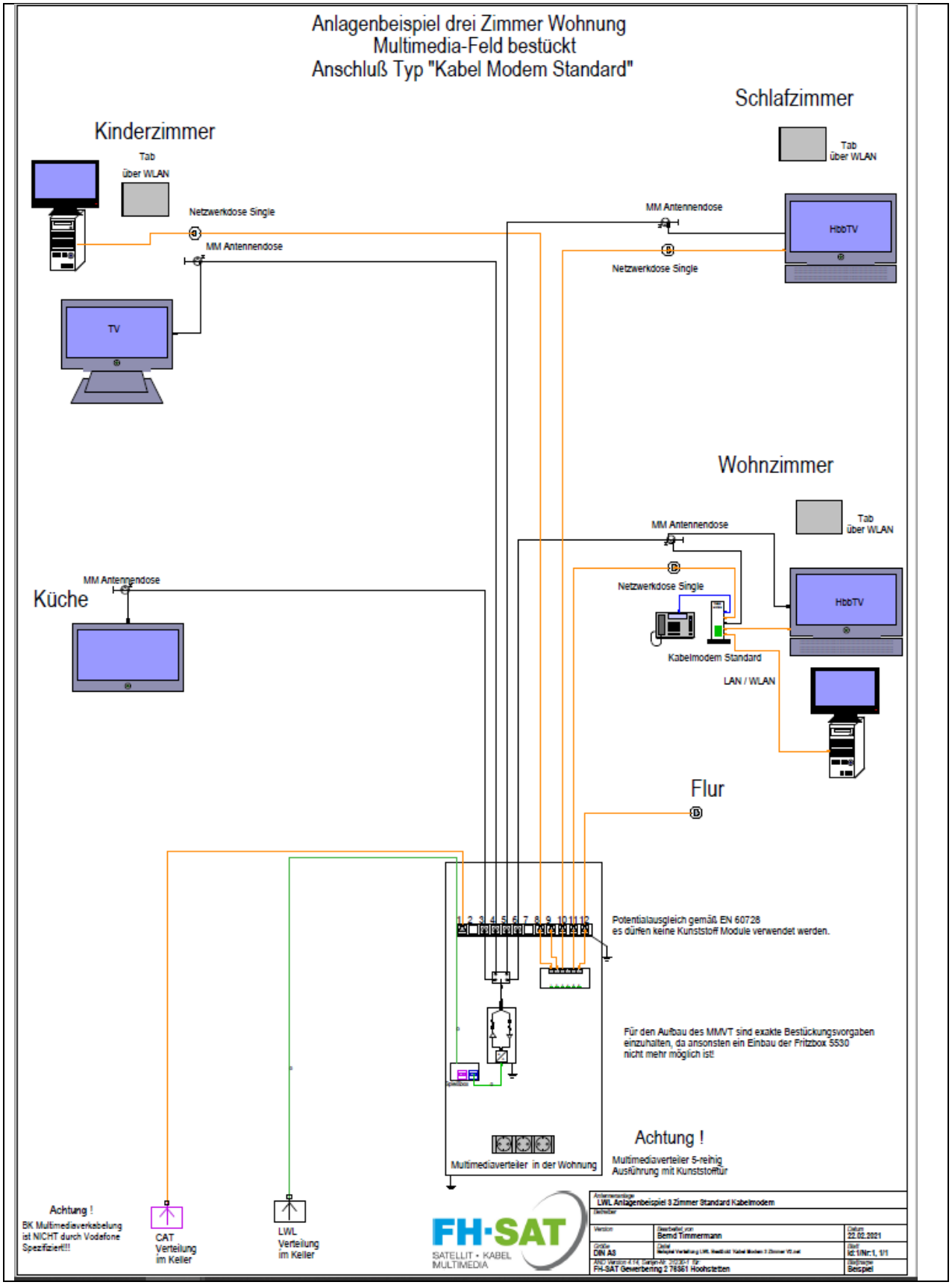
Dieses Dokument ist Eigentum der Volkswohnung.
Es ist stets die aktuelle Version zu nutzen.

7.2. Zwei-Zimmer-Wohnung im Neubau versorgt über Vodafone



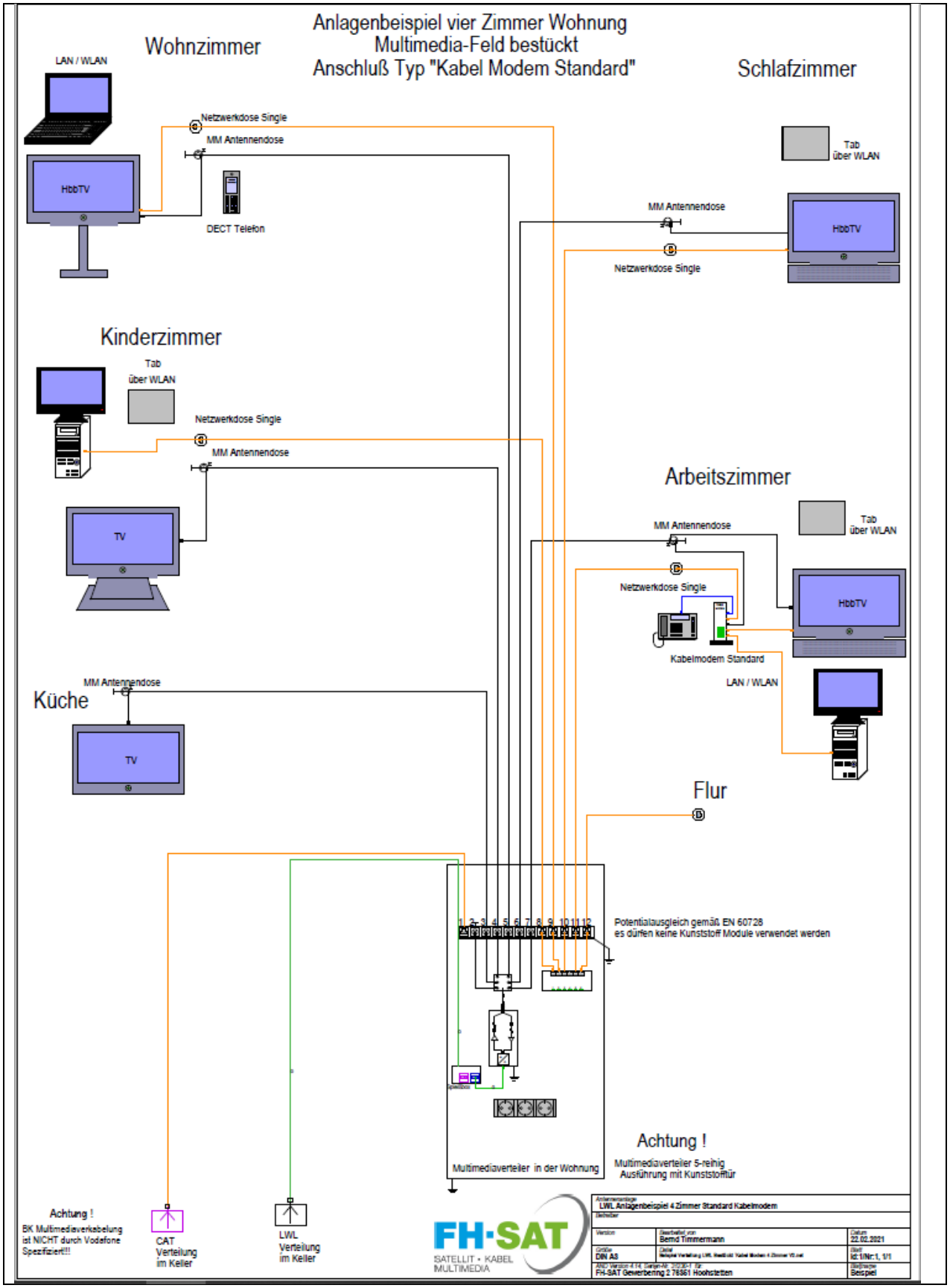
Dieses Dokument ist Eigentum der Volkswohnung.
Es ist stets die aktuelle Version zu nutzen.

7.3. Drei-Zimmer-Wohnung im Neubau versorgt über Vodafone



Dieses Dokument ist Eigentum der Volkswohnung.
Es ist stets die aktuelle Version zu nutzen.

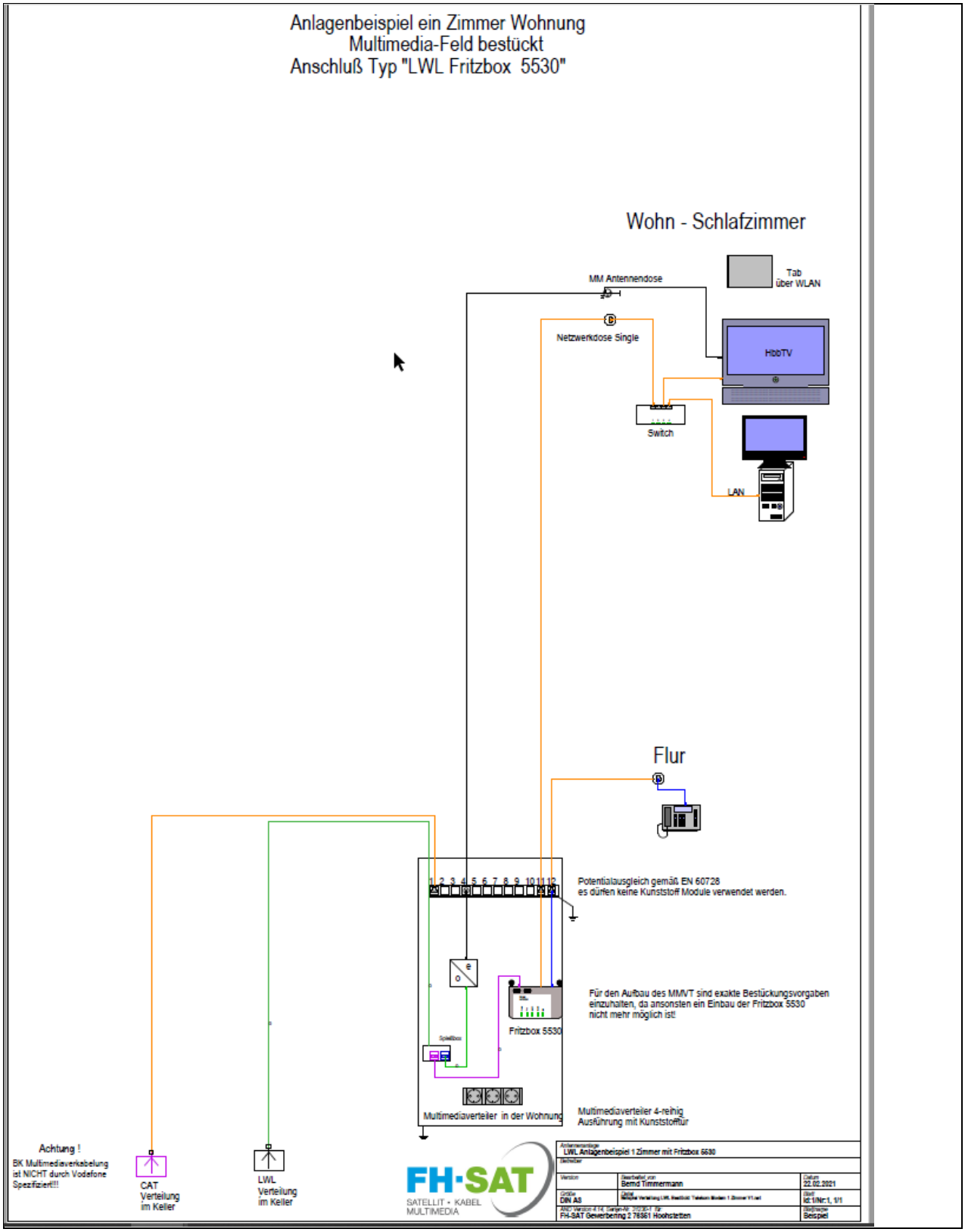
7.4. Vier-Zimmer-Wohnung im Neubau versorgt über Vodafone



Dieses Dokument ist Eigentum der Volkswohnung.
Es ist stets die aktuelle Version zu nutzen.

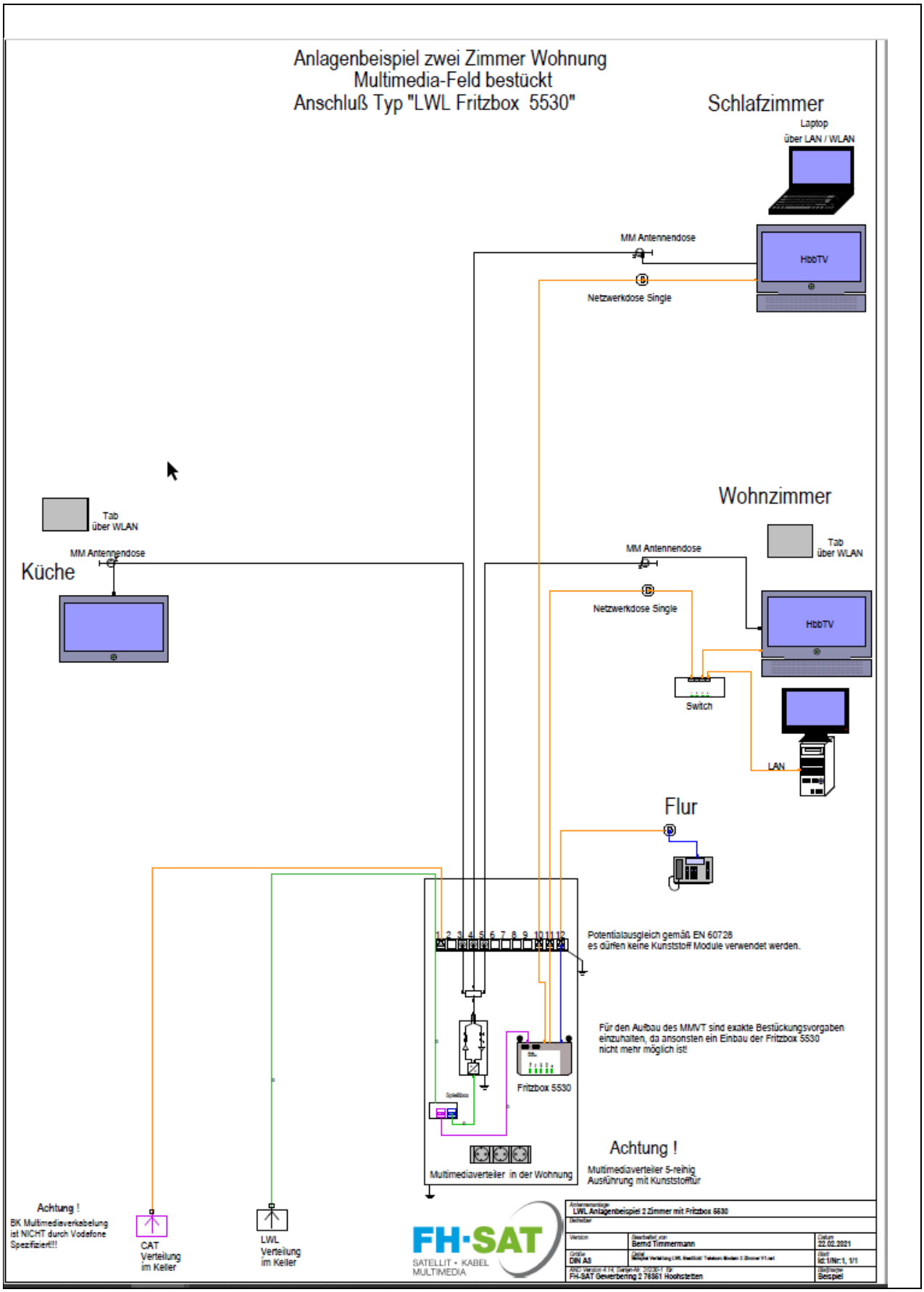
8. Anlagenbeispiele für Internet-/Telefon im Neubau über Telekom (Partner)

8.1. Ein-Zimmer-Wohnung im Neubau versorgt über Telekom



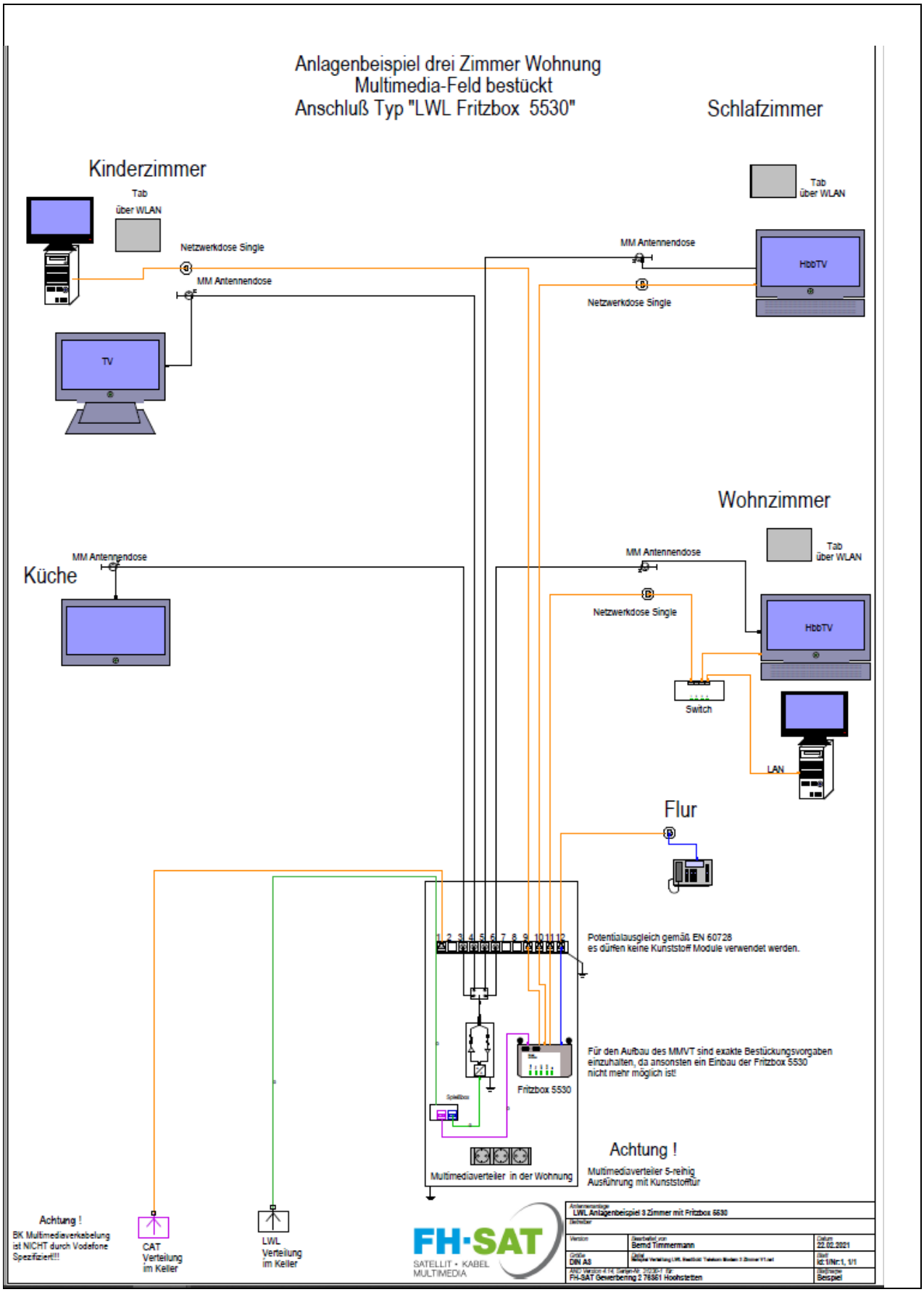
Dieses Dokument ist Eigentum der Volkswohnung.
Es ist stets die aktuelle Version zu nutzen.

8.2. Zwei-Zimmer-Wohnung im Neubau versorgt über Telekom



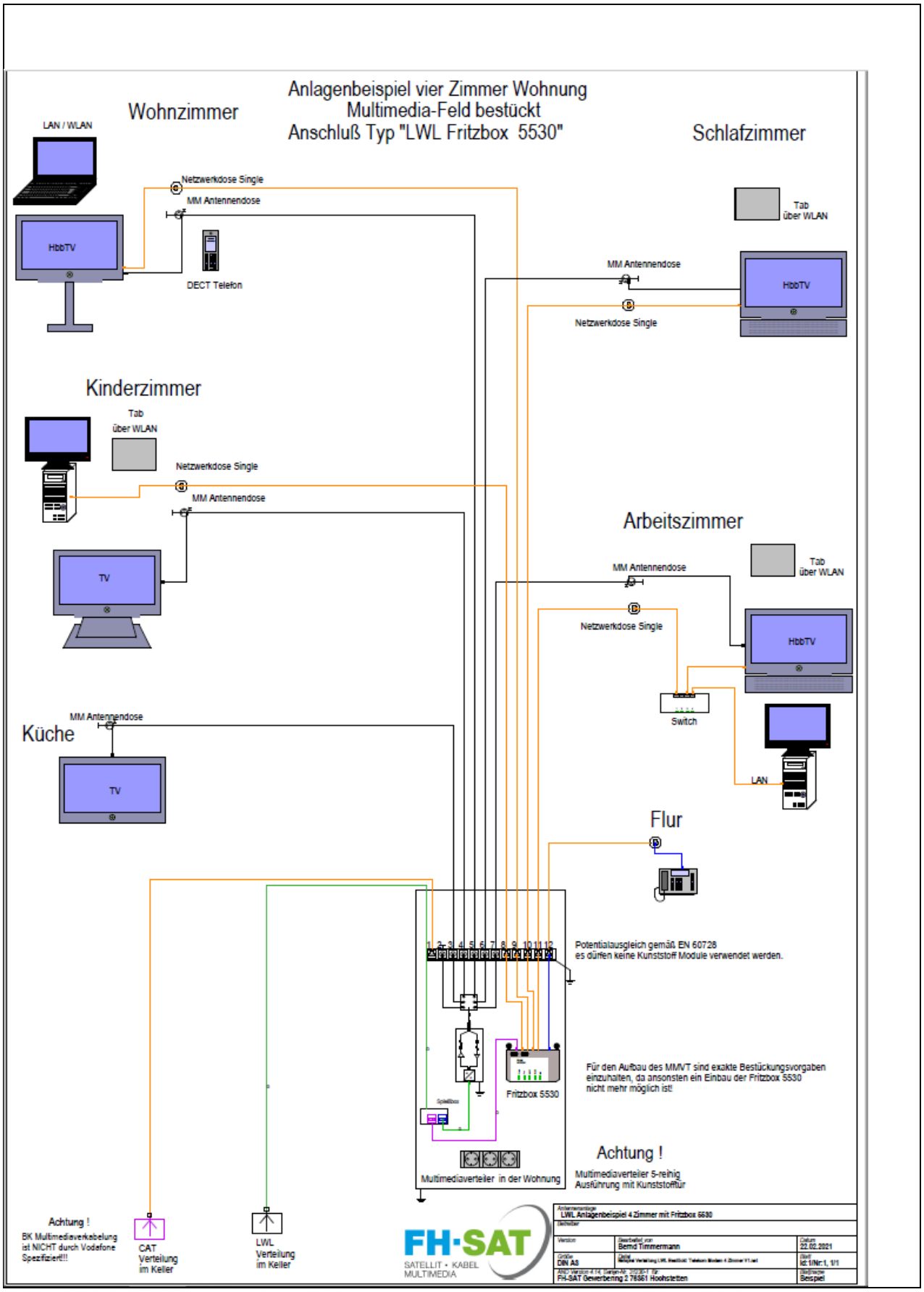
Dieses Dokument ist Eigentum der Volkswohnung.
Es ist stets die aktuelle Version zu nutzen.

8.3. Drei-Zimmer-Wohnung im Neubau versorgt über Telekom



Dieses Dokument ist Eigentum der Volkswohnung.
Es ist stets die aktuelle Version zu nutzen.

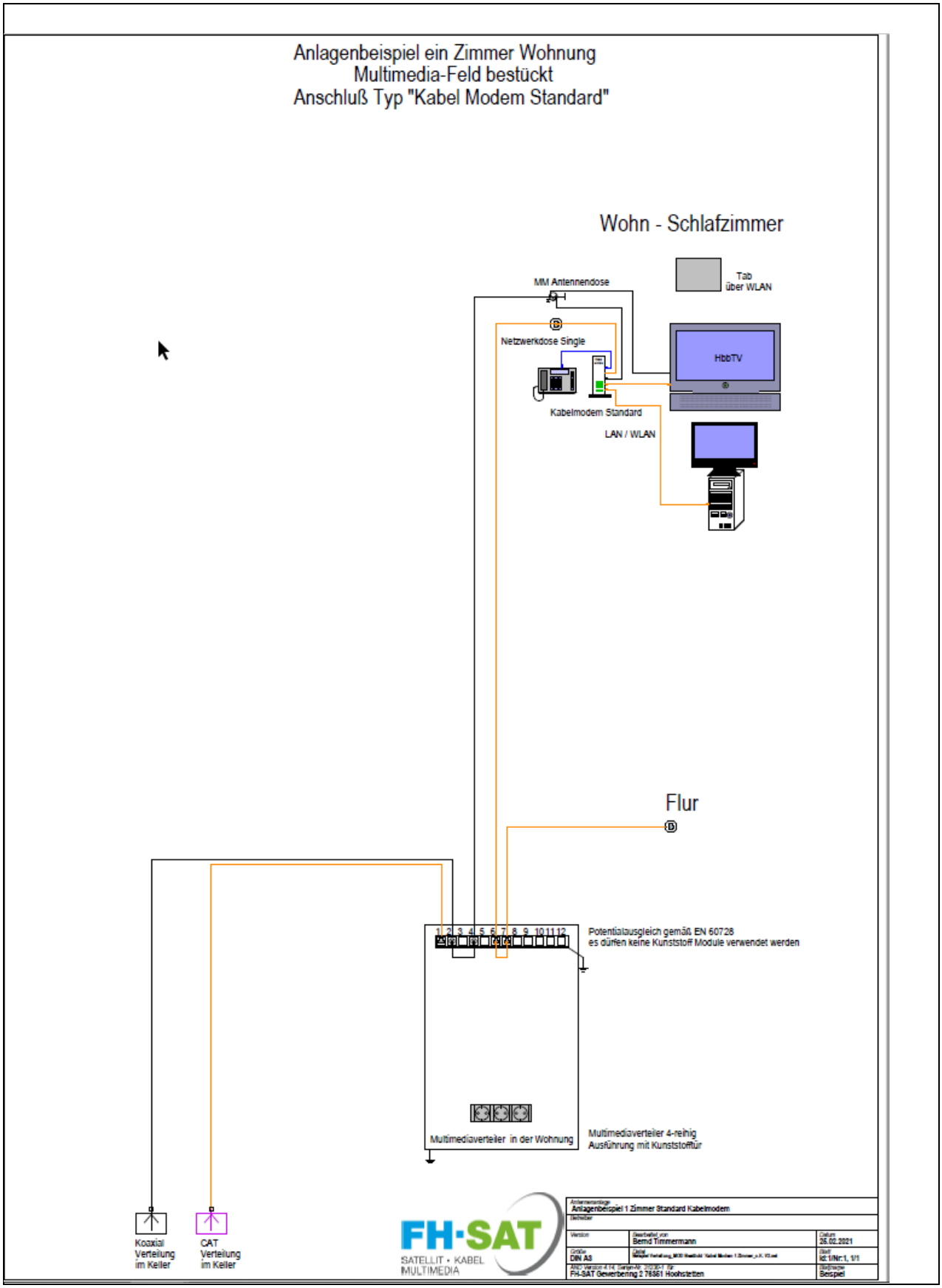
8.4. Vier-Zimmer-Wohnung im Neubau versorgt über Telekom



Dieses Dokument ist Eigentum der Volkswohnung.
Es ist stets die aktuelle Version zu nutzen.

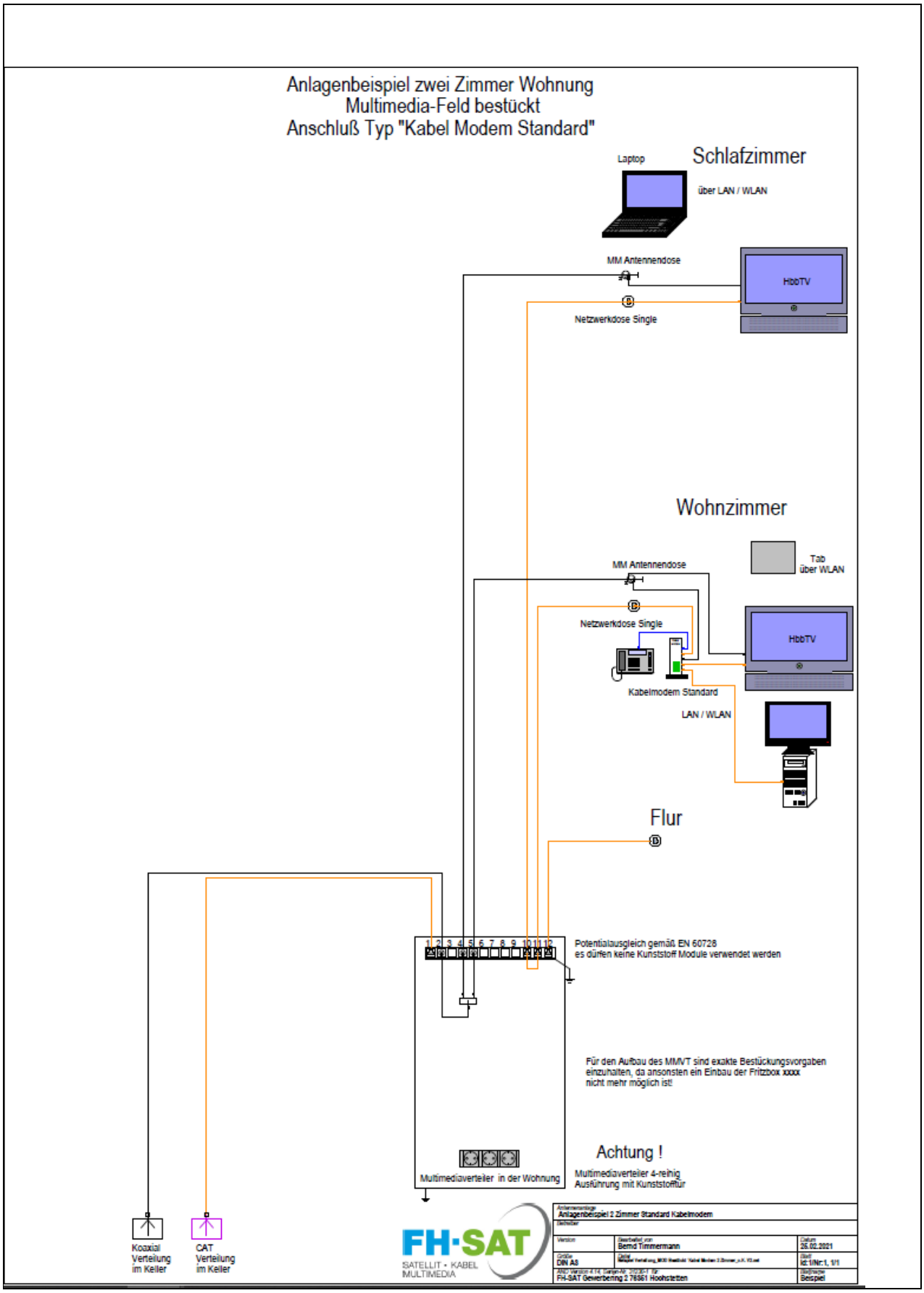
9. Anlagenbeispiele für Internet-/Telefon im Bestand versorgt über Vodafone

9.1. Ein-Zimmer-Wohnung im Bestand versorgt über Vodafone



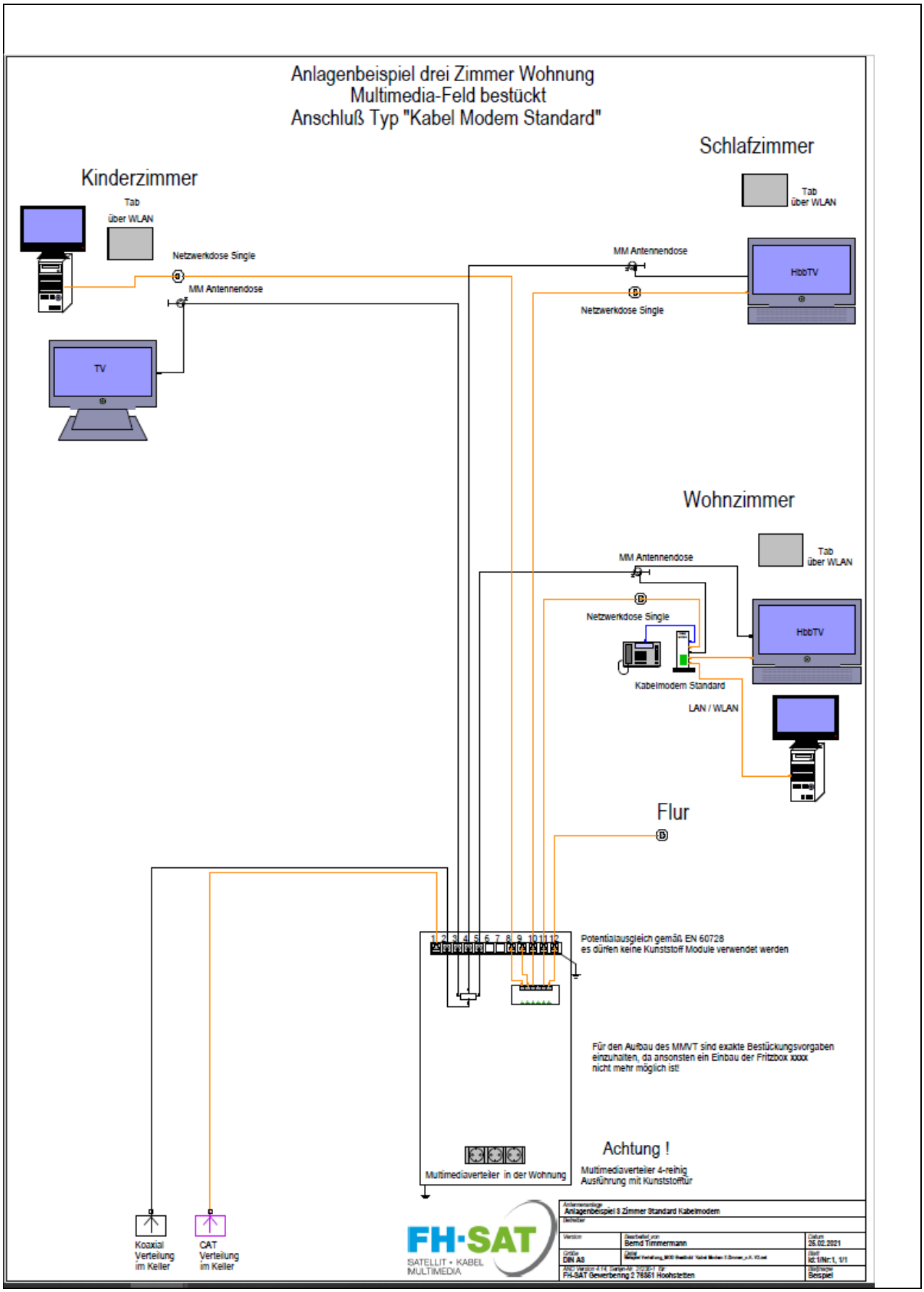
Dieses Dokument ist Eigentum der Volkswohnung.
Es ist stets die aktuelle Version zu nutzen.

9.2. Zwei-Zimmer-Wohnung im Bestand versorgt über Vodafone



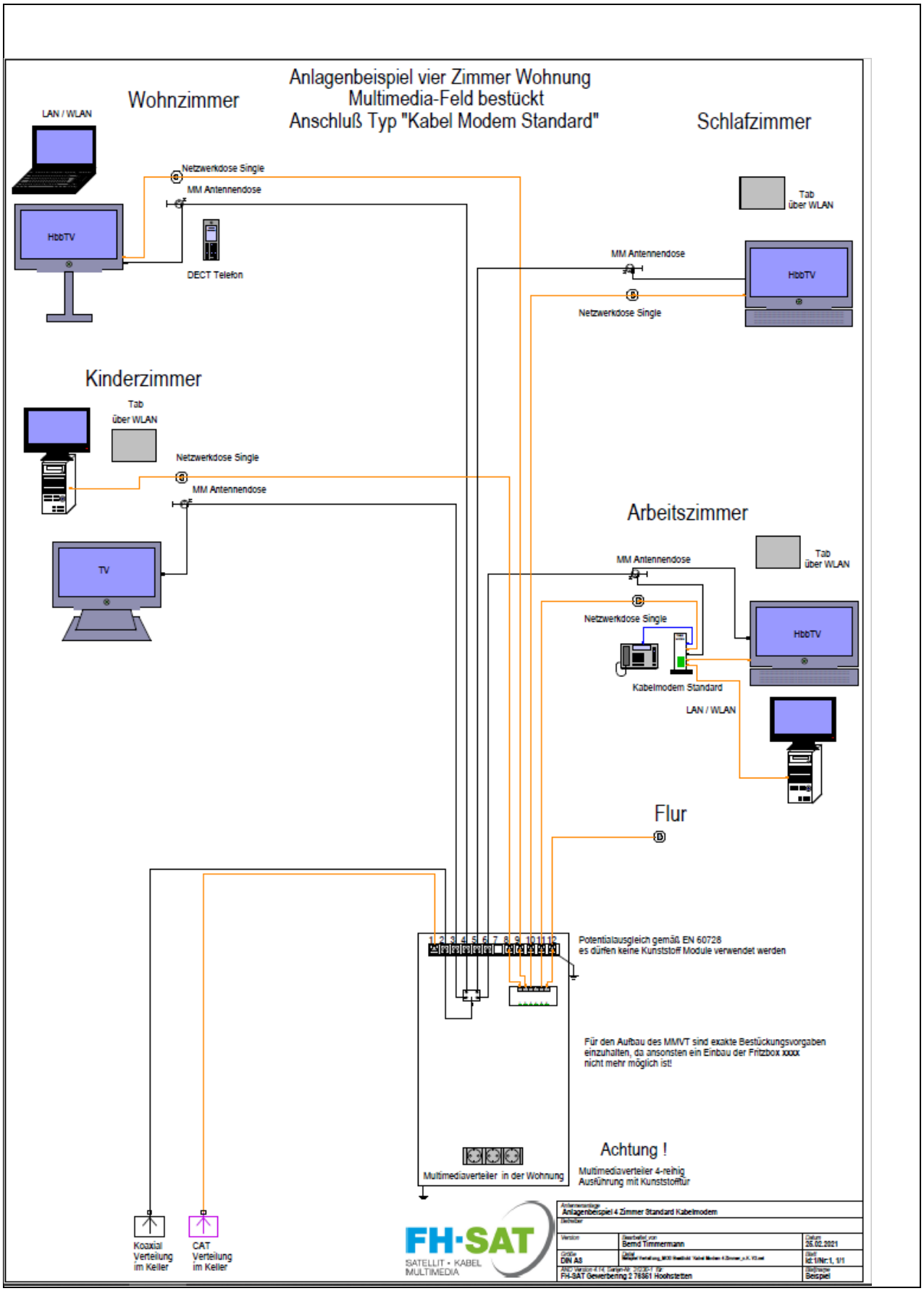
Dieses Dokument ist Eigentum der Volkswohnung.
Es ist stets die aktuelle Version zu nutzen.

9.3. Drei-Zimmer-Wohnung im Bestand versorgt über Vodafone



Dieses Dokument ist Eigentum der Volkswohnung.
Es ist stets die aktuelle Version zu nutzen.

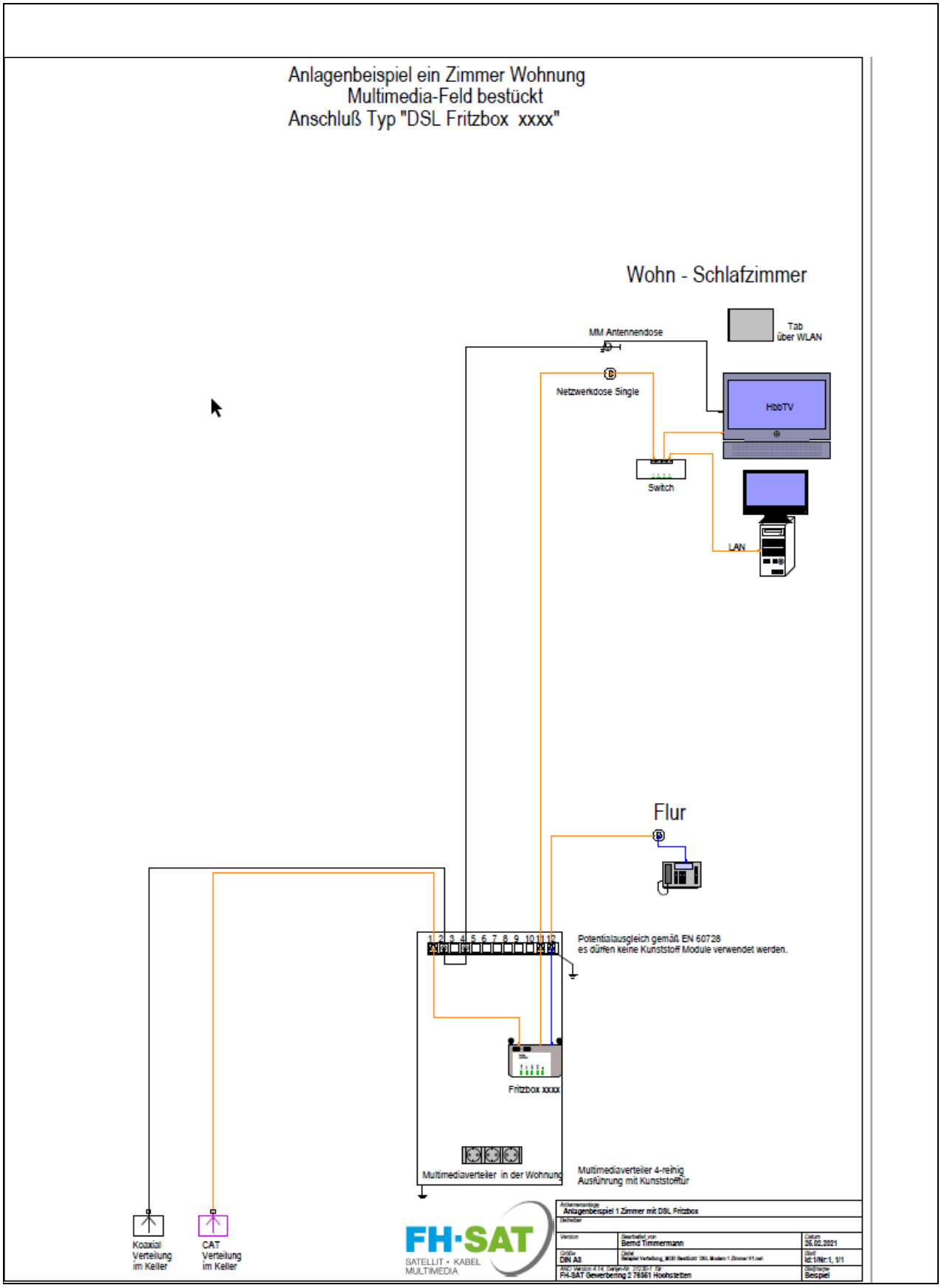
9.4. Vier-Zimmer-Wohnung im Bestand versorgt über Vodafone



Dieses Dokument ist Eigentum der Volkswohnung.
Es ist stets die aktuelle Version zu nutzen.

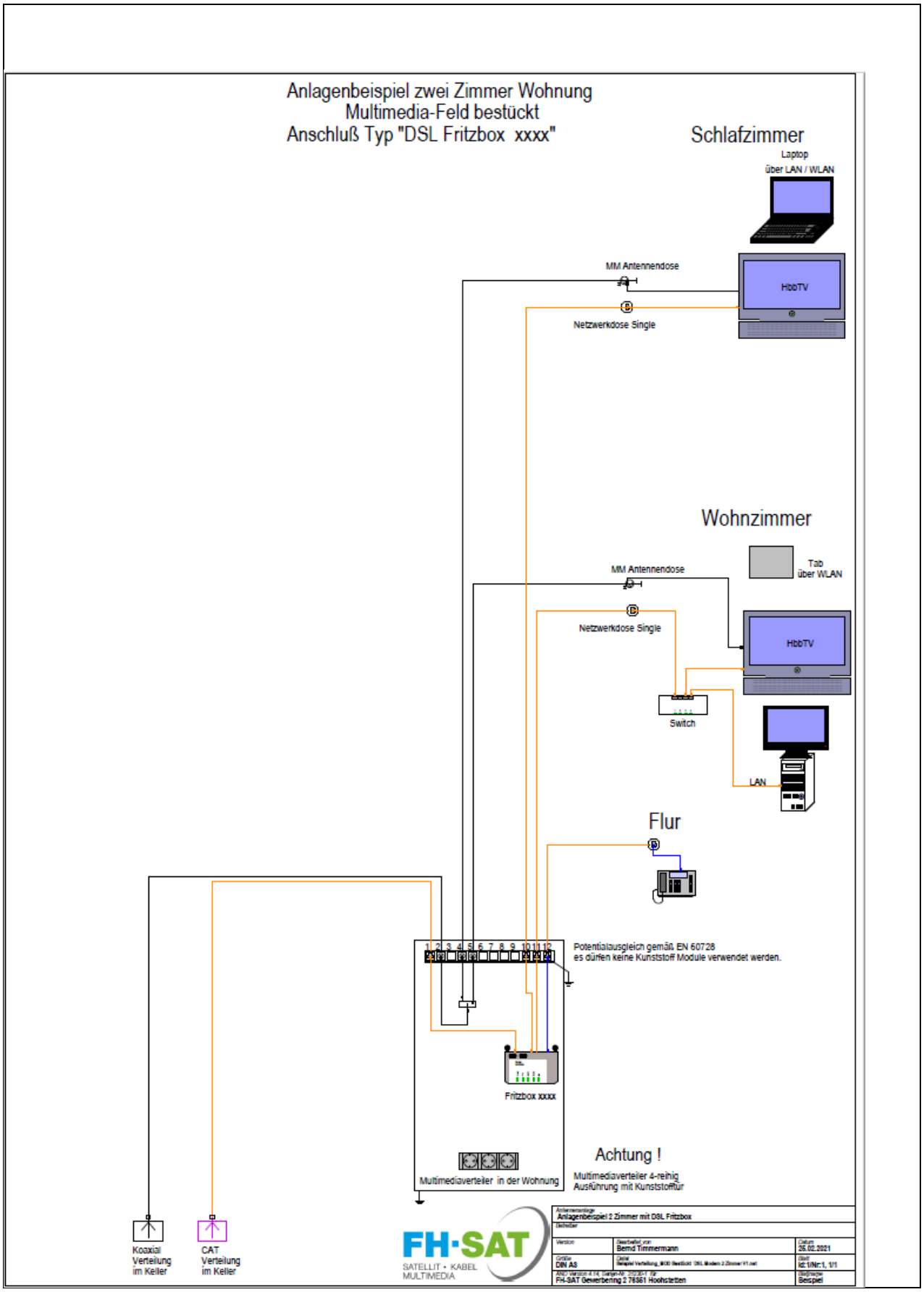
10. **Anlagenbeispiele für Internet-/Telefon im Bestand über Telekom (Partner)**

10.1. Ein-Zimmer-Wohnung im Bestand versorgt über Telekom



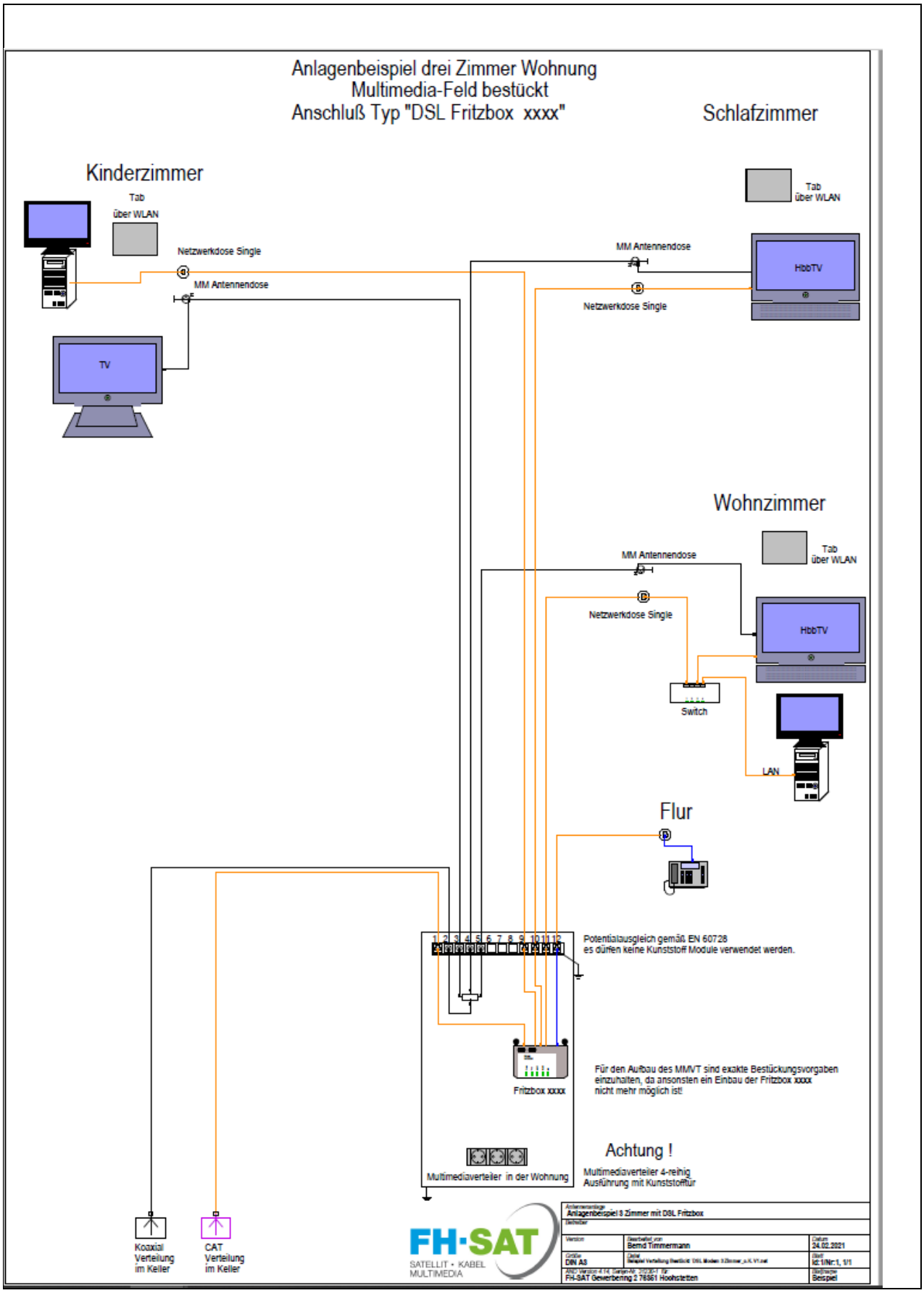
Dieses Dokument ist Eigentum der Volkswohnung.
Es ist stets die aktuelle Version zu nutzen.

10.2. Zwei-Zimmer-Wohnung im Bestand versorgt über Telekom



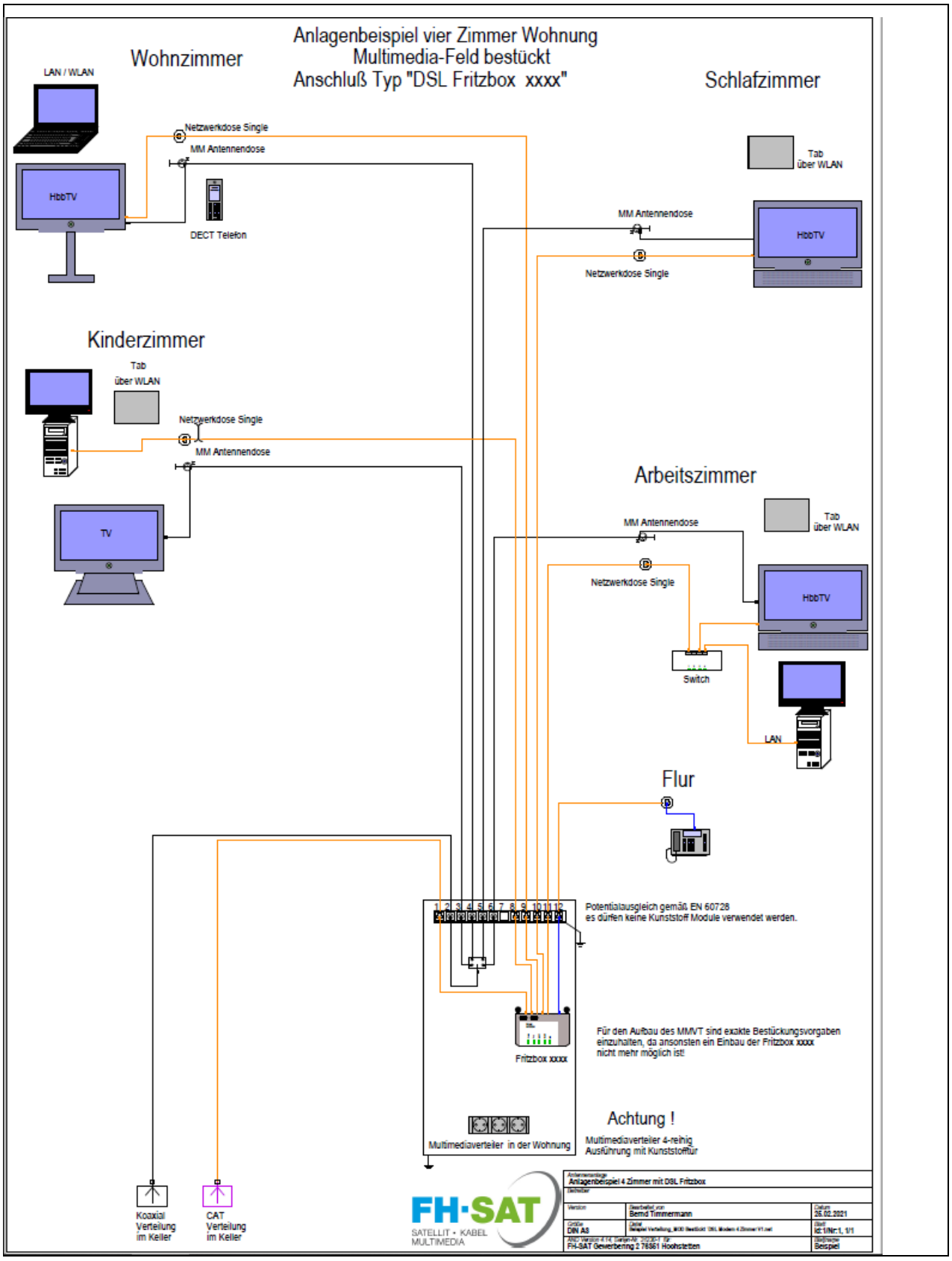
Dieses Dokument ist Eigentum der Volkswohnung.
Es ist stets die aktuelle Version zu nutzen.

10.3. Drei-Zimmer-Wohnung im Bestand versorgt über Telekom



Dieses Dokument ist Eigentum der Volkswohnung.
Es ist stets die aktuelle Version zu nutzen.

10.4. Vier-Zimmer-Wohnung im Bestand versorgt über Telekom



ENDE

Dieses Dokument ist Eigentum der Volkswohnung.
Es ist stets die aktuelle Version zu nutzen.