



Thermografie-Bericht

Objekt

Mobilfunkanlage Poststrasse 5, 9500 Wil (Swisscom Schweiz AG)

Prüfdatum

Montag, 12.10.2020, 02:45 Uhr

Prüfbedingungen

Wetter: bewölkt
Temperatur: 7.5°C
Luftfeuchtigkeit: 78%
Wind: 0 km/h

Messgerät

FLIR E60 mit Standardoptik SN: 64507671, Auswertung über FLIR-TOOLS.

Aufnahmen und Auswertung

Alex Bruggmann, Elektroniker

Inhaltsverzeichnis

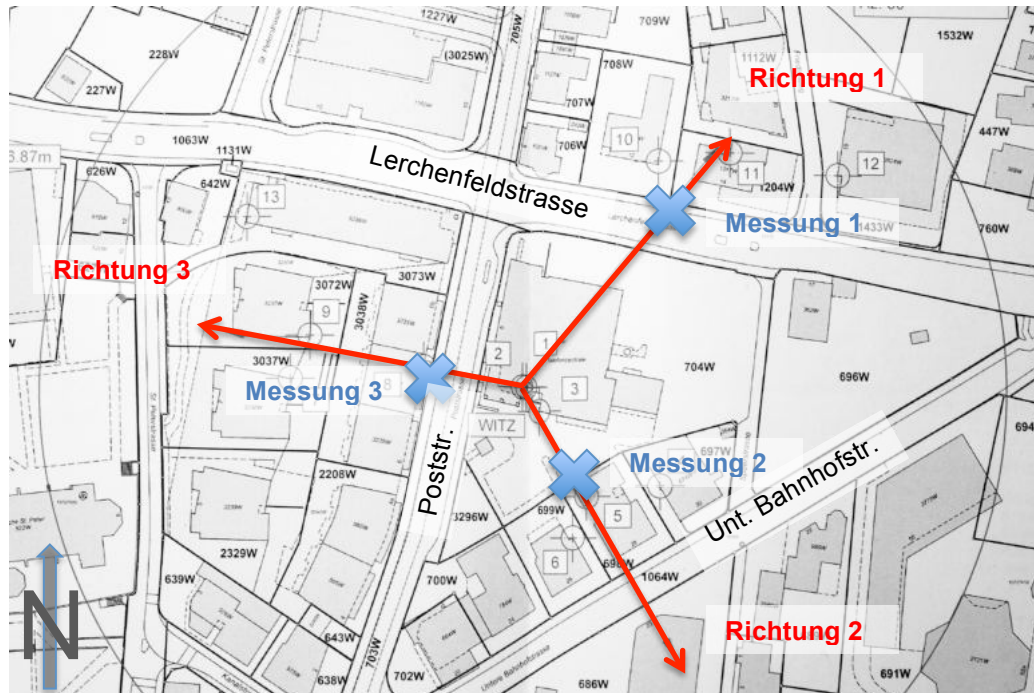
Zielsetzung	3
Situation	3
Antennenkörper.....	4
Deklarierte Sendeleistungen	5
Zeitpunkt der Messung.....	5
Messung 1, 40° Nord	6
Messung 2, 150° Nord	7
Messung 3, 280° Nord	8
Resultat	9
Vergleich der Temperaturen der unteren Antennen zu Verstärkereinheit seitlich.....	9
Interpretation	9
Leistungsaufnahme	9
Wärmeverluste	9
Zusammenfassung.....	10

Zielsetzung

Überprüfung der thermischen Verlustleistungen im Vergleich zu deklarierten Sendeleistungen der einzelnen Antennenkörper der Mobilfunksendeanlage.

Situation

Messorte und Senderichtungen



Antennenkörper

- Antennenkranz oben
 - 3 x Ericsson Multi-Band passiv Antenne; 2G / 3G / 4G (800 MHz – 2.6 GHz)
- Antennenkranz unten
 - 3 x Ericsson 64-Kanal MIMO aktiv Antenne; 5G (3.4 – 3.8 GHz)
- Verstärkereinheiten für oberen Antennenkranz
 - 9 x Ericsson TMA (Tower mounted Amplifier)

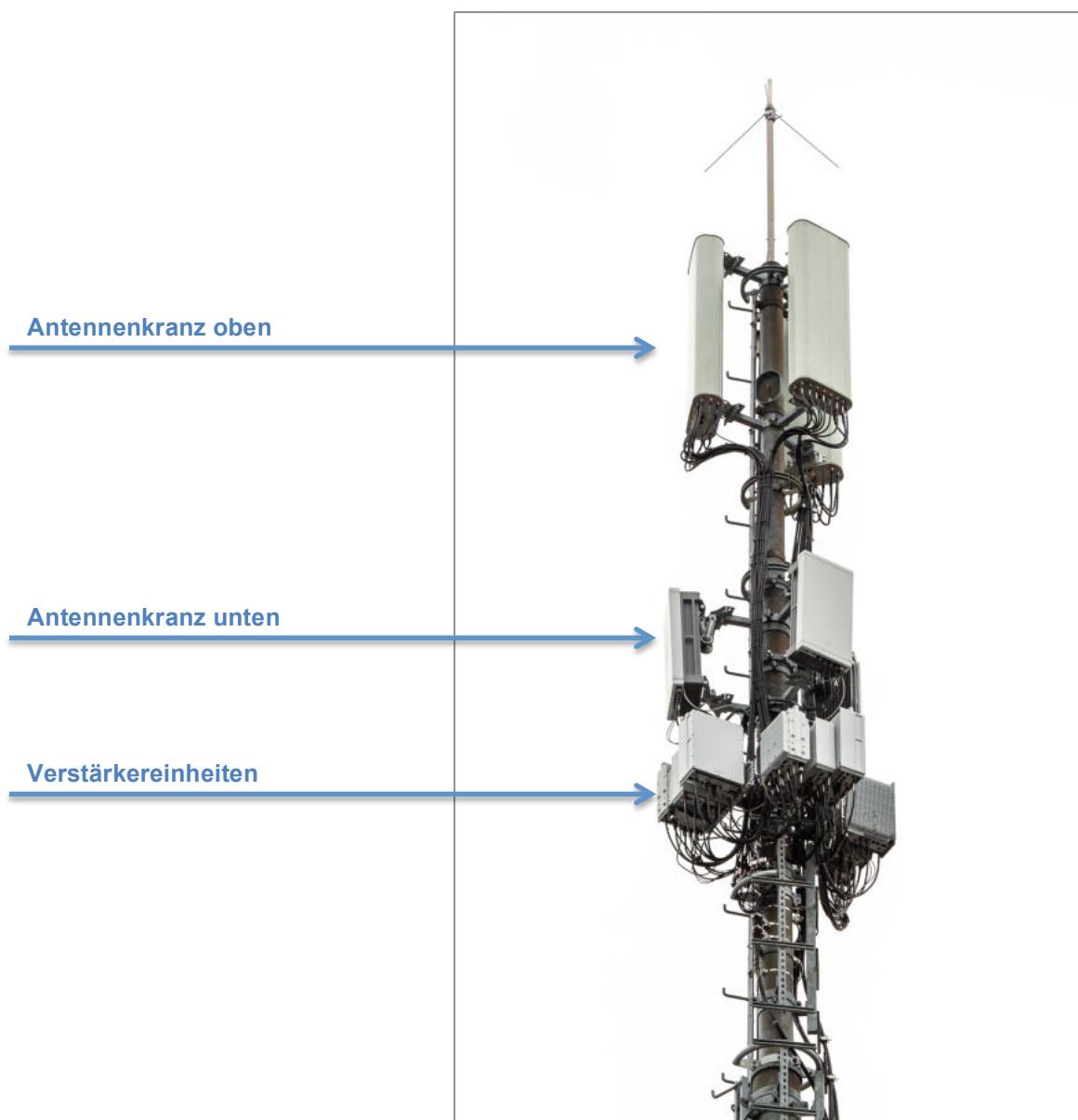


Bild: Antenne Poststrasse 5, 9500 Wil, 12.10.2020

Deklarierte Sendeleistungen

Situation und Leistungen gemäss Standortdatenblatt Swisscom, Station WITZ Revision 1.74, 1.4.2019 (aktuell):

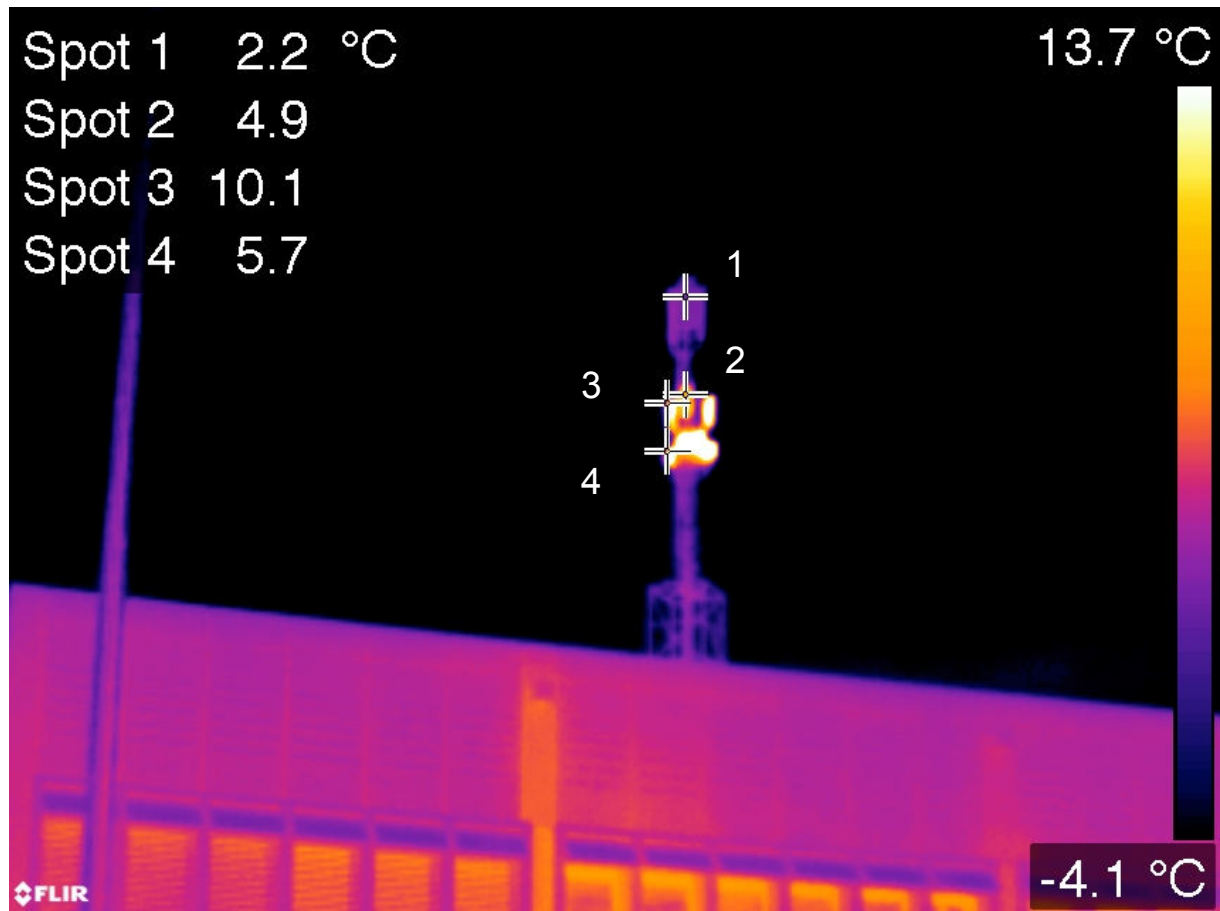
- Senderichtung 1, 40° Nord
 - Mehrband-Antenne oben: 3150 W_{erp}
 - MIMO-Antenne (5G) unten: 500 W_{erp}
- Senderichtung 2, 150° Nord
 - Oben: 3150 W_{erp}
 - Unten: 355 W_{erp}
- Senderichtung 3, 280° Nord
 - Oben : 3150 W_{erp}
 - Unten: 450 W_{erp}

Total: 10,755 kW effektive Sendeleistung an diesem Mobilfunkstandort, gemäss Datenblatt Swisscom.

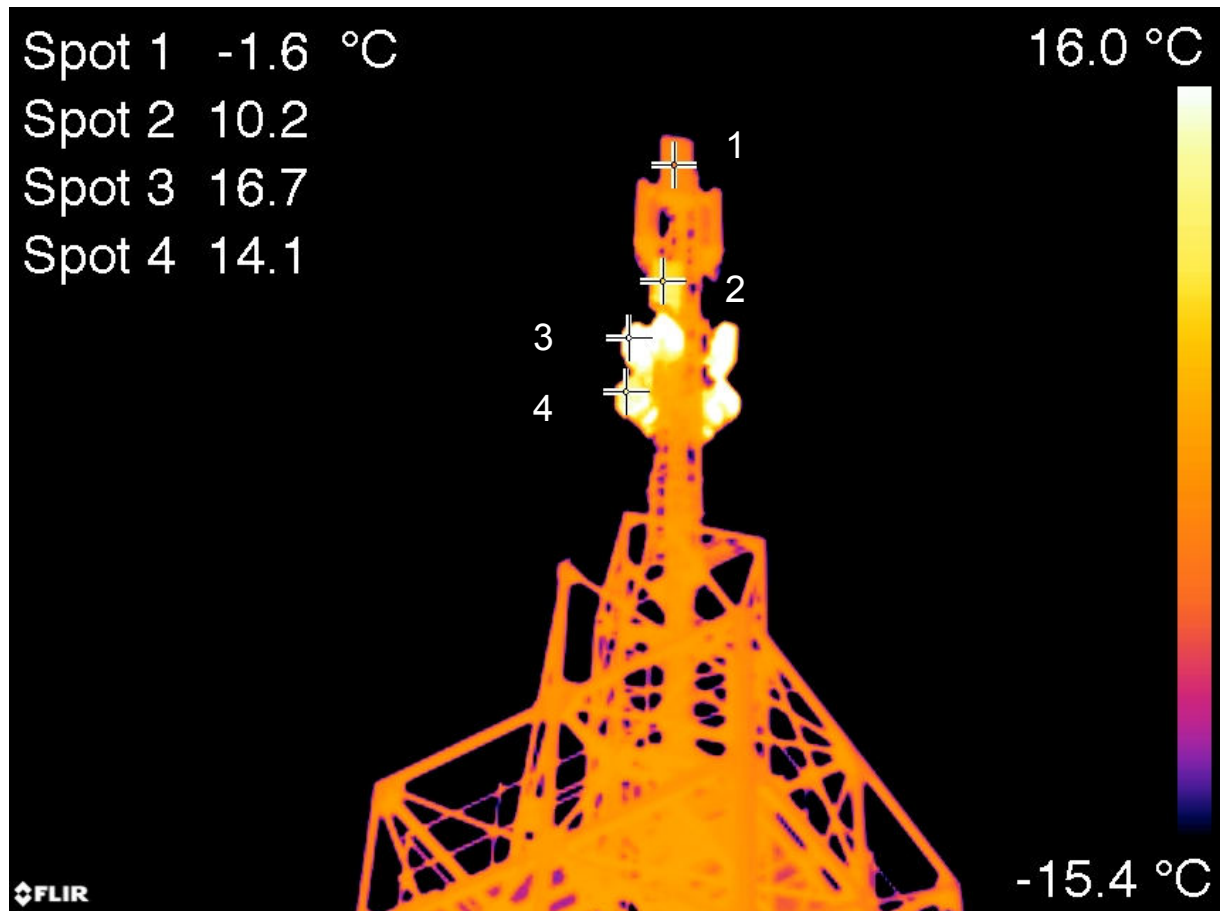
Zeitpunkt der Messung

Durch den Umstand, das in der Schweiz zum aktuellen Zeitpunkt lediglich ca. 2% aller Mobilfunkteilnehmenden über ein 5G-fähiges Endgerät verfügen und die Messung um 2:45 Uhr nachts, an einem Montagmorgen durchgeführt wurde, kann davon ausgegangen werden, dass sich sowohl die Antennenkörper im oberen Kranz für 2 – 4G, als auch die adaptiven Antennen unten (5G) überwiegend im Leerlauf befinden und nur ein Pilotsignal senden.

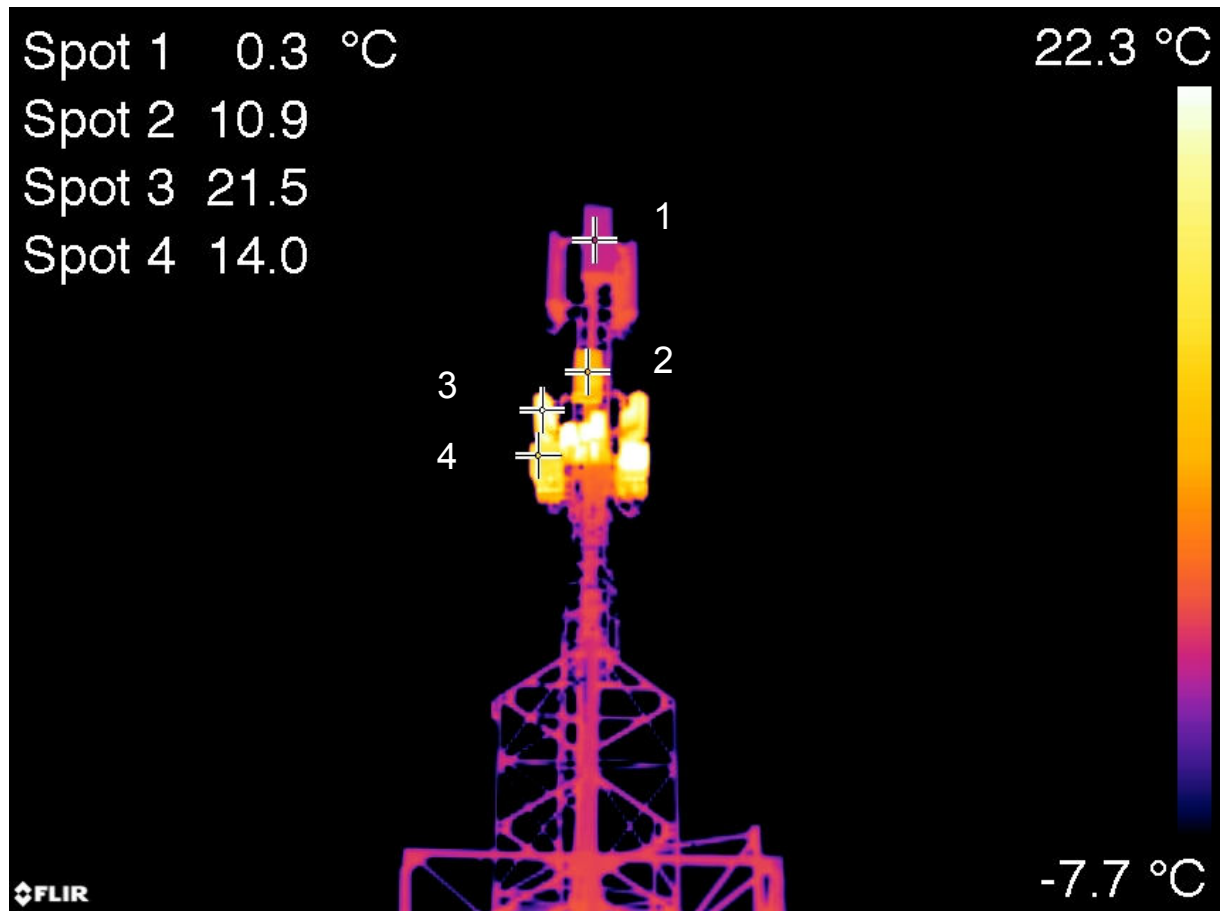
Da die Abwärme langsam über die Antennengehäuse abgeleitet wird, verfälschen auch kurzzeitige Mobilfunknutzungen zu diesem Zeitpunkt die Temperaturmessungen nicht merklich.

Messung 1, 40° Nord**Bemerkungen:**

- Messpunkt Spot 1, Antenne oben, Senderichtung 1
- Messpunkt Spot 2, Antenne unten, Senderichtung 1
- Messpunkt Spot 3, Antenne unten, seitlich, Senderichtung 2
- Messpunkt Spot 4, Verstärker-Einheit, seitlich, Senderichtung 2

Messung 2, 150° Nord**Bemerkungen:**

- Messpunkt Spot 1, Antenne oben, Senderichtung 2
- Messpunkt Spot 2, Antenne unten, Senderichtung 2
- Messpunkt Spot 3, Antenne unten, seitlich, Senderichtung 3
- Messpunkt Spot 4, Verstärker-Einheit, seitlich, Senderichtung 3

Messung 3, 280° Nord**Bemerkungen:**

- Messpunkt Spot 1, Antenne oben, Senderichtung 3
- Messpunkt Spot 2, Antenne unten, Senderichtung 3
- Messpunkt Spot 3, Antenne unten, seitlich, Senderichtung 1
- Messpunkt Spot 4, Verstärker-Einheit, seitlich, Senderichtung 1

Resultat

Die Oberflächentemperaturen sind bei allen Antennenkörpern unten (5G) höher, im Vergleich zu den externen Verstärkerboxen (TMA) für den oberen Antennenkranz.

Vergleich der Temperaturen der unteren Antennen zu Verstärkereinheit seitlich

	Richtung 1 (500 W _{erp})	Richtung 2 (355 W _{erp})	Richtung 3 (450 W _{erp})
Antenne unten Messpunkt 3	21.5	10.1	16.7
Ext. Verstärker Messpunkt 4	14.0	5.7	14.1
Differenz (Δt)	7.5	4.4	2.6

Hinweis:

Die Temperaturwerte sind stets relativ und nicht absolut in °C zu betrachten, da die Temperatur an der Kamera nicht eingemessen wurde. Die deklarierten Leistungsunterschiede in der Legende, beziehen sich auf den unteren Antennenkranz (5G).

Interpretation

Grundsätzlich sind im Abstrahlbereich keine durch nichtionisierende Strahlung verursachten thermischen Verluste zu erwarten.

Leistungsaufnahme

Die Stromversorgungseinheiten von Ericsson für die Signalaufbereitung und Vorverstärkung sind bei dieser Produkteserie für 20kW ausgelegt, wobei die Komponenten wahrscheinlich für 3 MIMO-Antennen ausgelegt sind (360° horizontal abgedeckt). Dabei steht letztlich nur ein Teil dieser Energiemenge als Sendeleistung zur Verfügung.

Gemäss Datenblatt Swisscom, liegt zwischen 40° Nord und 150° Nord, unten ein Leistungsunterschied von 355W und 500W in der deklarierten Sendeleistung vor, was knapp 30% bedeutet. Entsprechend wären hier auch Unterschiede bei der thermischen Verlustleistung denkbar. Die niedrige Auflösung des Wärmebildes, verbunden mit dem entfernten Messstandort, verunmöglichen eine Aussage in diesem Bezug.

ΔT beträgt zwischen dem oberen und unteren Antennenkranz im Abstrahlbereich der HF-Sender im Schnitt 8.4 °C. Im Gegensatz zum oberen Antennenkranz, sind die unteren MIMO-Antennen aktiv, wodurch in diesem Bezug keine verwertbare Aussage gemacht werden kann. Die maximale Leistungsaufnahme der aktiven Antennen, ergibt sich aus der empfohlenen Absicherung der Stromzuführung aus dem Datenblatt. Diese beträgt 40 Ampère bei einer nominalen Betriebsspannung von -48 V_{DC}, was einer maximalen Leistung von 1920 Watt pro Modul entspricht.

Wärmeverluste

Es ist denkbar, dass die HF-Leistungstransistoren auch im Leerlauf hohe Verluste generieren. Auf der Gehäuserückseite sind grosse Kühlrippen vorhanden, was darauf hindeutet. Die MIMO-Antennen im unteren Kranz verfügen lediglich über eine passive Kühlung mittels Luftstrom. Möglicherweise erwärmt sich das Gehäuse durch die ungenügende Ableitung des Wärmestroms auch auf der Vorderseite.

Da die oberen Antennen passiv sind, werden diese Sendeleistungen in 3 separaten Endverstärkern jeweils verstärkt. Diese sind im Wärmebild zuunterst auf dem Mast gut

erkennbar und zeigen ebenfalls hohe Temperaturen im Vergleich zu den oberen Antennenkörpern.

Bei der Erzeugung dieser Sendeleistungen entstehen auch hier thermische Verlustleistungen, welche über die Gehäuse der Antennen abgeleitet werden.

Da als Bagatelländerung getarnt, alle Antennenkörper im Oktober 2019 getauscht wurden, kann davon ausgegangen werden, dass alle Komponenten auf dem gleichen Stand der Technik sind.

Mit einem HF-Messgerät konnten im Bereich 3.4 – 3.8 GHz im Zeitraum der Thermografie keine auffälligen Spitzenwerte in der Sendeleistung beobachtet werden. Da kein Frequenzanalyzer zur Verfügung steht, sind auch keine Messwerte zu den abgestrahlten Sendeleistungen in den einzelnen Sendekanälen vorhanden und entsprechend keine Aussagen dazu möglich.

Zusammenfassung

Im Leerlauf zeigen die adaptiven 5G-Antennen relativ hohe Temperaturen, die mit grosser Wahrscheinlichkeit auf Wärmeverluste zurückzuführen sind.

Abschliessend lässt sich folgende Aussage über die thermischen Verluste im Vergleich zu deklarierten Sendeleistungen der einzelnen Antennenkörper machen:

Die oberen, passiven Antennen haben über 7x mehr Sendeleistung im Vergleich, laut Standortdatenblatt. Bei 7x mehr Sendeleistung sind deutlich höhere Verlustleistungen, und daraus resultierend, höhere Oberflächentemperaturen zu erwarten. Dies ist aber bei den Verstärkern für den oberen Kranz (2G - 4G) nicht der Fall.

Dies zeigt, dass die neuen adaptiven 5G-Antennen im Vergleich zu den bisherigen Mobilfunktechnologien 2G - 4G im oberen Antennenkranz, viel Verlustwärme abstrahlen. Und dies bereits im Leerlauf, sprich ohne aktive Mobilfunkteilnehmer im 5G-Netz.

Die Verstärkerboxen (TMA) für die passiven Antennen, welche zuunterst auf dem Mast montiert sind, weisen bei allen drei Messorten, niedrigere Temperaturwerte auf: Durchschnitt $\Delta T = 4.8^\circ\text{C}$.

Natürlich werden die 5G-Antennen auch durch die Wärmekonvektion der untenliegenden TMA's zusätzlich leicht erwärmt. Die Verstärkereinheiten für den oberen Kranz sind zwar pro Antenne in 3 Gehäuse aufgeteilt und haben damit eine grössere Oberfläche, sprich können also grössere Wärmeströme ableiten, dennoch wäre eine höhere Temperaturabstrahlung im Vergleich zu erwarten.

Es wird sichtbar, dass die 5G-Technologie bereits im Leerlauf verhältnismässig viel Energie verheizt. Ob die benötigte Primärenergie höher ist, als bei den bisherigen Mobilfunktechnologien zusammengezogen (obere Antenne), lässt sich nur vermuten. Ein Einblick auf die monatlich bezogenen Strommengen im Jahr 2019 und 2020 könnte Aufschluss darüber geben.