

POTENTIALANALYSE PHOTOVOLTAIKANLAGEN AN GEBÄUDEN UND FREIFLÄCHEN IM MALBUN

PHASE 1

BERGBAHNEN/FREMDBAUTEN/FREIFLÄCHEN



Version 1.0, 23. August 2023



Impressum

Auftraggeber Ministerium für Inneres, Wirtschaft und Umwelt
Vertreten durch Regierungschef-Stellvertreterin Sabine Monauni
Peter-Kaiser-Platz 1
Postfach 684
LI-9490
Vaduz
Liechtenstein

Auftragnehmer Lenum AG
Gewerbeweg 15
LI-9490 Vaduz
www.lenum.com

Verteiler Auftraggeber

Version 1.0, 23. August 2023

Verfasser Gerwin Frick
Ulrich Feistenauer

Dateiname pv165_be_230823_PV_Alpin_Ph1_Gebäude.docx





1. ZUSAMMENFASSUNG	4
2. AUSGANGSLAGE	5
2.1 Auftrag und Grundlagen	5
2.2 PV-Anlagen / Systeme	7
3. WICHTIGE PUNKTE FÜR AUSLEGUNG	15
3.1 Grundlage für Photovoltaikanalyse	15
3.2 Konstruktiver Zustand der Dächer	15
3.3 Statik	15
3.4 AC-Installation	15
3.5 Kostenschätzung	15
3.6 Förderungen	16
3.7 Thermische Sanierung	16
3.8 Arbeitssicherheit, Seilsicherung	16
4. LEISTUNG UND ERTRAG	17
4.1 Anlagenauslegung	17
4.2 Auslegung Netzanschluss	18
5. KOSTENSCHÄTZUNG	19
6. WIRTSCHAFTLICHKEITSBERECHNUNG	22
7. UMSETZUNGSEMPFEHLUNG	24
7.1 Potentialauswertung	24
7.2 Empfehlung	27
7.3 Einordnung Photovoltaikpotential	28
8. BERECHNUNGEN WIRTSCHAFTLICHKEIT	29
9. ANHANG BELEGUNGSPLÄNE	30



1. ZUSAMMENFASSUNG

Die Photovoltaikstudie über diverse Gebäude und Freiflächen / Parkplätzen im Alpengebiet von Malbun hat das Ziel das Solarstrompotential dieser Objekte und Flächen zu ermitteln. Über Luftbilder und Planunterlagen wurden eine Leistungs- und Solarertragsberechnung erstellt, die allgemeine Machbarkeit geprüft und die Kosten geschätzt. Bei den Gebäuden der Bergbahnen ergänzt eine detaillierte Wirtschaftlichkeitsberechnung die Studie.

Wir empfehlen die kurzfristige detaillierte Prüfung und eventuelle Umsetzung der Photovoltaikanlagen an folgenden Standorten (Zuordnung siehe hinten):

- 10 – Parkhaus (ITW Balzers)
- 15 – Jugendhaus (Land Liechtenstein)
- 20 – JUFA Hotel (JUFA Hotels)
- 42 – Parkplatz 2 (Gemeinde Triesenberg)

Diese Anlagen erzielen sehr hohe Solarerträge, bzw. können über deren Lebensdauer wirtschaftlich betrieben werden.

Zusätzlich können folgende Anlagen ebenfalls für eine genauere Prüfung empfohlen werden (Zuordnung siehe hinten):

- 01 – Schneeflucht (Bergbahnen Malbun)
- 02a – Lift Hohegg - Talstation (Bergbahnen Malbun)
- 03a – Lift Täli - Talstation (Bergbahnen Malbun)
- 03b – Lift Täli - Bergstation (Bergbahnen Malbun)
- 04a – Lift Sareis - Talstation (Bergbahnen Malbun)
- 04c – Restaurant Sareis (Bergbahnen Malbun)
- 05 – Restaurant Malbi Hort (Bergbahnen Malbun)
- 11 – Heizwerk (Heizwerk Malbun)
- 12 – Schluchertreff (Gemeinde Triesenberg)
- 42 – Parkplatz 3 (Gemeinde Triesenberg)
- 43 – Parkplatz 4 (Gemeinde Triesenberg)
- 45 – Parkplatz 6 (Gemeinde Triesenberg)
- 46 – Parkplatz 7 (Gemeinde Triesenberg)
- 47 – Eislaufplatz Schluchertreff (Gemeinde Triesenberg)

Diese Anlagen sind etwas weniger wirtschaftlich, bzw. haben geringere Solarerträge, können aber trotzdem uneingeschränkt empfohlen werden.



2. AUSGANGSLAGE

2.1 Auftrag und Grundlagen

Die Firma Lenum AG wurde beauftragt eine Machbarkeitsstudie für Photovoltaikanlagen auf den Liegenschaften der Bergbahnen Malbun und weiteren (teil-) öffentlichen Gebäuden (im Bericht als „Gebäude extern“ bezeichnet) zu erstellen.

Folgende Gebäude wurden in der Studie betrachtet:

Gebäude Bergbahnen:

- 01 - Schneeflucht (Restaurant, Betriebsgebäude)
- 02a - Lift Hohegg – Talstation
- 02b - Lift Hohegg – Bergstation
- 03a - Lift Täli – Talstation
- 03b - Lift Täli – Bergstation
- 04a - Lift Sareis – Talstation
- 04b - Lift Sareis – Bergstation
- 04c - Restaurant Sareis
- 05 - Restaurant Malbi Hort

Gebäude extern:

- 10 - Parkhaus
- 11 - Heizwerk
- 12 - Schluchertreff
- 13 - Skibrücke Schneeflucht
- 14 - Altes Liftgebäude Täli
- 15 - Jugendhaus (inkl. Verwaltungsgebäude)
- 16 - Kalberstall
- 17 - Turnastall
- 18a - Untere Alpe Pradamee
- 18b - Obere Alpe Pradamee
- 19 - Stachlerstall
- 20 - JUFA Hotel
- 21 - altes Jugendheim (2 Gebäude)

Als Grundlage zur Ermittlung der nutzbaren Flächen dienten Luftbilder und. Anhand dieser Unterlagen wurde eine erste Anlagenauslegung erstellt, um das Photovoltaikpotential zu ermitteln.

Die Anlagendimensionierungen sind die Grundlage für die Kostenschätzungen. Zusätzlich wurde bei den Photovoltaikanlagen der Bergbahngebäude eine Wirtschaftlichkeitsberechnung erstellt. Bei allen Objekten erfolgten Abklärungen zu Netzanschluss, Elektroinstallation.



Um eine Photovoltaikanlage auf ein Dach zu bauen, sollte die Dachfläche in technisch gutem Zustand sein. Sofern eine vorgängige thermische Sanierung, eine neue Dacheindeckung oder andere Umbauten notwendig sind, ist es empfehlenswert zuerst diese Sanierungsmaßnahmen durchzuführen. Der Zustand der belegbaren Flächen wurde über das Architekturbüro Pitbau definiert.

Bei den meisten nutzbaren Dachflächen handelt es sich um geneigte Ziegel- oder Eternitdächer bzw. Flachdächer mit bituminöser Abdichtung und Eindeckung in Kies oder Erdreich.

Zusätzlich umfasste der Auftrag eine Potentialstudie bei Lawinenverbauungen und kleineren Freiflächen, bzw. Parkplätzen:

Lawinenverbauungen:

- 30 - Lawinenverbauung Sareis
- 31 - Lawinenverbauung Hahnenspiel

Freiflächen und Parkplätze:

- 32 - Freiflächenanlage Sareis
- 40 - Parkplatz 1 (hinter Schluchertreff)
- 41 - Parkplatz 2 (vor Heizwerk)
- 42 - Parkplatz 3 (bei JUFA Hotel, Parkplatz lang)
- 43 - Parkplatz 4 (hinter Heizwerk)
- 44 - Parkplatz 5 (bei JUFA Hotel, Parkplatz quadratisch)
- 45 - Parkplatz 6 (an Malbunstrasse)
- 46 - Parkplatz 7 (Schneeflucht)
- 47 - Eislaufplatz Schluchertreff

Bei Lawinenverbauungen gibt es kaum gebaute Referenzen. Um hier eine fundierte Aussage zu möglichen Erweiterungen mit Photovoltaikmodulen zu machen, wäre eine umfassende Analyse der bestehenden Konstruktion notwendig. Im Konzept wurde deshalb eine einfache Leistungs- und Ertragsabschätzung erarbeitet. Aufgrund mangelnder Referenzen und Grundlagen wurden bei den Lawinenverbauungen keine Kosten geschätzt. Gem. Auskunft LKW wäre auch die elektrische Anbindung problematisch. Zudem sind die bestehenden Verbauungen teilweise stark bewaldet.

Bei kleineren Freiflächenanlagen können klassische Carportsysteme mit Photovoltaikbelegung verwendet werden. Diese sind in der Regel recht teuer. Bei grösseren Flächen wurden im Konzept bewegliche Photovoltaiksysteme (z.B.: DHP Technologies) für die Auslegung hergenommen. Diese haben den Vorteil, dass die Module bei Schneefall oder Sturm eingefahren



werden können, weiter ist hier der Preis aufgrund der Grösse deutlich interessanter als bei Carportsystemen.

Ziel dieser Studie ist die Erstellung eines Photovoltaikkonzeptes mit folgenden Inhalten:

- Ertrags und Leistungsberechnungen zu möglichen PV-Anlagen
- Kostenschätzung (ohne Lawinenverbauungen)
- Wirtschaftlichkeitsberechnung (nur Gebäude Bergbahnen)
- Aussagen zur Machbarkeit der PV-Anlagen
- Umsetzungsempfehlung und Prioritätenliste

2.2 PV-Anlagen / Systeme

Photovoltaikanlagen bestehen primär aus Photovoltaikmodulen, welche über eine Unterkonstruktion an Gebäuden oder Objekten angebracht, bzw. auf Flachdächer aufgestellt werden. Die Solarstrommodule erzeugen Gleichstrom, welcher über einen Wechselrichter in Wechselstrom gewandelt wird. Dieser Strom kann dann entweder direkt genutzt oder ins öffentliche Stromnetz gespeist werden.

Folgende Photovoltaiksysteme können zum Einsatz kommen, bzw. wurden für die Auslegung der Anlagen verwendet:

Flachdachsysteme auf Kieseindeckung

Standardsystem für Flachdächer. Die Module können entweder mit einer einheitlichen Ausrichtung (idealerweise Süd) und Zwischenabstand montiert werden, oder als Rücken-an-Rücken System mit oder ohne Zwischenabstände gestellt werden. Die Zwischengänge dienen primär der Wartung der Anlage und Dächer.



Flachdachsystem Standard auf eine Seite ausgerichtet; dieses System wird nicht mehr oft angewendet, da die Abstände zwischen den Modulreihen zu einer ineffizienten Gesamtbelegung führen



Flachdachsystem Rücken-an-Rücken mit Gängen; dies ist die gängigste Variante bei Flachdachsystemen; aufgrund der guten aerodynamischen Eigenschaften ist die statische Beschwerung in der Regel gering

Flachdachsysteme auf extensiver Dachbegrünung

Diese Variante wäre das ökologische Maximum bei Flachdachsystemen. Anlagen dieses Typs müssen sehr sorgfältig geplant werden, um den Unterhalt der Dachflächen gering zu halten. Es werden in der Regel höher aufgeständerte Systeme verwendet. Dadurch sind die Module besser belüftet, bzw. kann die Dachbegrünung bis zu ca. 30cm wachsen, ohne dass es zu Verschattungen der Module kommt.

Auch bei der Ansicht von extensiver Begrünung (in der Regel bodennahe Bepflanzung) können Samen aus der Umgebung zu stark wuchernden Gewächsen führen. Die höhere Aufständerung lässt eine Wartung der Flächen unter den Modulen zu. Sofern technisch umsetzbar, empfehlen wir dieses System.



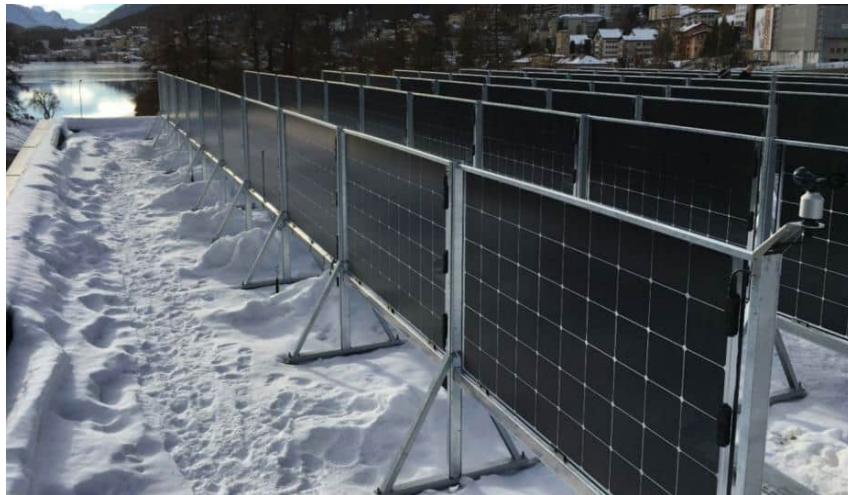
Flachdachsystem auf Dachbegrünung und breiten Gängen für Wartungsarbeiten



Anmerkung: Bei allen Flachdächern ist momentan eine Kieseindeckung vorhanden, bei den Dachflächen, die saniert werden müssen, kann diese Variante allerdings aus ökologischen Gründen empfohlen werden.

Flachdachsysteme mit vertikalen Modulen

Speziell im alpinen Bereich sind vertikale Module gut geeignet. Diese sind in der Regel nach Ost und West ausgerichtet. Aufgrund der vertikalen Aufstellung kann kein Schnee auf den Modulen liegen bleiben, der Abstand zur Dachhaut wird so gewählt, dass auch die unteren Zellen lange schneefrei bleiben. Es werden bifaziale Module verwendet, diese erzeugen auch auf der Rückseite Solarstrom. Durch die Ausrichtung nach Ost und West sind die Mittagsspitzen geringer, dafür die Solarerträge am Morgen und Abend höher. Gerade in der Winterperiode liefern solche Systeme deshalb wertvollen Ertrag.



Flachdachsystem mit vertikalen Modulen (Quelle: reech GmbH)

Diese vertikalen Systeme sind optisch deutlich dominanter und entsprechen nicht den Vorgaben der Bauordnung Malbun bzw. der Richtlinie «Sonnenenergieanlagen» der Gemeinde Triesenberg. Die baurechtliche Umsetzbarkeit muss daher vorgängig mit der Gemeindebehörde abgeklärt werden.





Steildachsysteme (Eternit oder Ziegel)

Die Photovoltaikmodule werden hier in der Regel auf einer (oder zwei kreuzweise verlegten) Schiene montiert. Die Schiene(n) werden wiederum direkt auf die Dacheindeckung befestigt. Es gibt Systeme sowohl für Ziegel- als auch Eternitdächer (bzw. Blechdächer). Die Systeme sind in der Regel sehr einfach und deshalb kostengünstig.



Aufdachanlage

Indachsysteme

Hier sind die Photovoltaikmodule die wasserführende Schicht, bzw. die Dacheindeckung. Die Module werden flächenbündig mit der restlichen Dacheindeckung verbaut, bzw. auf die Dachlattung geschraubt. Diese Variante ist gestalterisch vorteilhaft. Die höheren Kosten dieser Systeme werden gerade bei grösseren Flächen oft über die Einsparungen bei der Dacheindeckung kompensiert.

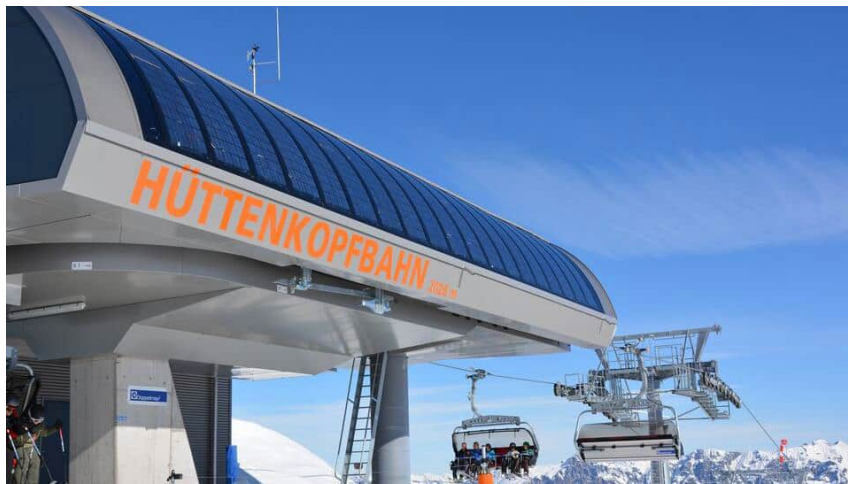


Indachanlage (z.B.: System Arres)



Indachsysteme als Massanfertigung

Eine Variante von Indachsystemen sind massgefertigte Glas-Glas Photovoltaikmodule. Diese können als Sonderanfertigungen in vielen Formen und Wölbungen an Liftgebäuden angebracht werden. Die Module sind in der Regel zwischen den Zellen lichtdurchlässig, haben deshalb auch einen schlechteren Wirkungsgrad. Preislich liegen diese Systeme allerdings im klar nicht wirtschaftlichen Bereich (gerade Module ca. CHF 1'080.-/m²; gewölbte Module ca. CHF 3'250.-/m²; Referenz Indach klassisch ca. CHF 300.-/m²). Im Konzept wurden diese Systeme eingerechnet, aus wirtschaftlichen Gründen kann allerdings von diesen Flächen abgeraten werden.



Gewölbte Indachanlage (z.B.: Golm Hüttenkopfbahn), Quelle: www.golm.at

Fassadensysteme

Bei Fassadenphotovoltaiksystemen werden die Solarmodule über eine hinterlüftete Unterkonstruktion am Gebäude, bzw. den Fassaden angebracht. Aufgrund der vertikalen Ausrichtung kann kein Schnee auf den Modulen liegen bleiben. Die Module werden idealerweise nach Süden ausgerichtet. Diese liefern dann in der kalten Jahreszeit wertvollen Winterstrom. Auch die Ausrichtung nach Ost und West ist noch in Ordnung. Im alpinen Gebiet profitieren diese Anlagen aufgrund der Reflexion der Sonnenstrahlung von der Schneedecke (Albedo-Effekt).



Fassadensystem mit Standardmodulen, Quelle: bdb.at





Photovoltaik an Lawinverbauungen

In einigen Pilotprojekten wurden Photovoltaikmodule direkt auf Lawinverbauungen angebracht. Es handelt sich hierbei in der Regel um individuell fabrizierte Konstruktionen, da die Montagesituation jeweils variiert. Zu beachten ist die Statik der Lawinverbauung, bzw. braucht es immer eine intensive Vorstudie vor der Projektierung. Die Recherchen zu diesen Systemen haben gezeigt, dass die Vegetation vor Ort und der fehlende Netzanschluss problematisch sein können.



Beispielbild PV-Anlage an Lawinverbauung, Quelle: enalpin.com

Carportsysteme

Diese Systeme eignen sich für kleinere Flächen, da die Auslegung der Plätze sehr flexibel und nach unten skalierbar ist. Aktuell werden hier öfters individuelle Eigenbaulösungen erstellt. Am Markt sind allerdings auch schon etliche Anbieter mit standardisierten Systemen verfügbar. Die Nachteile eines Carportsystems sind die in der Regel höheren Kosten und die längere Schneebedeckung im Winter – besonders im alpinen Raum ein relevanter Nachteil. Sofern transparente Module verwendet werden, mindert das die Leistung und den Stromertrag.



Carportsystem, Quelle: MGT esys



Faltdachsysteme (DHP Technologies)

Bei grösseren Flächen (ab ca. 1'000m²) können Systeme mit Faltdächern verwendet werden. Die Module sind hier an Seilen geführt und können bei Bedarf eingefahren werden. Dadurch werden Schäden durch Wind oder auch Schneebedeckung vermieden. Aufgrund der Grösse sind diese Systeme im Vergleich zu Carportvarianten deutlich günstiger und in der Regel deshalb auch wirtschaftlicher.



Faltdachsystem (z.B.: DHP Technologies), Quelle: dhp-technology.ch



Photovoltaik an Skiliften

Photovoltaikmodule können (über Seile geführt) auch an Liftanlagen installiert werden. Das im Schweizer Raum bekannteste Beispiel ist der Solarlift in Tenna (Graubünden). Hier werden die Module der Sonne nachgeführt, was höhere Erträge und eine geringe Schneebedeckung zur Folge hat.

Im Zuge der Projektbearbeitung wurde ein längeres Telefonat mit dem Liftbetreiber über den Solarlift geführt. Das Gespräch kann wie folgt zusammengefasst werden:

- Wirtschaftlich ist das System nicht interessant, da in der Erstellung sehr aufwändig und teuer
- Der Werbeeffect für das Skigebiet ist dafür sehr gross
- Das System kann nur bei einem Neubau einer Liftanlage gebaut werden, Nachrüsten ist aus diversen Gründen (Statik, etc.) nicht möglich



Solarlift Tenna, Quelle: www.graubuenden.ch

Daten Solarlift Tenna (1'600 m. ü. M.):

- Baujahr 2011
- Länge Lift ca. 450m; Länge Solarwings ca. 330m
- 246 Stück Solarmodule à 245 Wp → 82 Solarwings (1 Wing = 3 Module)
- Leistung 60 kWp
- Jahresertrag ca. 100'000 kWh; spezifischer Ertrag 1'666 kWh/kWp
- Kosten Anlage ca. CHF 1'400'000.- zzgl. viel Eigenleistung; Anteil Photovoltaik ca. CHF 400'000.- (Leistungspreis von ca. CHF 6'700.- je kWp)



3. WICHTIGE PUNKTE FÜR AUSLEGUNG

3.1 Grundlage für Photovoltaikanalyse

Bei einigen Objekten der Bergbahnen Malbun sind Umbau- und Anpassungsarbeiten in Projektierung. Diese Studie behandelt jeweils den aktuell gebauten Zustand der Gebäude.

3.2 Konstruktiver Zustand der Dächer

Die theoretisch belegbaren Flächen wurden bei einer Begehung bewertet, bzw. wurde der Zustand vom Architekturbüro Pitbau bewertet. Viele der untersuchten Gebäude sind noch recht jung, oder haben sanierte Dächer – die Installation einer Photovoltaikanlage ist deshalb bei diesen Dächern ohne Anpassungsarbeiten an den Dachflächen möglich. Bei den älteren Gebäuden ist eine Dachsanierung vermutlich notwendig, teilweise sind mitunter noch asbesthaltige Materialien verbaut. Die Kosten einer allfälligen Dachsanierung sind nicht eingerechnet worden.

3.3 Statik

Dächer neuerer Gebäude haben in der Regel statische Reserven eingerechnet. Die Nachrüstung einer Photovoltaikanlage ist hier deshalb meistens kein Problem. Wir empfehlen vor Projektierung einer Photovoltaikanlage eine Prüfung der Statik. Aufgrund der hohen Schneelasten kann die Statik besonders bei älteren Gebäuden kritisch sein.

3.4 AC-Installation

Die Kosten der AC-Installation (Anschluss ans Gebäude) wurden geschätzt. Weiter wurde der Netzanschluss vom LKW geprüft. Bei sehr abgelegenen Objekten ist öfters keine ausreichende Netzinfrastruktur vorhanden, bzw. bräuchte es hier vorgängig eine umfassende Machbarkeitsstudie zum Netzanschluss.

3.5 Kostenschätzung

Alle Kosten sind inkl. MWST gerechnet und haben eine Genauigkeit von +/- 20% (Stand Mai 2023). Wir empfehlen eine detailliertere Kostenschätzung zu Beginn weiterer Projektierungen. Hier sollten dann ebenfalls begleitende Massnahmen wie Dachsanierungen, Umbauarbeiten, etc. mitberücksichtigt werden.



3.6 Förderungen

Die Förderungen wurden jeweils in der Kostenschätzung berücksichtigt. Die Förderungen variieren je nach Anlage. Bei Bestandsgebäuden ist die Förderung höher als bei Neubauten. Die Gemeindeförderungen sind bei CHF 10'000.- je Objekt gedeckelt. Sofern die Gemeinde oder das Land selbst Gebäudeeigentümer ist, sind keine Förderungen möglich (Anmerkung: über Modelle mit Bürgerbeteiligungen oder externen Investoren könnten Förderungen abgeholt werden).

3.7 Thermische Sanierung

Bei jeder Dachsanierung ist die Notwendigkeit einer thermischen Sanierung vorgängig zu prüfen. Zusätzliche Dämmungen reduzieren den Heizwärmebedarf der Gebäude, verbessern den sommerlichen Wärmeschutz und entschärfen bauphysikalische Schwachstellen. Es ist zu beachten, dass mitunter die Dachhöhe verändert werden muss, bzw. auch thermische Fassadensanierungen Einfluss auf die Dachausbildung haben. Die Kosten allfälliger thermischer Sanierungen der Dächer sind im Konzept nicht eingerechnet worden.

3.8 Arbeitssicherheit, Seilsicherung

Bei Bauarbeiten an und auf den Dächern wird ein Kollektivschutz benötigt (Gerüst, Dachrandgeländer). Für spätere Wartungsarbeiten braucht es ebenfalls Sicherungssysteme, da es sich bei einer Photovoltaikanlage um eine „technische Anlage“ handelt. Die Kosten dieser sicherheitstechnischen Massnahmen sind eingerechnet.

Es ist zu prüfen, ob beim ein oder anderen Dach eine höhere Sicherheitsklasse für Wartungsarbeiten sinnvoll ist. Fest installierte (klappbare) Geländer bieten in der Regel den besten Schutz und Arbeitskomfort, sind allerdings in der Erstellung teurer und von unten oft sichtbar.



4. LEISTUNG UND ERTRAG

4.1 Anlagenauslegung

Die Auslegung der Photovoltaikanlagen wurde auf Grundlage von Luftbildern und Plänen erstellt. Folgende Anlagenleistungen lassen sich auf den Dachflächen voraussichtlich realisieren (Leistungen, Erträge +/-10%):

Standort			Zustand Dach, Berechnungskennzahlen	Anzahl Module	Leistung	Ertrag	spez. Ertrag
Nr.	Gebäudebezeichnung	Eigentümerschaft					
				[Stk]	[kWp]	[kWh/a]	[kWh/kWp]
A Gebäude Bergbahnen			Zustand Dach				
01	Schneeflucht	Bergbahnen Malbun AG	sehr gut (Rest.) / schlecht (BG)	44	18.9	13'682	735
02a	Lift Hohegg - Talstation	Bergbahnen Malbun AG	sehr gut	78	42.4	28'540	672
02b	Lift Hohegg - Bergstation	Bergbahnen Malbun AG	sehr gut		6.6	3'914	595
03a	Lift Täli - Talstation	Bergbahnen Malbun AG	sehr gut	87	37.5	25'443	713
03b	Lift Täli - Bergstation	Bergbahnen Malbun AG	sehr gut, Betondach	78	30.4	28'777	946
04a	Lift Sareis - Talstation	Bergbahnen Malbun AG	sehr gut, Neubau	88	41.7	28'925	706
04b	Lift Sareis - Bergstation	Bergbahnen Malbun AG	sehr gut, Neubau	14	9.6	6'853	726
04c	Restaurant Sareis	Bergbahnen Malbun AG	sehr gut	137	58.9	41'005	701
05	Restaurant Malbi Hort	Bergbahnen Malbun AG	sehr gut	69	29.6	19'537	658
A Gebäude Bergbahnen gesamt				595	275.6	196'677	
B Gebäude extern			Zustand Dach				
10	Parkhaus	ITW Balzers	sehr gut	911	391.7	251'977	620
11	Heizwerk	Heizwerk Malbun	sehr gut	182	78.3	53'632	662
12	Schluchertreff	Gemeinde Triesenberg	sehr gut	120	51.6	36'533	708
13	Skibrücke Schneeflucht	Gemeinde Triesenberg	sehr gut	15	6.5	4'602	708
14	Altes Liftgebäude Täli	Bergbahnen Malbun AG	schlecht	0	-	-	-
15	Jugendhaus	Land Liechtenstein	sehr gut	247	106.3	69'145	650
16	Kalberstall	Gemeinde Triesenberg	gut, kaputte Stellen saniert	68	29.2	19'153	647
17	Turnastall	Gemeinde Triesenberg	sehr gut, Dach saniert	242	104.0	67'630	650
18a	Untere Alpe Pradamee	Alpgenossenschaft Vaduz	gut, vermutlich Asbest	263	113.0	68'126	608
18b	Obere Alpe Pradamee	Alpgenossenschaft Vaduz	gut, vermutlich Asbest	315	135.4	89'249	656
19	Stachlerstall	Gemeinde Schaan	keine Angaben erhalten	125	53.8	32'091	599
20	JUFA Hotel	JUFA Hotels	sehr gut	521	224.1	153'046	687
21	altes Jugendheim	Alpgenossenschaft Vaduz	gut, vermutlich Asbest	56	24.0	14'406	608
B Gebäude extern gesamt				3'065	1'317.9	859'590	
C Lawinerverbauungen			Berechnungskennzahl	Länge			
30	Lawinerverbauung Sareis		Annahme 0.198kWp je m	3700	586.1	504'967	862
31	Lawinerverbauung Hahnenspiel		Annahme 0.198kWp je m	3500	554.4	556'174	1003
C Lawinerverbauungen gesamt				7'200	1'140.5	1'061'141	
D Freiflächen, Parkplätze			Berechnungskennzahl	Fläche			
32	Freiflächenanlage Sareis	Gemeinde Triesenberg	1kWp = 10m ² (-30% Abzug)	1240	86.8	121'520	1400
40	Parkplatz 1	Gemeinde Triesenberg	Carportsystem 0.137kWp/m ²	330	45.2	32'009	708
41	Parkplatz 2	Gemeinde Triesenberg	DHP System 0.128kWp/m ²	3400	434.3	403'859	930
42	Parkplatz 3	Gemeinde Triesenberg	DHP System 0.128kWp/m ²	1480	189.2	175'975	930
43	Parkplatz 4	Gemeinde Triesenberg	DHP System 0.128kWp/m ²	1090	139.4	129'603	930
44	Parkplatz 5	Gemeinde Triesenberg	Carportsystem 0.137kWp/m ²	400	54.8	50'964	930
45	Parkplatz 6	Gemeinde Triesenberg	DHP System 0.128kWp/m ²	1170	149.6	139'115	930
46	Parkplatz 7 Schneeflucht	Gemeinde Triesenberg	DHP System 0.128kWp/m ²	1050	134.2	124'847	930
47	Eislaufplatz Schluchertreff	Gemeinde Triesenberg	DHP System 0.128kWp/m ²	970	124.0	115'335	930
D Freiflächen, Parkplätze gesamt				11'130	1'357.5	1'293'227	
Anlagen gesamt					4'091.5	3'410'634	

Leistung und Ertrag von PV-Anlagen, nach Gruppen geordnet / Angaben zu Zustand Dach

4.2 Auslegung Netzanschluss

Um Photovoltaikanlagen betreiben zu können, brauchen diese einen Anschluss an das öffentliche Stromnetz. Gerade bei sehr abgelegenen Standorten ist dieser Netzanschluss oft nicht der notwendigen Qualität vorhanden. Die LKW und Bergbahnen Malbun haben eine Grobbewertung der vorhandenen Anschlüsse vorgenommen:

Standort			
Nr.	Gebäudebezeichnung	Anschlussleistung AC	Kommentar Netzanschluss
		[kW]	
A Gebäude Bergbahnen			
01	Schneeflucht	18	Anschluss an Trafo Schneeflucht
02a	Lift Hohegg - Talstation	32	Anschluss an Trafo Pradamee
02b	Lift Hohegg - Bergstation	2	Anschluss an Trafo Pradamee
03a	Lift Täli - Talstation	22	Anschluss an Trafo Pradamee
03b	Lift Täli - Bergstation	18	Anschluss an Trafo Täli
04a	Lift Sareis - Talstation	28	keine Informationen erhalten
04b	Lift Sareis - Bergstation	8	keine Informationen erhalten
04c	Restaurant Sareis	24	keine Informationen erhalten
05	Restaurant Malbi Hort	14	sollte ohne Netzverstärkung funktioniert
A	Gebäude Bergbahnen gesamt	167	
B Gebäude extern			
10	Parkhaus	234	Netzverstärkung notwendig
11	Heizwerk	51	Anschluss an Trafo Pradamee
12	Schluchertreff	36	sollte ohne Netzverstärkung funktioniert
13	Skibrücke Schneeflucht	4	Anschluss an Trafo Schneeflucht
14	Altes Liftgebäude Täli	-	
15	Jugendhaus	58	sollte ohne Netzverstärkung funktioniert
16	Kalberstall	17	sehr aufwendige Netzverstärkung notwendig
17	Turnastall	60	sehr aufwendige Netzverstärkung notwendig
18a	Untere Alpe Pradamee	64	sehr aufwendige Netzverstärkung notwendig
18b	Obere Alpe Pradamee	78	sehr aufwendige Netzverstärkung notwendig
19	Stachlerstall	33	sehr aufwendige Netzverstärkung notwendig
20	JUFA Hotel	149	Anschluss an Trafo Pradamee
21	altes Jugendheim	13	Netzverstärkung notwendig
B	Gebäude extern gesamt	797	
C Lawinerverbauungen			
30	Lawinerverbauung Sareis	451	sehr aufwändiger Netzanschluss mit eigener Trafostation nötig
31	Lawinerverbauung Hahnenspiel	438	sehr aufwändiger Netzanschluss mit eigener Trafostation nötig
C	Lawinerverbauungen gesamt	889	
D Freiflächen, Parkplätze			
32	Freiflächenanlage Sareis	92	sehr aufwändiger Netzanschluss mit eigener Trafostation nötig
40	Parkplatz 1	40	entweder eigene Trafostation, oder Anschluss an Netz Bergbahnen
41	Parkplatz 2	320	entweder eigene Trafostation, oder Anschluss an Netz Bergbahnen
42	Parkplatz 3	139	entweder eigene Trafostation, oder Anschluss an Netz Bergbahnen
43	Parkplatz 4	103	entweder eigene Trafostation, oder Anschluss an Netz Bergbahnen
44	Parkplatz 5	50	entweder eigene Trafostation, oder Anschluss an Netz Bergbahnen
45	Parkplatz 6	110	entweder eigene Trafostation, oder Anschluss an Netz Bergbahnen
46	Parkplatz 7 Schneeflucht	98	entweder eigene Trafostation, oder Anschluss an Netz Bergbahnen
47	Eislaufplatz Schluchertreff	92	entweder eigene Trafostation, oder Anschluss an Netz Bergbahnen
D	Freiflächen, Parkplätze gesamt	1'044	
Anlagen gesamt		2'897	

Abklärungen zu Netzanschluss



5. KOSTENSCHÄTZUNG

Die Kostenschätzung basiert auf Angaben von Projektpartner, Herstellern, bzw. Systemlieferanten und eigenen Erfahrungswerten. Es wurde davon ausgegangen, dass jeweils alle Anlagenflächen eines Gebäudes bzw. Standortes gemeinsam erstellt werden (bei Einzelumsetzung sind die Kosten höher).

Diverse Flächen und Gebäudeteile müssten bei Installation einer Photovoltaikanlage vorgängig ertüchtigt werden (neue Dacheindeckung, thermische Sanierung, etc.). Diese begleitenden Kosten können mitunter sehr hoch ausfallen und sind in der folgenden Kostenschätzung nicht berücksichtigt.

Die Förderungen wurden nach den aktuell gültigen Fördersätzen in Liechtenstein berechnet. Diese stellen sich wie folgt zusammen:

- Photovoltaik bei Bestandsgebäude (Dach) = CHF 650.- je kWp
- Photovoltaik bei Neubau (Dach) = CHF 500.- je kWp
- Photovoltaik an Fassaden = CHF 750.- je kWp
- Gemeindeförderung = Landesförderung; Obergrenze CHF 10'000.-

Ist die Gemeinde oder das Land selbst Eigentümer der Liegenschaft, so wird die Photovoltaikanlage nicht gefördert (Ausnahme: Realisierungsmodelle mit Bürgerbeteiligungen, etc.).

Standort		Kosten						
Nr.	Gebäudebezeichnung	Photovoltaik- anlage bis WR	Anschluss AC	Arbeiten Blitzschutz	Seilsicher- ung	Absturz- sicherung Montage	Treppen- turm für Montage	Honorar Planung, Bauleitung
		[CHF]	[CHF]	[CHF]	[CHF]	[CHF]	[CHF]	[CHF]
A Gebäude Bergbahnen								
01	Schneeflucht	42'633	5'000	-	5'500	4'000	2'520	5'542
02a	Lift Hohegg - Talstation	280'520	5'000	5'000	15'000	10'800	3'600	36'468
02b	Lift Hohegg - Bergstation	155'088	5'000	3'000	7'500	4'400	900	20'161
03a	Lift Täli - Talstation	95'632	4'500	5'000	8'750	5'600	1'800	12'432
03b	Lift Täli - Bergstation	55'798	5'000	3'000	6'000	-	-	7'254
04a	Lift Sareis - Talstation	113'916	2'000	1'000	9'250	-	-	14'809
04b	Lift Sareis - Bergstation	41'532	2'000	1'000	3'250	-	-	5'399
04c	Restaurant Sareis	163'783	4'000	5'000	8'750	7'200	1'800	21'292
05	Restaurant Malbi Hort	53'576	3'000	3'000	8'250	6'000	1'440	6'965
A	Gebäude Bergbahnen gesamt	1'002'477	35'500	26'000	72'250	38'000	12'060	130'322
B Gebäude extern								
10	Parkhaus	743'953	10'000	8'000	52'500	62'115	-	96'714
11	Heizwerk	171'137	5'000	5'000	18'000	13'660	-	22'248
12	Schluchertreff	70'950	4'000	5'000	20'000	9'600	720	9'224
13	Skibrücke Schneeflucht	45'894	10'000	-	7'500	7'200	-	5'966
14	Altes Liftgebäude Täli							
15	Jugendhaus	206'677	5'000	5'000	15'000	15'200	2'880	26'868
16	Kalberstall	52'852	10'000	1'500	5'000	5'200	900	6'871
17	Turnastall	150'488	10'000	1'500	11'750	12'400	1'800	19'563
18a	Untere Alpe Pradamee	163'511	10'000	1'500	11'250	11'600	1'800	21'256
18b	Obere Alpe Pradamee	195'924	10'000	1'500	17'750	16'000	2'160	25'470
19	Stachlerstall	84'358	10'000	1'500	6'250	6'400	900	10'967
20	JUFA Hotel	324'273	5'000	5'000	17'500	17'600	2'880	42'155
21	altes Jugendheim	55'440	10'000	1'500	4'500	6'560	1'800	7'207
B	Gebäude extern gesamt	2'265'456	99'000	37'000	187'000	183'535	15'840	294'509
C Lawinerverbauungen								
30	Lawinerverbauung Sareis	Kostenschätzung ohne detaillierte Projektierung nicht möglich						
31	Lawinerverbauung Hahnenspiel	Kostenschätzung ohne detaillierte Projektierung nicht möglich						
C	Lawinerverbauungen gesamt							
D Freiflächen, Parkplätze								
32	Freiflächenanlage Sareis	151'527	20'000	5'000				19'698
40	Parkplatz 1	478'628	10'000	5'000				62'222
41	Parkplatz 2	1'122'555	50'000	5'000				145'932
42	Parkplatz 3	529'816	20'000	5'000				68'876
43	Parkplatz 4	416'959	20'000	5'000				54'205
44	Parkplatz 5	580'155	10'000	5'000				75'420
45	Parkplatz 6	447'562	20'000	5'000				58'183
46	Parkplatz 7 Schneeflucht	401'658	20'000	5'000				52'216
47	Eislaufplatz Schluchertreff	371'056	20'000	5'000				48'237
D	Freiflächen, Parkplätze gesamt	4'499'916	190'000	45'000	-	-	-	584'989
Anlagen gesamt		7'767'850	324'500	108'000	259'250	221'535	27'900	1'009'820

Kosten Teil 1



Standort						Förderungen		Gesamtkosten nach Förderung [CHF]
Nr.	Gebäudebezeichnung	Honorar Statiker [CHF]	Kosten Netz- anschluss [CHF]	Mehrauf- wand Standort [CHF]	Kosten total [CHF]	Förderung Land [CHF]	Förderung Gemeinde [CHF]	
A Gebäude Bergbahnen								
01	Schneeflucht	2'000	-	2'132	69'327	-	12'285 - 10'000	47'042
02a	Lift Hohegg - Talstation	5'000	-	14'026	375'413	-	27'563 - 10'000	337'850
02b	Lift Hohegg - Bergstation	3'000	-	38'772	237'821	-	4'274 - 4'274	229'273
03a	Lift Täli - Talstation	3'000	-	4'782	141'496	-	25'065 - 10'000	106'431
03b	Lift Täli - Bergstation	2'000	-	8'370	87'421	-	19'773 - 10'000	57'648
04a	Lift Sareis - Talstation	-	-	5'696	146'670	-	20'868 - 10'000	115'802
04b	Lift Sareis - Bergstation	-	-	6'230	59'411	-	4'781 - 4'781	49'849
04c	Restaurant Sareis	3'000	-	24'567	239'392	-	39'535 - 10'000	189'857
05	Restaurant Malbi Hort	2'000	-	2'679	86'910	-	19'240 - 10'000	57'670
A	Gebäude Bergbahnen gesamt	20'000	-	107'253	1'443'861	-	173'385 - 79'055	1'191'421
B Gebäude extern								
10	Parkhaus	2'000	32'090	37'198	1'044'569	-	268'925 - 10'000	765'644
11	Heizwerk	2'000	-	8'557	245'602	-	52'835 - 10'000	182'767
12	Schluchertreff	2'000	-	3'548	125'041	-	-	125'041
13	Skibrücke Schneeflucht	2'000	-	2'295	80'855	-	-	80'855
14	Altes Liftgebäude Täli					-	-	
15	Jugendhaus	2'000	-	10'334	288'959	-	-	288'959
16	Kalberstall	3'000	sep. Ber.	2'643	87'965	-	-	87'965
17	Turnastall	3'000	sep. Ber.	22'573	233'075	-	-	233'075
18a	Untere Alpe Pradamee	3'000	27'466	8'176	259'559	-	73'450 - 10'000	176'109
18b	Obere Alpe Pradamee	3'000	sep. Ber.	19'592	291'396	-	88'010 - 10'000	193'386
19	Stachlerstall	3'000	sep. Ber.	8'436	131'811	-	-	131'811
20	JUFA Hotel	2'000	-	16'214	432'622	-	145'665 - 10'000	276'957
21	altes Jugendheim	3'000	13'733	2'772	106'512	-	15'600 - 10'000	80'912
B	Gebäude extern gesamt	30'000	73'290	142'336	3'327'966	-	644'485 - 60'000	2'623'481
C Lawinverbauungen								
30	Lawinverbauung Sareis							
31	Lawinverbauung Hahnenspiel							
C	Lawinverbauungen gesamt							
D Freiflächen, Parkplätze								
32	Freiflächenanlage Sareis		-	22'729	218'954	-	-	218'954
40	Parkplatz 1		-	23'931	579'781	-	-	579'781
41	Parkplatz 2		-	56'128	1'379'615	-	-	1'379'615
42	Parkplatz 3		-	26'491	650'183	-	-	650'183
43	Parkplatz 4		-	20'848	517'012	-	-	517'012
44	Parkplatz 5		-	29'008	699'583	-	-	699'583
45	Parkplatz 6		-	22'378	553'123	-	-	553'123
46	Parkplatz 7 Schneeflucht		-	20'083	498'957	-	-	498'957
47	Eislaufplatz Schluchertreff		-	18'553	462'846	-	-	462'846
D	Freiflächen, Parkplätze gesamt	-	-	240'148	5'560'054	-	-	5'560'054
Anlagen gesamt		50'000	73'290	489'737	10'331'882	-	817'870 - 139'055	9'374'957

Kosten Teil 2 (inkl. Förderungen)





6. WIRTSCHAFTLICHKEITSBERECHNUNG

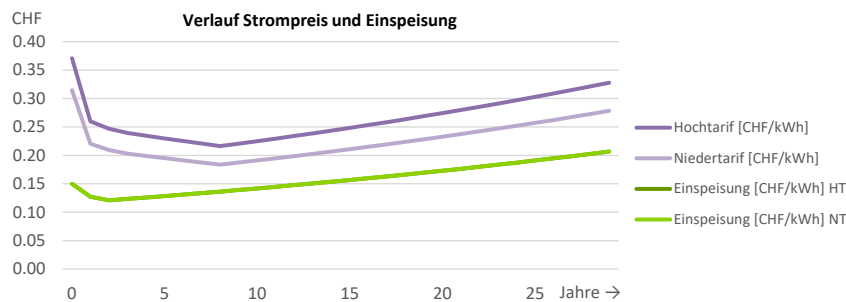
Für die Objekte der Bergbahnen Malbun wurden Wirtschaftlichkeitsberechnungen erstellt (Detailauswertung siehe Anhang). Diese basieren unter anderem auf den unten aufgeführten Annahmen. Die Berechnungen dienen einer ersten wirtschaftlichen Einstufung der verschiedenen möglichen Anlagenvarianten.

Strompreisvergütung & Einsparung Eigenverbrauch

Einen Teil des erzeugten Solarstromes wird direkt am Gebäude verbraucht, bzw. spart man sich hier dann den Einkauf des Stromes. Der Anteil des direkt verbrauchten Stroms variiert von Anlage zu Anlage. Der nicht verbrauchte Solarstrom wird ins Stromnetz eingespeist, bzw. vom Energieversorger dann vergütet.

Da die Bergbahnen besonders in der kalten Jahreshälfte einen hohen Strombedarf haben, sind Photovoltaikanlagen mit hohem Winterstromanteil (Fassadenanlagen, vertikale Systeme) wirtschaftlich besonders interessant. Idealerweise werden verschiedene Verbraucher und Photovoltaikanlagen zu Eigenverbrauchsgemeinschaften zusammengeschlossen, das kann den Eigenverbrauch des Solarstromes relevant erhöhen. Die technische Umsetzbarkeit solcher Massnahmen ist im Detail zu klären.

Im Konzept wurde mit folgenden Strompreisen, bzw. Vergütungskonditionen gerechnet (variabel über 30 Jahre und mit den Bergbahnen so abgestimmt):



Strompreisvergütung / Einsparung Eigenverbrauch

Wartungs- und Instandhaltungskosten

Die laufenden Kosten für Wartung und Instandsetzung / Reparatur sind über Erfahrungswerte ermittelt worden und werden laufenden von den erzielten Solargewinnen abgezogen. Laufende Kosten sind unter anderem Zählergebühren, Rückstellungen Wechselrichteraustausch, Reinigungskosten, Versicherungskosten, etc.

Standort		Gesamtkosten nach Förderung [CHF]	Wirtschaftlichkeit	
Nr.	Gebäudebezeichnung		Gewinnaus- sichten nach 30 Jahren [CHF]	Rückzahl- dauer (verzinst) [a]
A	Gebäude Bergbahnen			
01	Schneeflucht	47'042	24'000	21
02a	Lift Hohegg - Talstation	337'850	- 285'000	+30
02b	Lift Hohegg - Bergstation	229'273	- 245'000	+30
03a	Lift Täli - Talstation	106'431	7'000	29
03b	Lift Täli - Bergstation	57'648	41'000	19
04a	Lift Sareis - Talstation	115'802	- 4'000	+30
04b	Lift Sareis - Bergstation	49'849	- 36'000	+30
04c	Restaurant Sareis	189'857	- 56'000	+30
05	Restaurant Malbi Hort	57'670	5'000	28
A	Gebäude Bergbahnen gesamt	1'191'421		

Übersicht Gewinnaussichten und Rückzahldauer (rot = negative Werte)



7. UMSETZUNGSEMPFEHLUNG

7.1 Potentialauswertung

Viele der im Konzept untersuchten Photovoltaikanlagen können für eine Umsetzung empfohlen werden. Da ein gestaffelter Bau der PV-Anlagen kosten- aber auch ausführungstechnisch sinnvoll ist, wurden die einzelnen Dachflächen / Anlagen bewertet. Die Bewertung erfolgt über folgende Kriterien:

- **Potential Energie:** bewertet die energietechnischen Voraussetzungen der Photovoltaikanlagen und Gebäude. Je mehr Energie am Standort erzeugt werden kann, desto besser die Bewertung
- **Potential Wirtschaftlichkeit:** bewertet die ökonomischen Voraussetzungen der Photovoltaikanlagen und Gebäude. Je kürzer die Rückzahldauer, bzw. je höher die Gewinnaussichten über 30 Jahre, desto besser die Bewertung (Anmerkung: es werden nur die Objekte der Bergbahnen Malbun in dieser Kategorie bewertet)
- **Potential gesamt:** bewertet wird die generelle Eignung der Objekte für die solare Stromproduktion, bzw. beinhaltet auch die oben genannten Punkte

Die Bewertung erfolgt mit Noten 1 = sehr hohes Potential und 5 = sehr geringes Potential:

1	Sehr hohes Potential
2	Hohes Potential
3	Mässiges Potential
4	Geringes Potential
5	Sehr geringes Potential



Standort		Priorität gesamt [1 - 5]	Priorität Potential Energie [1 - 5]	Priorität Wirtschaft- lichkeit [1 - 5]
Nr.	Gebäudebezeichnung			
A Gebäude Bergbahnen				
01	Schneeflucht	2	3	2
02a	Lift Hohegg - Talstation	2	3	3
02b	Lift Hohegg - Bergstation	5	5	5
03a	Lift Täli - Talstation	2	3	4
03b	Lift Täli - Bergstation	2	2	2
04a	Lift Sareis - Talstation	2	3	4
04b	Lift Sareis - Bergstation	3	4	5
04c	Restaurant Sareis	2	2	4
05	Restaurant Malbi Hort	2	2	3
A Gebäude Bergbahnen gesamt				
B Gebäude extern				
10	Parkhaus	1	1	
11	Heizwerk	2	2	
12	Schluchertreff	2	2	
13	Skibrücke Schneeflucht	3	3	
14	Altes Liftgebäude Täli	5	5	
15	Jugendhaus	1	1	
16	Kalberstall	5	3	
17	Turnastall	4	2	
18a	Untere Alpe Pradamee	4	2	
18b	Obere Alpe Pradamee	4	2	
19	Stachlerstall	4	2	
20	JUFA Hotel	1	1	
21	altes Jugendheim	4	3	
B Gebäude extern gesamt				
C Lawinenverbauungen				
30	Lawinenverbauung Sareis	4	2	
31	Lawinenverbauung Hahnenspiel	4	2	
C Lawinenverbauungen gesamt				
D Freiflächen, Parkplätze				
32	Freiflächenanlage Sareis	3	3	
40	Parkplatz 1	5	5	
41	Parkplatz 2	1	1	
42	Parkplatz 3	2	2	
43	Parkplatz 4	2	2	
44	Parkplatz 5	5	5	
45	Parkplatz 6	2	2	
46	Parkplatz 7 Schneeflucht	2	2	
47	Eislaufplatz Schluchertreff	2	2	
D Freiflächen, Parkplätze gesamt				

Übersicht Potential





Standort		
Nr.	Gebäudebezeichnung	Begründung
A Gebäude Bergbahnen		
01	Schneeflucht	kleine, aber schöne Dachflächen. Umsetzung wird empfohlen
02a	Lift Hohegg - Talstation	Indachanlage bei schrägen Dächer sehr teuer. Empfehlung: ohne schräge Dächer umsetzen
02b	Lift Hohegg - Bergstation	Anlage sehr kostenintensiv und leistungsschwach. Keine Umsetzung sinnvoll
03a	Lift Täli - Talstation	Wirtschaftlichkeit nicht optimal, Fassadenanlage im Winter sehr wertvoll
03b	Lift Täli - Bergstation	vertikale Anlage für Winterstrom sehr wertvoll. Kosten & Wirtschaftlichkeit gut. Lawengefahr beachten
04a	Lift Sareis - Talstation	Flächen eher klein, Sonderfläche Liftgebäude sehr kostenintensiv. Umsetzung ohne Sonderflächen
04b	Lift Sareis - Bergstation	Umsetzung im Zuge Neubau sinnvoll, allerdings ohne kostenintensive Sondermodule
04c	Restaurant Sareis	aufgrund grosser Dachflächen Umsetzung empfehlenswert, auch wenn Wirtschaftlichkeit optimal
05	Restaurant Malbi Hort	schöne, einfache Dachflächen, Wirtschaftlichkeit in Ordnung. Umsetzung empfehlenswert
A Gebäude Bergbahnen gesamt		
B Gebäude extern		
10	Parkhaus	sehr grosse Anlage, Fassadenanlage im Winter sehr interessant für Winterstrom
11	Heizwerk	gute Dachfläche und einfache Montage
12	Schluchertreff	gute Dachfläche und einfache Montage
13	Skibrücke Schneeflucht	Anlage sehr klein, aufwändige Leitungsführung. Liefert etwas Winterstrom
14	Altes Liftgebäude Täli	keine Anlage umsetzbar
15	Jugendhaus	grosse Anlage möglich, einfache Anbindung, günstige Dachflächen
16	Kalberstall	sehr aufwändiger Netzanschluss, Dachsanierung notwendig
17	Turnastall	sehr aufwändiger Netzanschluss, Dachsanierung notwendig
18a	Untere Alpe Pradamee	sehr aufwändiger Netzanschluss, Dachsanierung notwendig
18b	Obere Alpe Pradamee	sehr aufwändiger Netzanschluss, Dachsanierung notwendig
19	Stachlerstall	sehr aufwändiger Netzanschluss, Dachsanierung notwendig
20	JUFA Hotel	sehr grosse Anlage möglich, einfache Anbindung, günstige Dachflächen
21	altes Jugendheim	Anlagen recht klein, Dachsanierung nötig, hohe Nebenkosten
B Gebäude extern gesamt		
C Lawinerverbauungen		
30	Lawinerverbauung Sareis	Leistung sehr gross, Netzanschluss allerdings sehr aufwändig, technische Machbarkeit nicht sicher
31	Lawinerverbauung Hahnenspiel	Leistung sehr gross, Netzanschluss allerdings sehr aufwändig, technische Machbarkeit nicht sicher
C Lawinerverbauungen gesamt		
D Freiflächen, Parkplätze		
32	Freiflächenanlage Sareis	Leistung gross, Kosten und Wirtschaftlichkeit mitunter nicht ideal
40	Parkplatz 1	Fläche zu klein für effizientes Freiflächensystem
41	Parkplatz 2	Anlagenleistung sehr gross, Umsetzung unbedingt prüfen lassen
42	Parkplatz 3	Anlagenleistung gross, Umsetzung unbedingt prüfen lassen
43	Parkplatz 4	Anlagenleistung gross, Umsetzung unbedingt prüfen lassen
44	Parkplatz 5	Fläche zu klein für effizientes Freiflächensystem
45	Parkplatz 6	Anlagenleistung gross, Umsetzung unbedingt prüfen lassen
46	Parkplatz 7 Schneeflucht	Anlagenleistung gross, Umsetzung unbedingt prüfen lassen
47	Eislaufplatz Schluchertreff	Anlagenleistung gross, Umsetzung unbedingt prüfen lassen
D Freiflächen, Parkplätze gesamt		

Übersicht Kurzbewertung





7.2 Empfehlung

Auf Grundlage der hier erstellten Studie können folgende Vorschläge zur weiteren Prüfung gemacht werden.

Wir empfehlen die kurzfristige detaillierte Prüfung und eventuelle Umsetzung der Photovoltaikanlagen mit «Potential gesamt» Note 1:

- 10 – Parkhaus (ITW Balzers)
- 15 – Jugendhaus (Land Liechtenstein)
- 20 – JUFA Hotel (Jufa Hotels)
- 42 – Parkplatz 2 (Gemeinde Triesenberg)

Diese Anlagen erzielen sehr hohe Solarerträge, bzw. können über deren Lebensdauer wirtschaftlich betrieben werden.

Zusätzlich können die Anlagen «Potential gesamt» Note 2 für eine genauere Prüfung empfohlen werden:

- 01 – Schneeflucht (Bergbahnen Malbun)
- 02a – Lift Hohegg - Talstation (Bergbahnen Malbun)
- 03a – Lift Täli - Talstation (Bergbahnen Malbun)
- 03b – Lift Täli - Bergstation (Bergbahnen Malbun)
- 04a – Lift Sareis - Talstation (Bergbahnen Malbun)
- 04c – Restaurant Sareis (Bergbahnen Malbun)
- 05 – Restaurant Malbi Hort (Bergbahnen Malbun)
- 11 – Heizwerk (Heizwerk Malbun)
- 12 – Schluchertreff (Gemeinde Triesenberg)
- 42 – Parkplatz 3 (Gemeinde Triesenberg)
- 43 – Parkplatz 4 (Gemeinde Triesenberg)
- 45 – Parkplatz 6 (Gemeinde Triesenberg)
- 46 – Parkplatz 7 (Gemeinde Triesenberg)
- 47 – Eislaufplatz Schluchertreff (Gemeinde Triesenberg)

Diese Anlagen sind etwas weniger wirtschaftlich, bzw. haben geringere Solarerträge, können aber trotzdem uneingeschränkt empfohlen werden.



7.3 Einordnung Photovoltaikpotential

Folgende Vergleichszahlen zeigen das hier evaluierte Photovoltaikpotential auf:

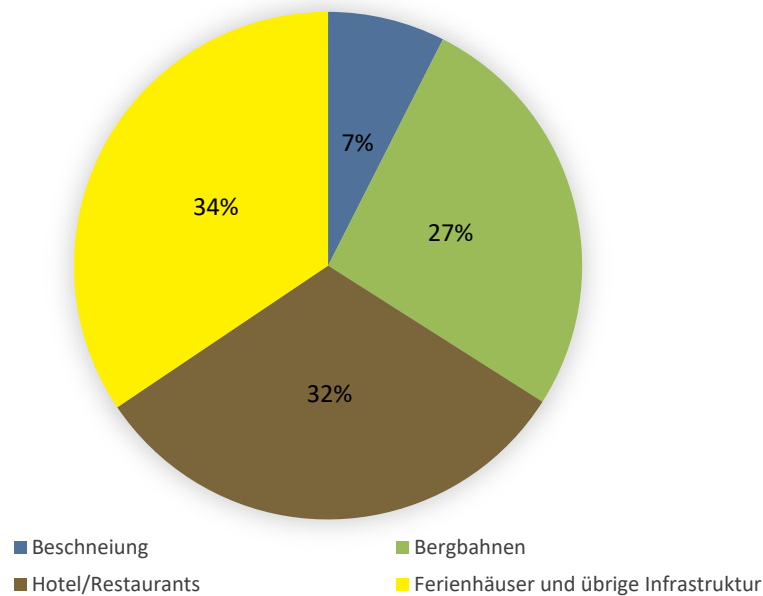
Das gesamte Potential der Photovoltaikanlagen mit Note 1 +2 sieht wie folgt aus:

- Leistung ca. 2'280 kWp
- Ertrag Photovoltaikpotential (Note 1 und 2): ca. 1'840'000 kWh/Jahr

Der Stromverbrauch des gesamten Malbuntals im Jahr 2020 war wie folgt:

- Stromverbrauch 2020 Malbun ca. 4'471'000 kWh/Jahr

Dabei teilt sich der Stromverbrauch Malbun ungefähr wie folgt auf:



Aufteilung Stromverbrauch Malbun

Damit könnte «buchhalterisch» der Gesamtstrombedarf von Malbun zu über 40% gedeckt werden. Wird der Stromverbrauch der Ferienhäuser, der Hotels/Restaurants oder der Bergbahnen inkl. Beschneigung separat betrachtet, so wird ein buchhalterischer, solarer Deckungsgrad von über 120-130% erreicht.

Aktuell gibt es im Malbun (Stand 2020) 2 Photovoltaikanlagen mit folgenden Ertragsdaten:

- Leistung ca. 18 kWp
- Ertrag ca. 17'000 kWh/Jahr

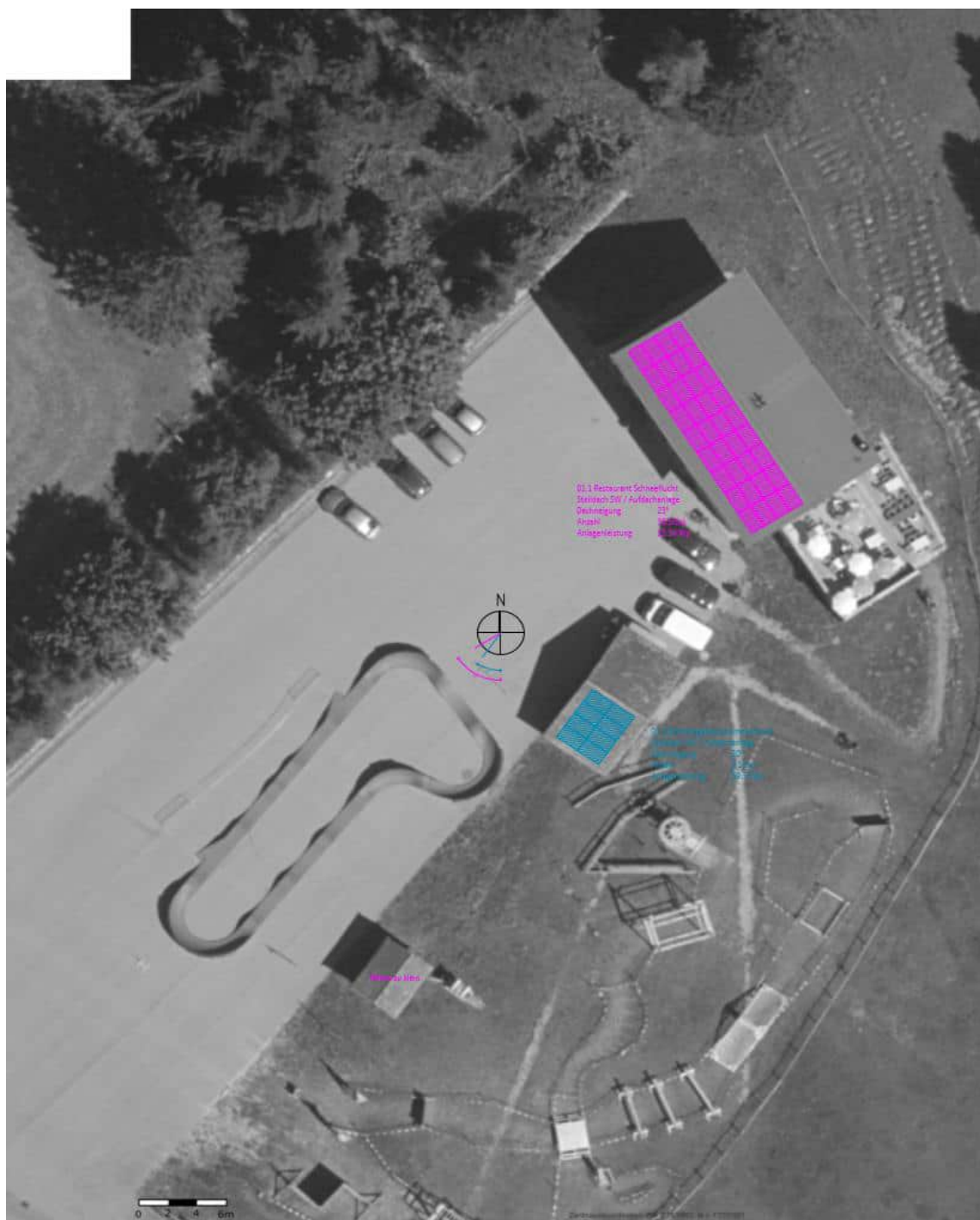


8. BERECHNUNGEN WIRTSCHAFTLICHKEIT

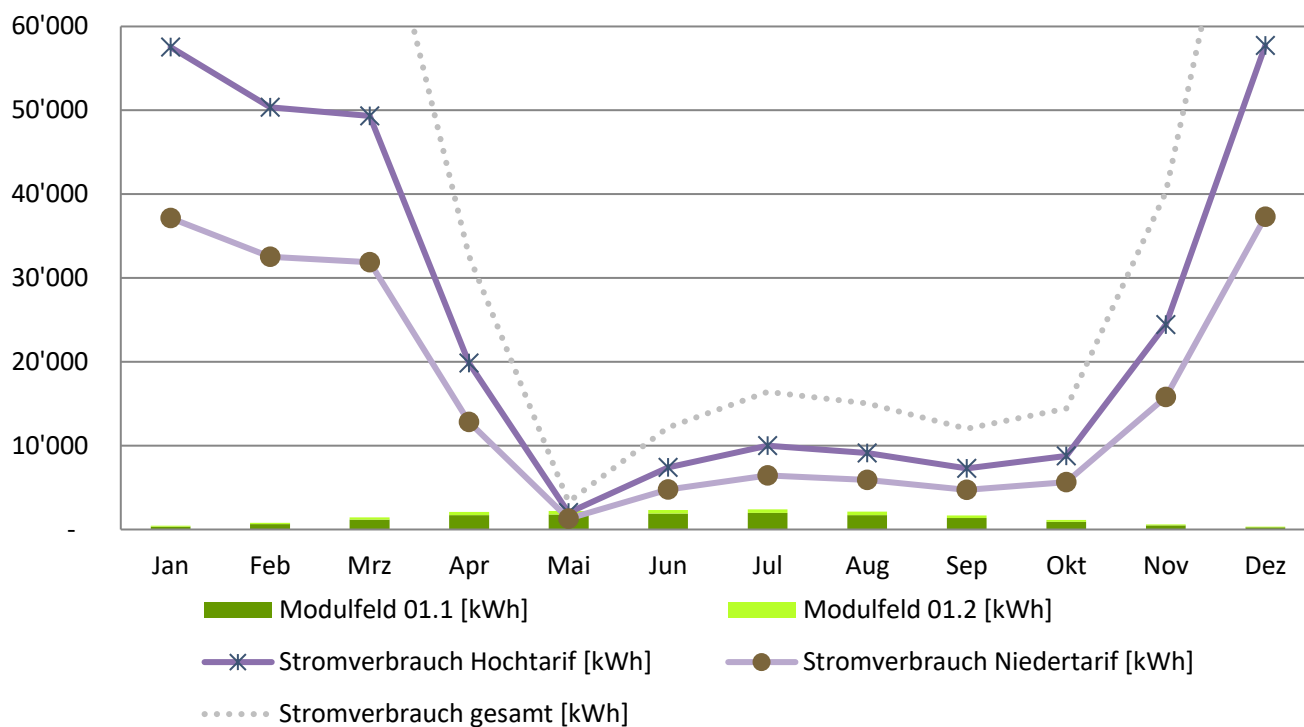
Konzept Photovoltaik - 01 - Schneeflucht

1. Anlagendaten

Nennleistung:	18.92 kWp
Jahresertrag:	13'700 kWh
Preis je kWp (bis zum Wechselrichter):	CHF 2'253
Preis je kWp (gesamte Anlage):	CHF 3'664



2. Jahresverbrauch und Jahresproduktion



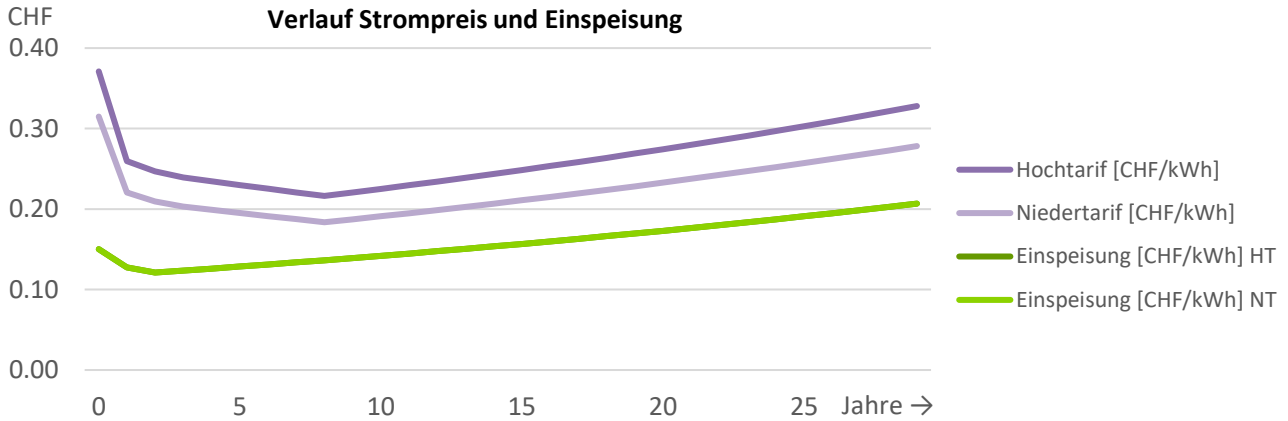
3. Photovoltaik-Anlagenkosten (inkl. MWSt.)

Photovoltaikanlage bis WR	CHF 42'600
Anschluss AC	CHF 5'000
Arbeiten Blitzschutz	CHF 0
Seilsicherung	CHF 5'500
Absturzsicherung Montage	CHF 4'000
Treppenturm für Montage	CHF 2'520
Honorar Planung, Bauleitung	CHF 5'542
Honorar Statiker	CHF 2'000
Kosten Netzanschluss	CHF 0
Mehraufwand Standort	CHF 2'132
Gesamtkosten	CHF 69'300
Förderbeitrag Land / Kanton	-CHF 12'298
Förderbeitrag Gemeinde	-CHF 10'000
Gesamtkosten inkl. Förderung	CHF 47'000
Genauigkeit der Kostenschätzung	± 20%
Hypothek (Öko-Renovationszinssatz LLB)	1.50%
Teuerung (Durchschnitt der letzten 5 Jahre)	0.88%
Kalkulationszinssatz (Hypothek - Teuerung)	0.62%
Wartungs-, Unterhalts und Ersatzkosten	CHF 650

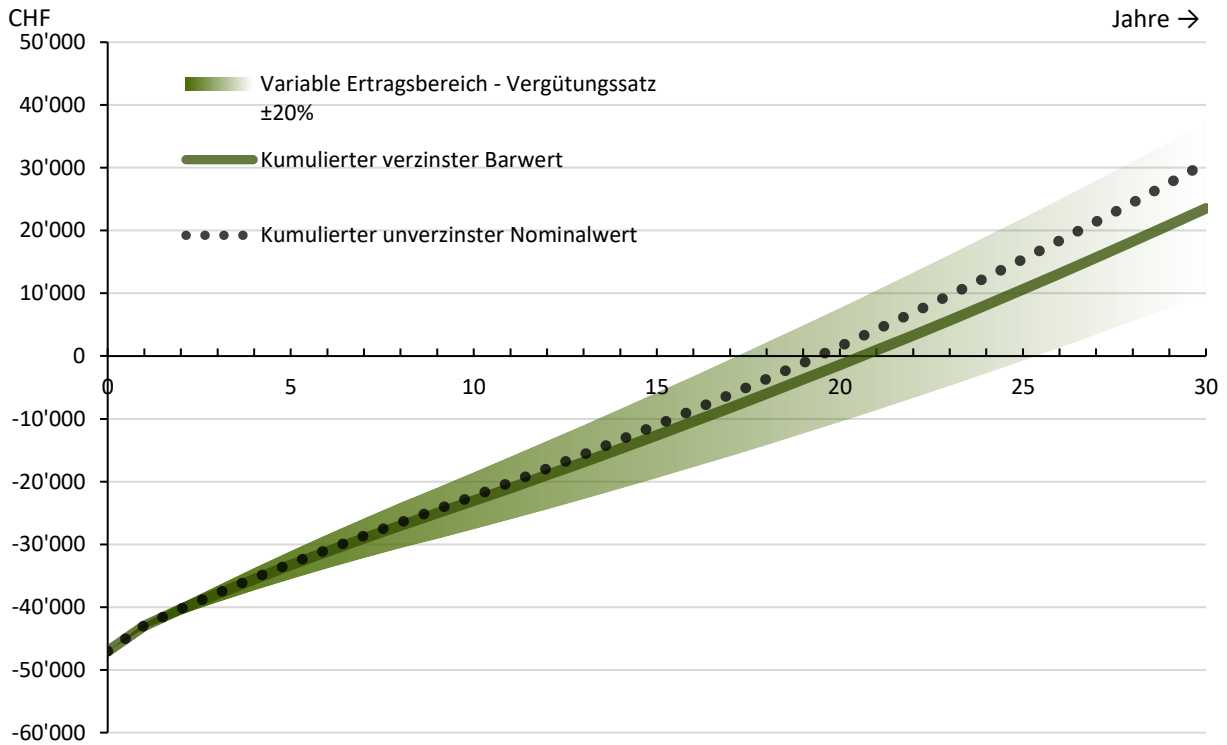


4. Vergütungskonditionen

Stromtarif Eigenverbrauch (Hochtarif)	CHF 0.37
Stromtarif Eigenverbrauch (Niedertarif)	CHF 0.31
Startwert Einspeisevergütung	CHF 0.15
Durchschnittliche jährliche Änderung Strompreis	-0.6%
Durchschnittliche jährliche Änderung Einspeisetarif	1.0%
Anteil Eigenverbrauch HT (Abschätzung)	80%
Anteil Eigenverbrauch NT (Abschätzung)	13%



5. Wirtschaftlichkeitsanalyse





6. Rückzahlung und Gewinnaussicht

Laufzeit:	30 Jahre
Stromgestehungskosten pro kWh:	Rp 19.87
(ohne laufende Kosten)	Rp 12.05
Gewinnaussicht:	CHF 24'000
Payback verzinster Barwert:	ca. 21 Jahre
Payback unverzinster Nominalwert:	ca. 20 Jahre

7. Anmerkungen

Sanierungskosten der Dachflächen Betriebsgebäude sind nicht eingerechnet. Wir empfehlen die Umsetzung der Dachflächen des Restaurantgebäudes, bei Sanierung des Betriebsgebäudes macht auch diese Photovoltaikanlage Sinn. Die nördlichen Dachflächen eignen sich aufgrund der Ausrichtung und Neigung nicht für die solare Stromproduktion.

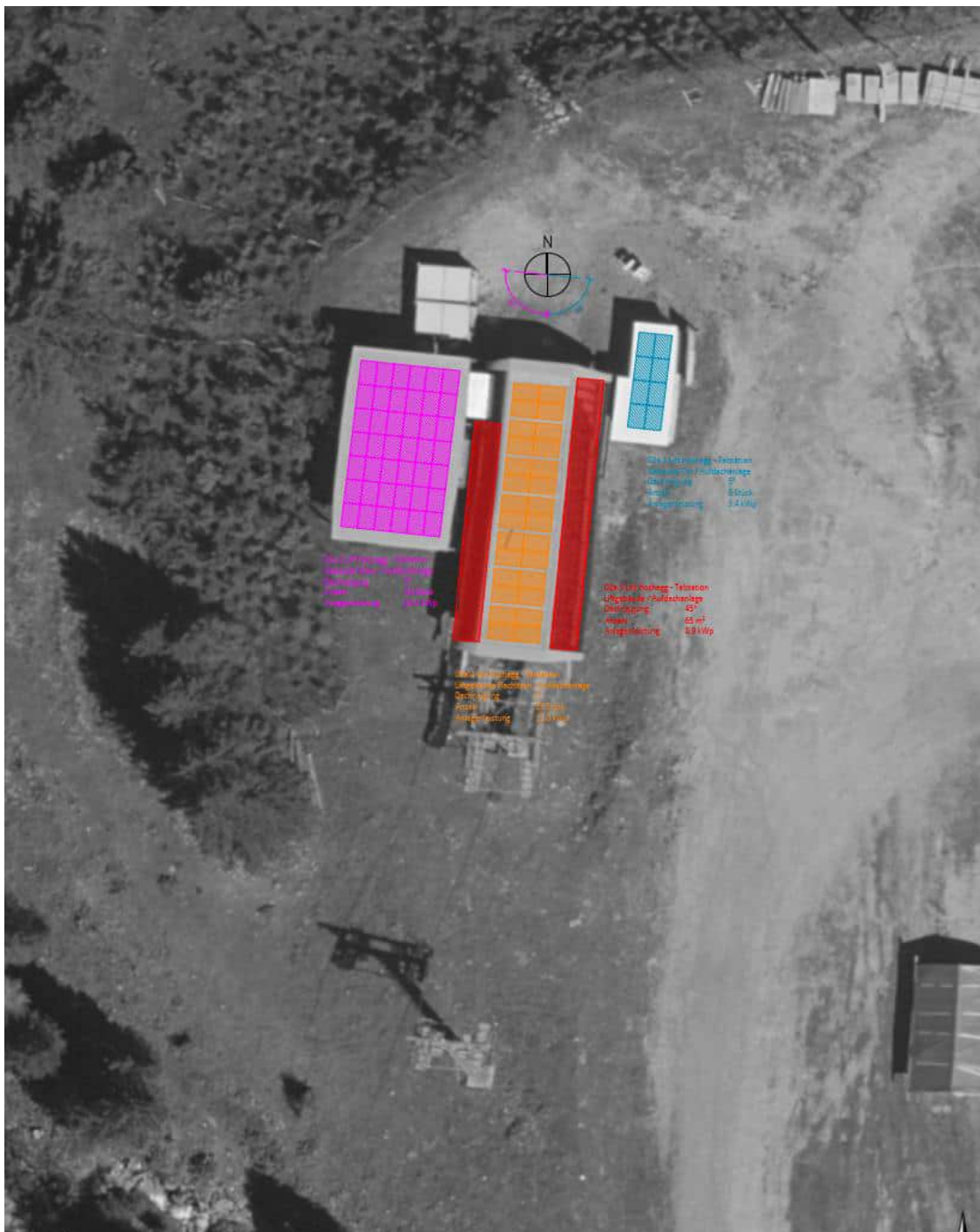
Eine Ertragsabminderung aufgrund Schneebedeckung in den Wintermonaten wurde eingerechnet.



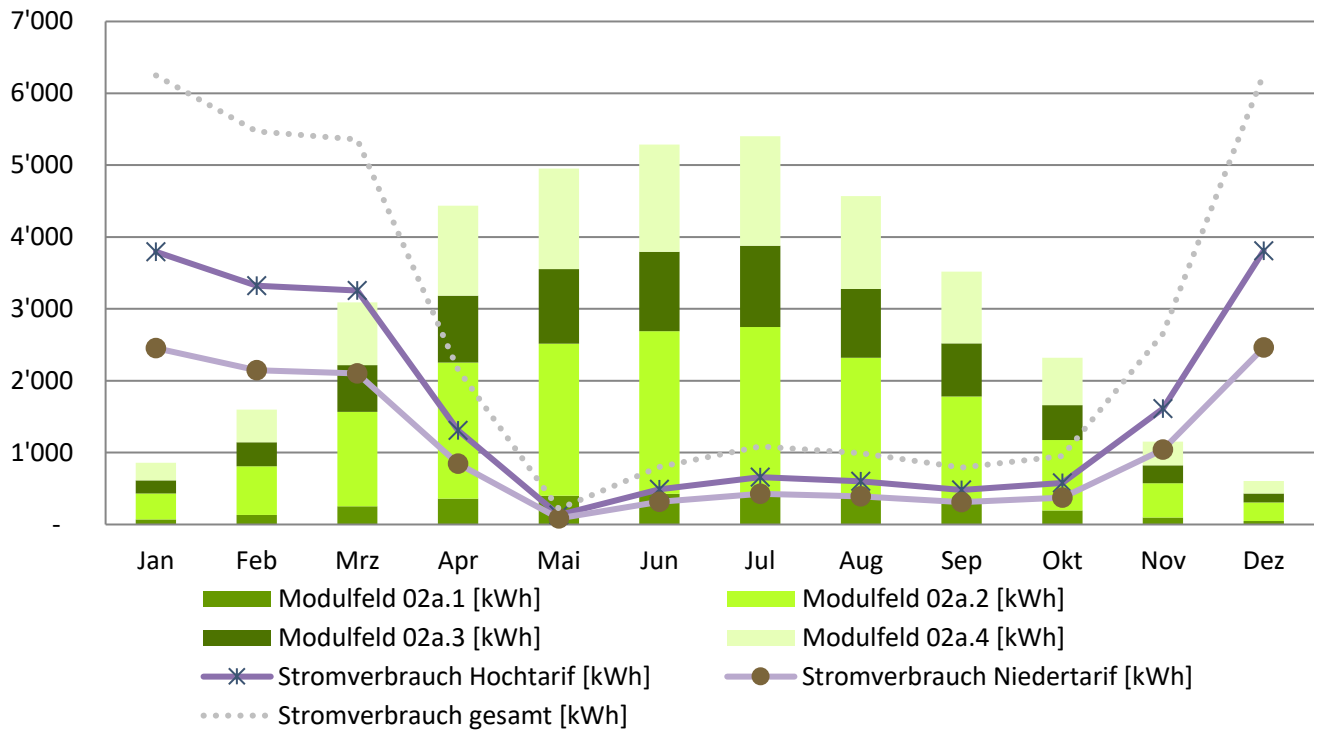
Konzept Photovoltaik - 02a - Lift Hohegg - Talstation

1. Anlagendaten

Nennleistung:	42.405 kWp
Jahresertrag:	28'500 kWh
Preis je kWp (bis zum Wechselrichter):	CHF 6'615
Preis je kWp (gesamte Anlage):	CHF 8'853



2. Jahresverbrauch und Jahresproduktion



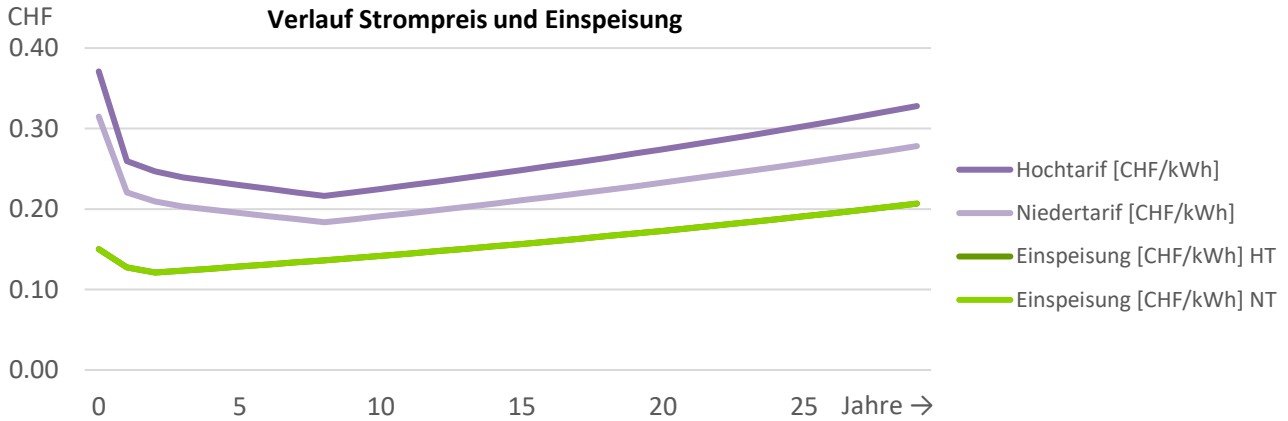
3. Photovoltaik-Anlagenkosten (inkl. MWSt.)

Photovoltaikanlage bis WR	CHF 280'500
Anschluss AC	CHF 5'000
Arbeiten Blitzschutz	CHF 5'000
Seilsicherung	CHF 15'000
Absturzsicherung Montage	CHF 10'800
Treppenturm für Montage	CHF 3'600
Honorar Planung, Bauleitung	CHF 36'468
Honorar Statiker	CHF 5'000
Kosten Netzanschluss	CHF 0
Mehraufwand Standort	CHF 14'026
Gesamtkosten	CHF 375'400
Förderbeitrag Land / Kanton	-CHF 27'563
Förderbeitrag Gemeinde	-CHF 10'000
Gesamtkosten inkl. Förderung	CHF 337'800
Genauigkeit der Kostenschätzung	± 20%
Hypothek (Öko-Renovationszinssatz LLB)	1.50%
Teuerung (Durchschnitt der letzten 5 Jahre)	0.88%
Kalkulationszinssatz (Hypothek - Teuerung)	0.62%
Wartungs-, Unterhalts und Ersatzkosten	CHF 2'750

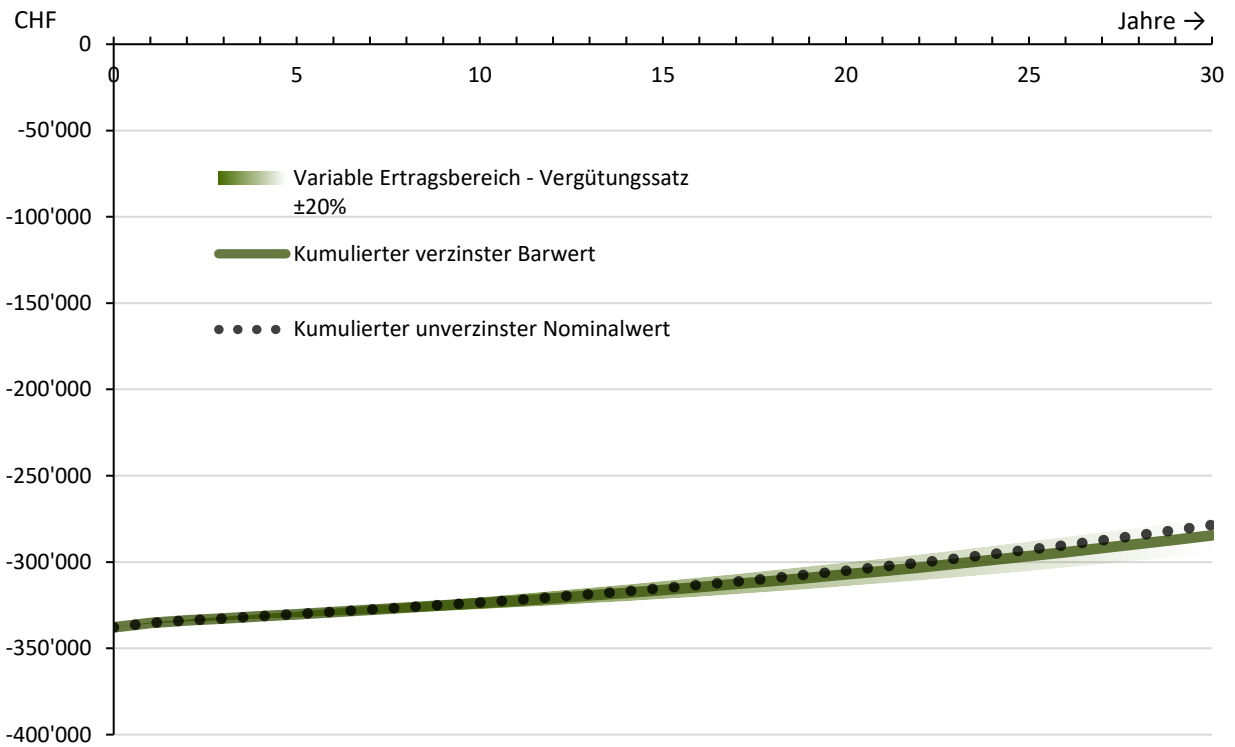


4. Vergütungskonditionen

Stromtarif Eigenverbrauch (Hochtarif)	CHF 0.37
Stromtarif Eigenverbrauch (Niedertarif)	CHF 0.31
Startwert Einspeisevergütung	CHF 0.15
Durchschnittliche jährliche Änderung Strompreis	-0.6%
Durchschnittliche jährliche Änderung Einspeisetarif	1.0%
Anteil Eigenverbrauch HT (Abschätzung)	14%
Anteil Eigenverbrauch NT (Abschätzung)	3%



5. Wirtschaftlichkeitsanalyse





6. Rückzahlung und Gewinnaussicht

Laufzeit:	30 Jahre
Stromgestehungskosten pro kWh:	Rp 53.97
(ohne laufende Kosten)	Rp 41.50
Gewinnaussicht:	-CHF 285'000
Payback verzinster Barwert:	
Payback unverzinster Nominalwert:	

7. Anmerkungen

Die Modulflächen 02a.3 (Indachanlage bei schrägen Fensterflächen) sind mit CHF 210'000.- sehr teuer und machen die gesamte Anlage sehr unwirtschaftlich. Wir empfehlen die Umsetzung aller Dachflächen mit Ausnahme von 02a.3.

Auch wenn der oben erwähnte Anlagenteil nicht umgesetzt wird, werden die restlichen Anlagenteile über 30 Jahre nicht amortisiert werden können. Grund hierfür ist der geringe Stromverbrauch am Gebäude, bzw. der deshalb geringe Eigenstromverbrauchsanteil.

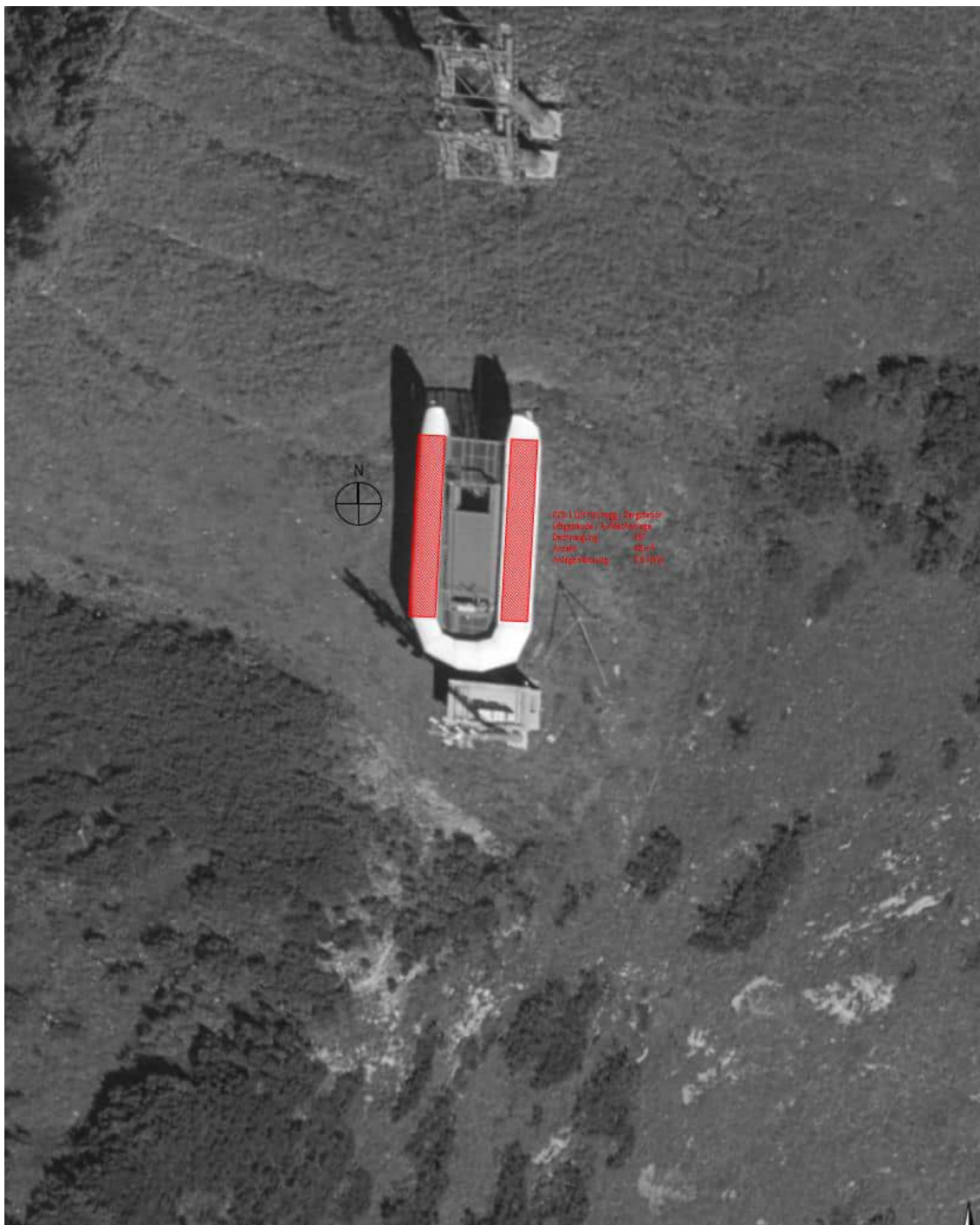
Eine Ertragsabminderung aufgrund Schneebedeckung in den Wintermonaten wurde eingerechnet.



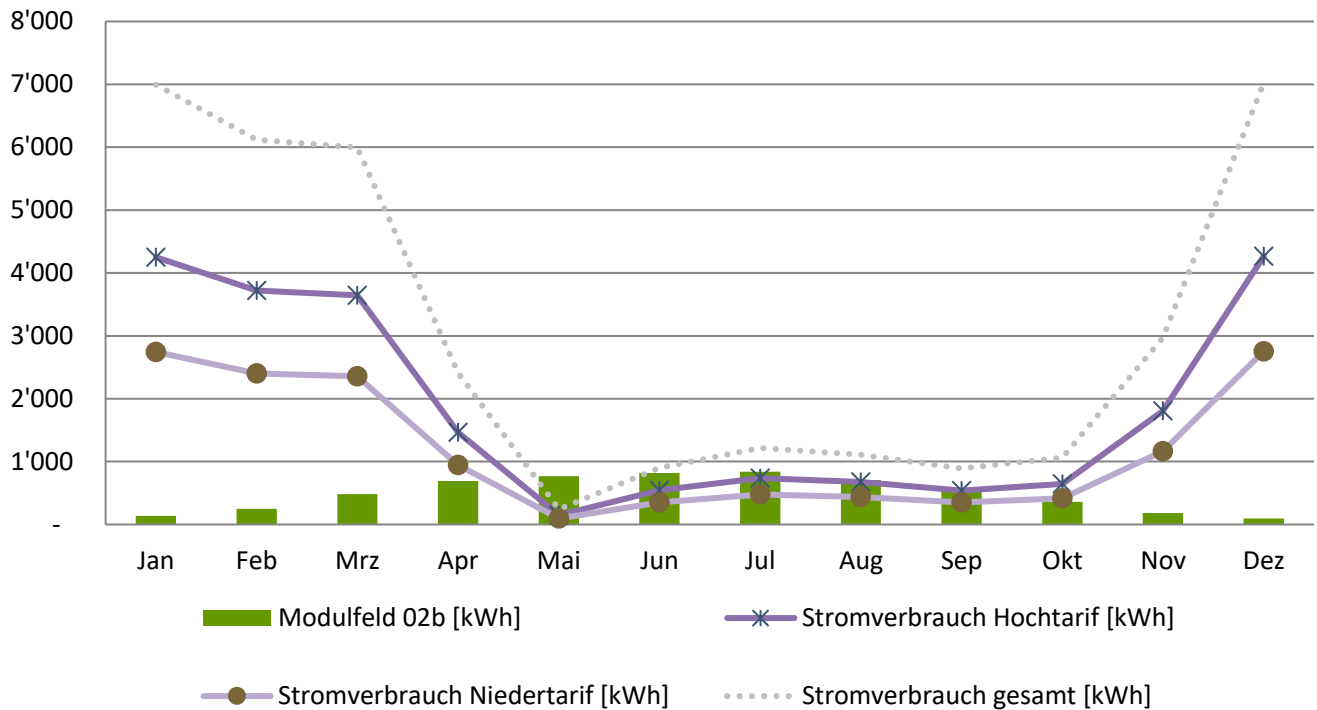
Konzept Photovoltaik - 02b - Lift Hohegg - Bergstation

1. Anlagendaten

Nennleistung:	6.6 kWp
Jahresertrag:	3'900 kWh
Preis je kWp (bis zum Wechselrichter):	CHF 23'498
Preis je kWp (gesamte Anlage):	CHF 36'034



2. Jahresverbrauch und Jahresproduktion



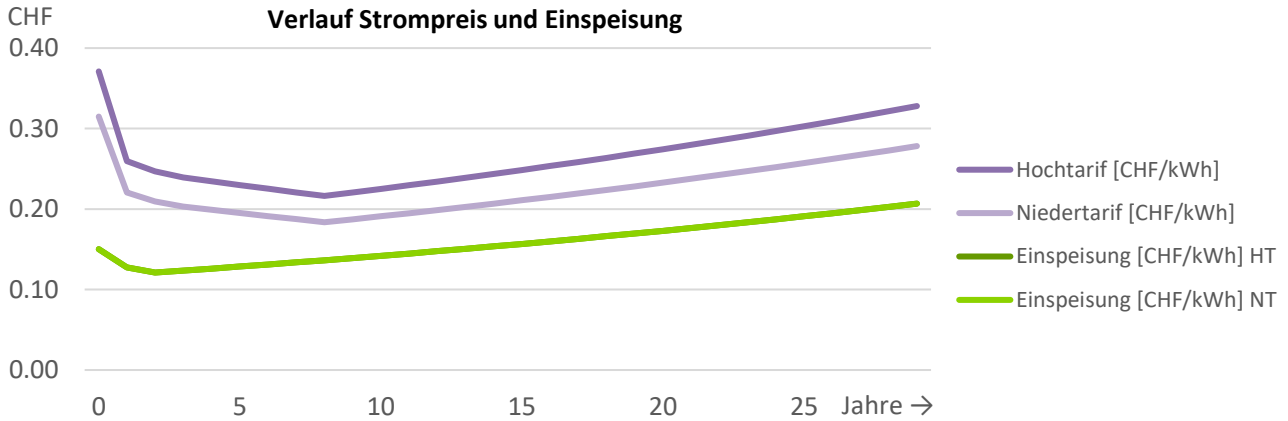
3. Photovoltaik-Anlagenkosten (inkl. MWSt.)

Photovoltaikanlage bis WR	CHF 155'100
Anschluss AC	CHF 5'000
Arbeiten Blitzschutz	CHF 3'000
Seilsicherung	CHF 7'500
Absturzsicherung Montage	CHF 4'400
Treppenturm für Montage	CHF 900
Honorar Planung, Bauleitung	CHF 20'161
Honorar Statiker	CHF 3'000
Kosten Netzanschluss	CHF 0
Mehraufwand Standort	CHF 38'772
Gesamtkosten	CHF 237'800
Förderbeitrag Land / Kanton	-CHF 4'290
Förderbeitrag Gemeinde	-CHF 4'290
Gesamtkosten inkl. Förderung	CHF 229'200
Genauigkeit der Kostenschätzung	± 20%
Hypothek (Öko-Renovationszinssatz LLB)	1.50%
Teuerung (Durchschnitt der letzten 5 Jahre)	0.88%
Kalkulationszinssatz (Hypothek - Teuerung)	0.62%
Wartungs-, Unterhalts und Ersatzkosten	CHF 1'450

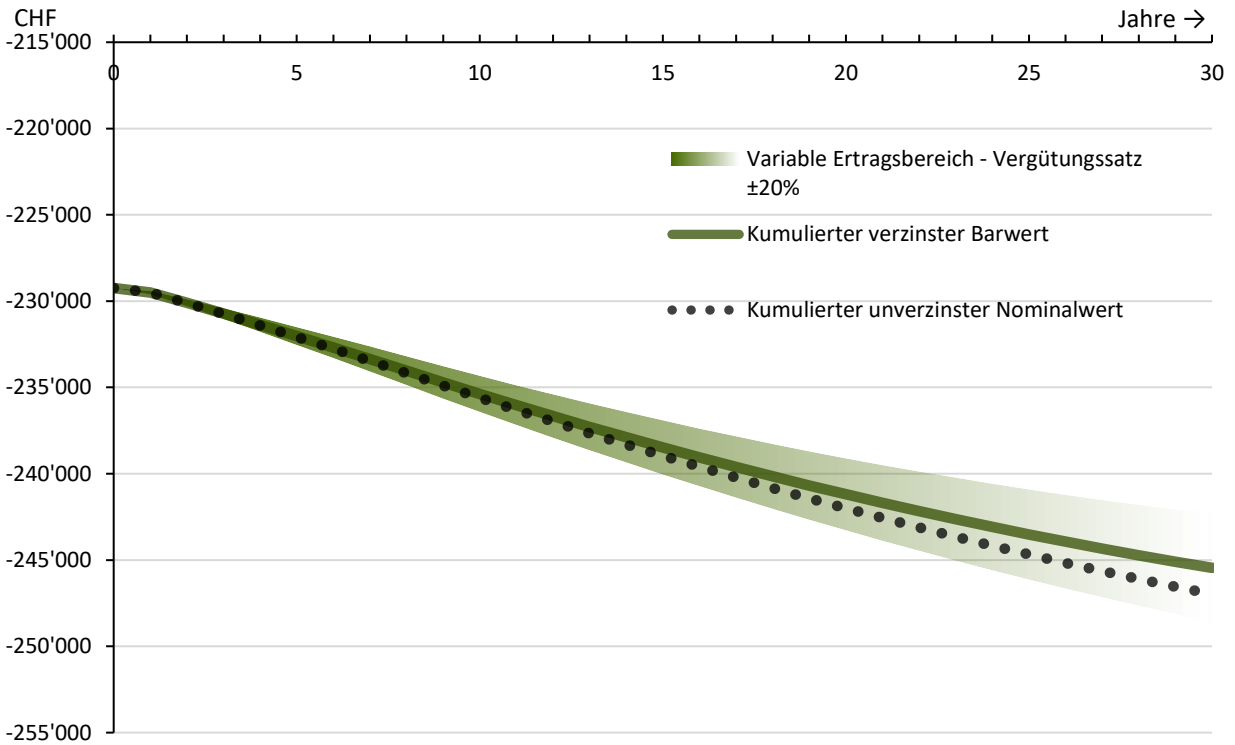


4. Vergütungskonditionen

Stromtarif Eigenverbrauch (Hochtarif)	CHF 0.37
Stromtarif Eigenverbrauch (Niedertarif)	CHF 0.31
Startwert Einspeisevergütung	CHF 0.15
Durchschnittliche jährliche Änderung Strompreis	-0.6%
Durchschnittliche jährliche Änderung Einspeisetarif	1.0%
Anteil Eigenverbrauch HT (Abschätzung)	58%
Anteil Eigenverbrauch NT (Abschätzung)	13%



5. Wirtschaftlichkeitsanalyse





6. Rückzahlung und Gewinnaussicht

Laufzeit:	30 Jahre
Stromgestehungskosten pro kWh:	Rp 251.41
(ohne laufende Kosten)	Rp 205.32
Gewinnaussicht:	-CHF 245'000
Payback verzinster Barwert:	
Payback unverzinster Nominalwert:	

7. Anmerkungen

Das Gebäude eignet sich nicht für die solare Stromproduktion. Die Anlagenleistung ist sehr gering, bzw. sehr kostenintensiv.

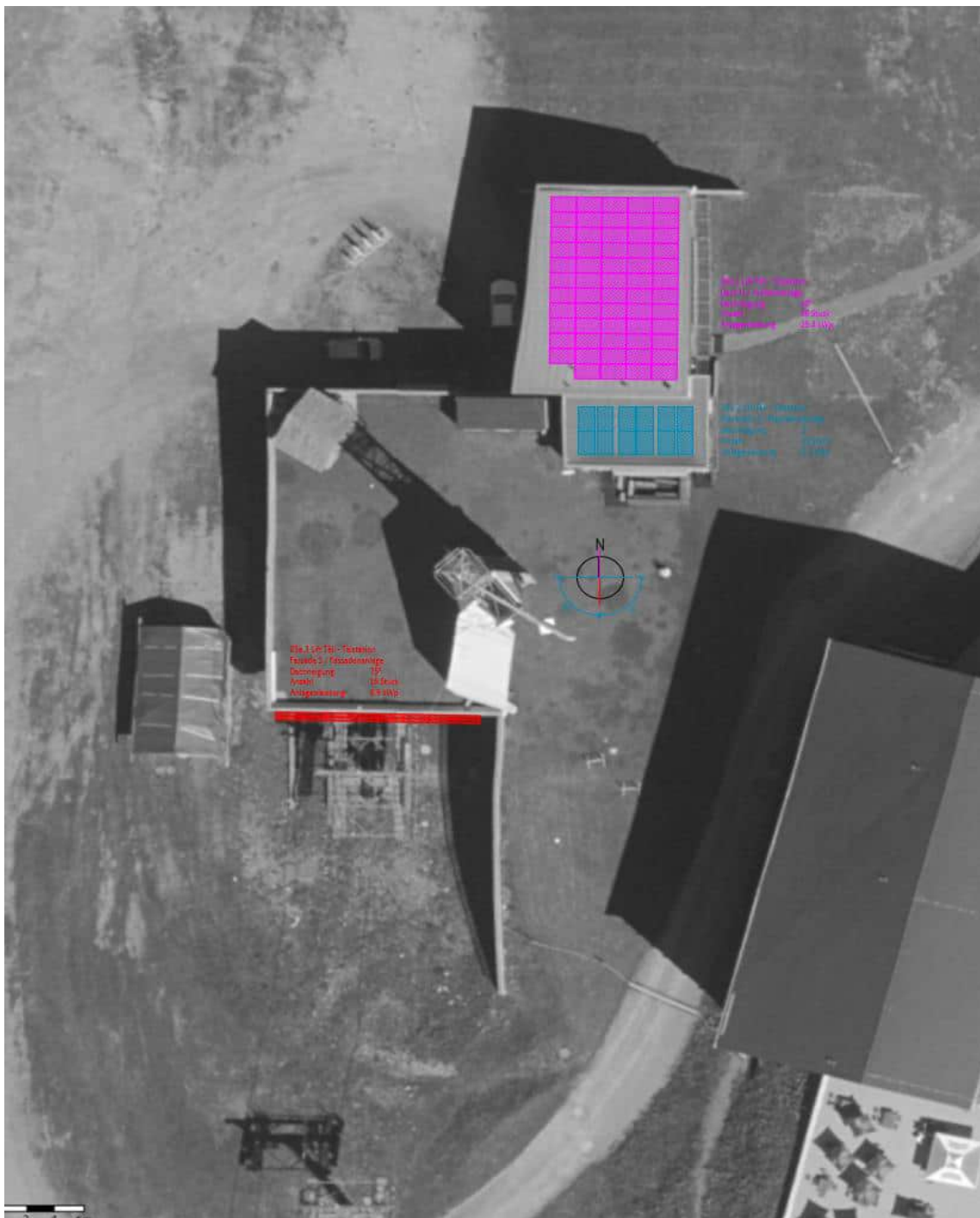
Eine Ertragsabminderung aufgrund Schneebedeckung in den Wintermonaten wurde eingerechnet.



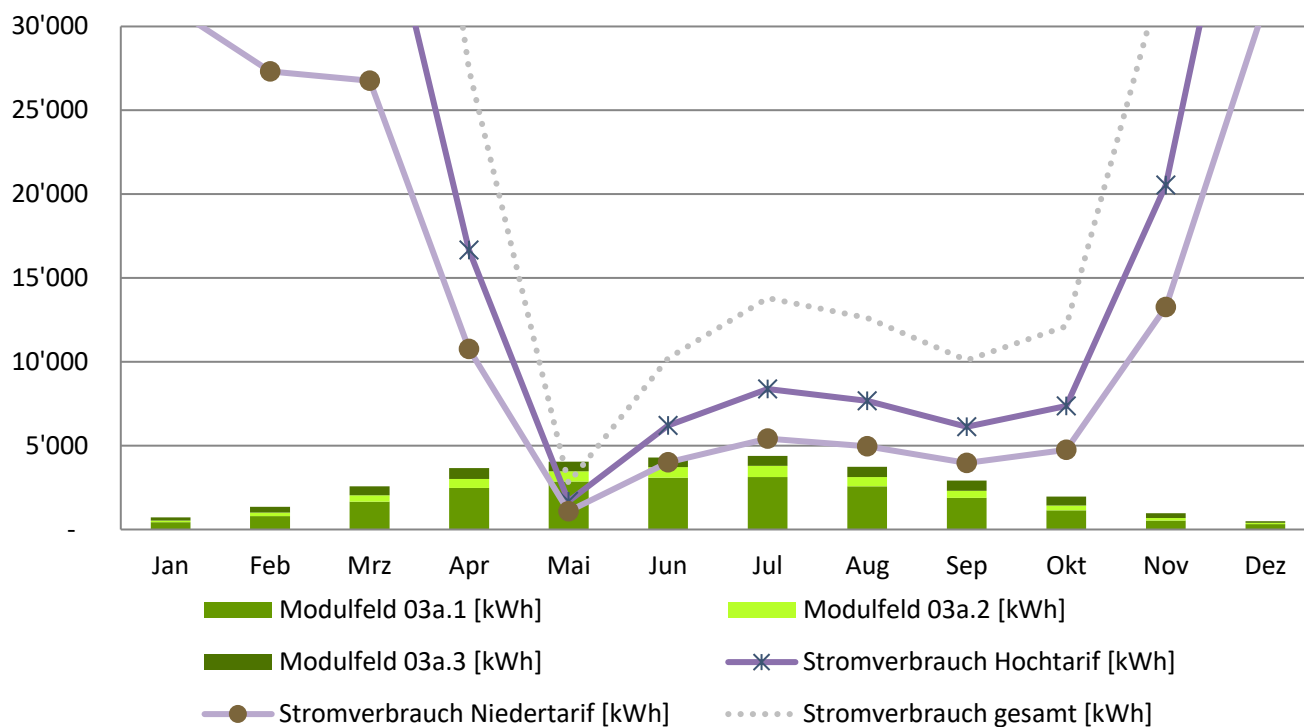
Konzept Photovoltaik - 03a - Lift Täli - Talstation

1. Anlagendaten

Nennleistung:	37.5 kWp
Jahresertrag:	25'400 kWh
Preis je kWp (bis zum Wechselrichter):	CHF 2'550
Preis je kWp (gesamte Anlage):	CHF 3'773



2. Jahresverbrauch und Jahresproduktion



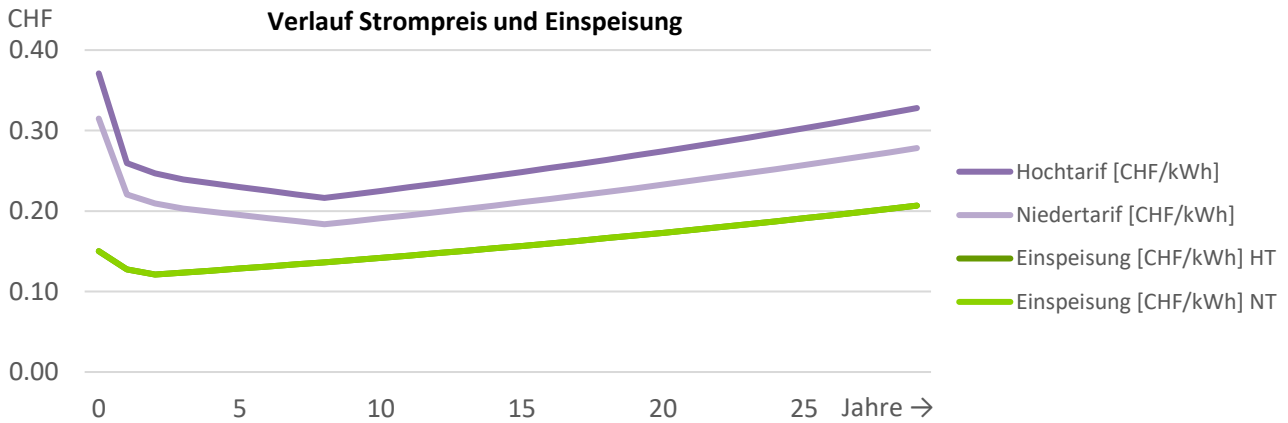
3. Photovoltaik-Anlagenkosten (inkl. MWSt.)

Photovoltaikanlage bis WR	CHF 95'600
Anschluss AC	CHF 4'500
Arbeiten Blitzschutz	CHF 5'000
Seilsicherung	CHF 8'750
Absturzsicherung Montage	CHF 5'600
Treppenturm für Montage	CHF 1'800
Honorar Planung, Bauleitung	CHF 12'432
Honorar Statiker	CHF 3'000
Kosten Netzanschluss	CHF 0
Mehraufwand Standort	CHF 4'782
Gesamtkosten	CHF 141'500
Förderbeitrag Land / Kanton	-CHF 24'375
Förderbeitrag Gemeinde	-CHF 10'000
Gesamtkosten inkl. Förderung	CHF 107'100
Genauigkeit der Kostenschätzung	± 20%
Hypothek (Öko-Renovationszinssatz LLB)	1.50%
Teuerung (Durchschnitt der letzten 5 Jahre)	0.88%
Kalkulationszinssatz (Hypothek - Teuerung)	0.62%
Wartungs-, Unterhalts und Ersatzkosten	CHF 1'300

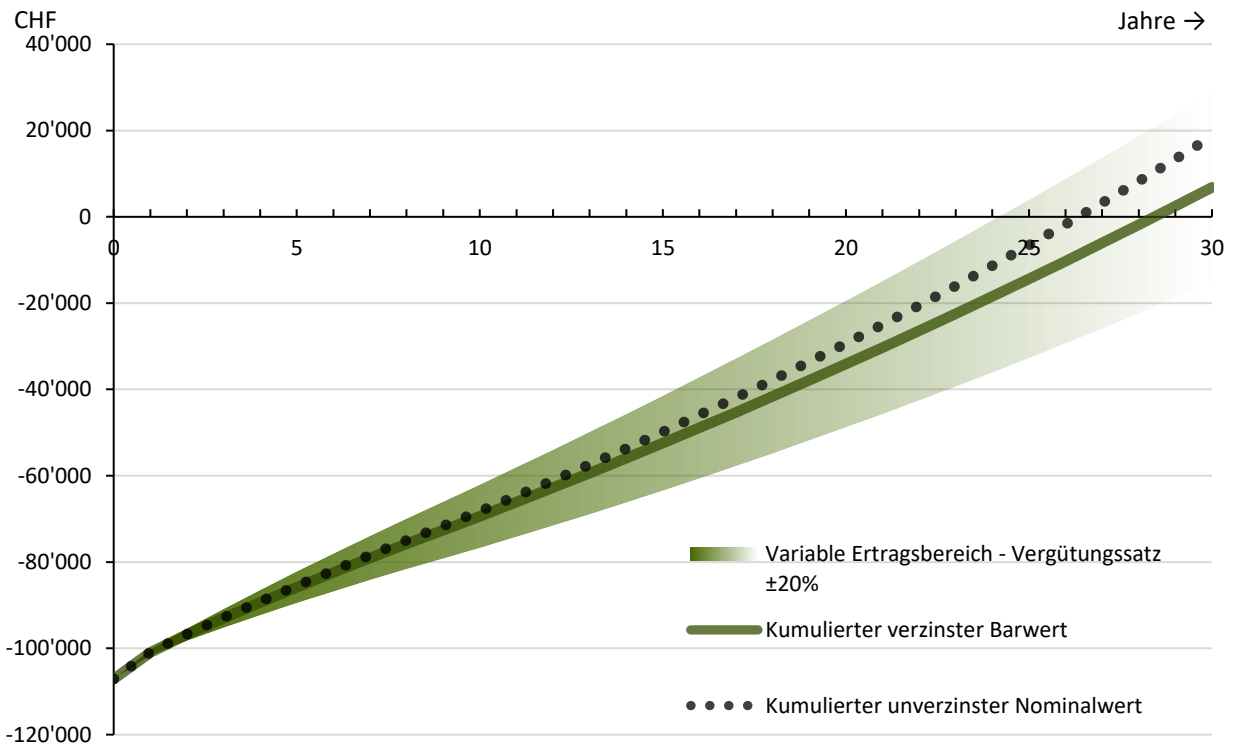


4. Vergütungskonditionen

Stromtarif Eigenverbrauch (Hochtarif)	CHF 0.37
Stromtarif Eigenverbrauch (Niedertarif)	CHF 0.31
Startwert Einspeisevergütung	CHF 0.15
Durchschnittliche jährliche Änderung Strompreis	-0.6%
Durchschnittliche jährliche Änderung Einspeisetarif	1.0%
Anteil Eigenverbrauch HT (Abschätzung)	57%
Anteil Eigenverbrauch NT (Abschätzung)	12%



5. Wirtschaftlichkeitsanalyse





6. Rückzahlung und Gewinnaussicht

Laufzeit:	30 Jahre
Stromgestehungskosten pro kWh:	Rp 22.38
(ohne laufende Kosten)	Rp 14.76
Gewinnaussicht:	CHF 7'000
Payback verzinster Barwert:	ca. 29 Jahre
Payback unverzinster Nominalwert:	ca. 27 Jahre

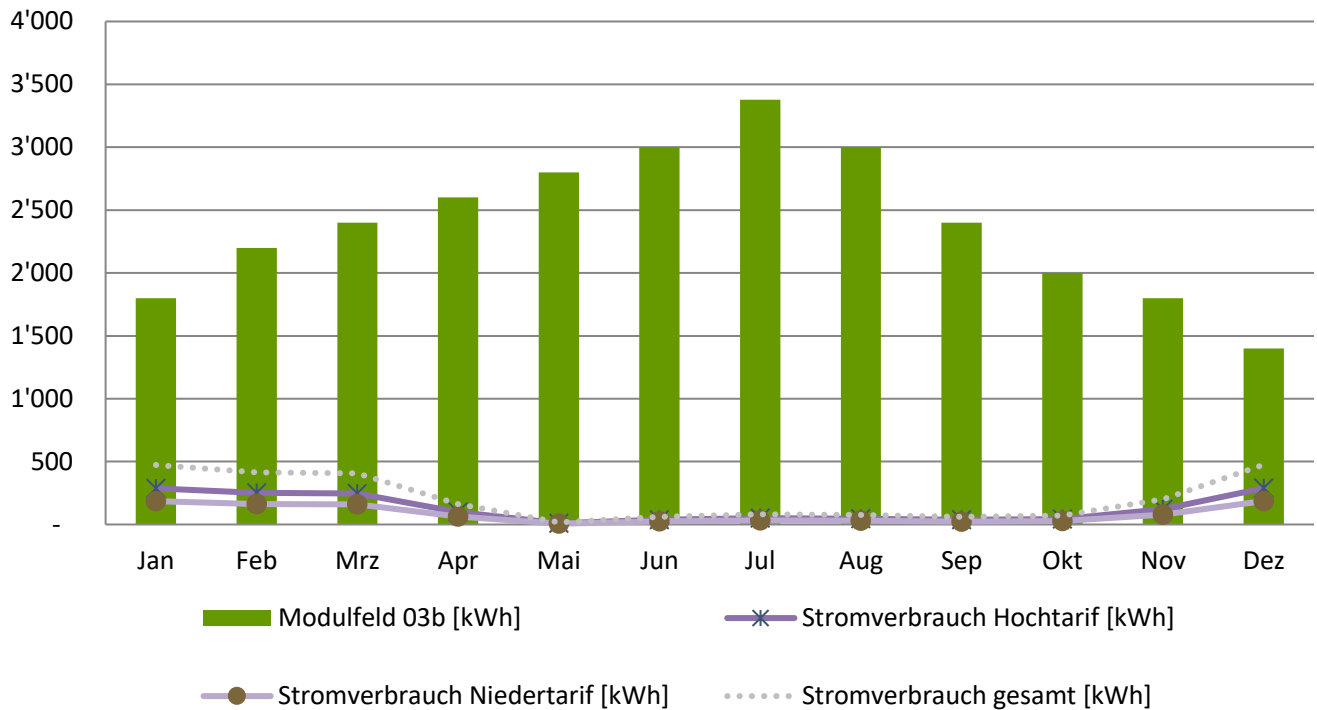
7. Anmerkungen

Die 3 Flächen eignen sich für den Betrieb von Photovoltaikanlagen, eine Umsetzung kann empfohlen werden. Die Anlagen sollten sich über deren Lebensdauer amortisieren.

Eine Ertragsabminderung aufgrund Schneebedeckung in den Wintermonaten wurde eingerechnet. Die Fassadenanlage ist im Winter nicht bedeckt und liefert in dieser Zeit wertvollen Winterstrom.



2. Jahresverbrauch und Jahresproduktion



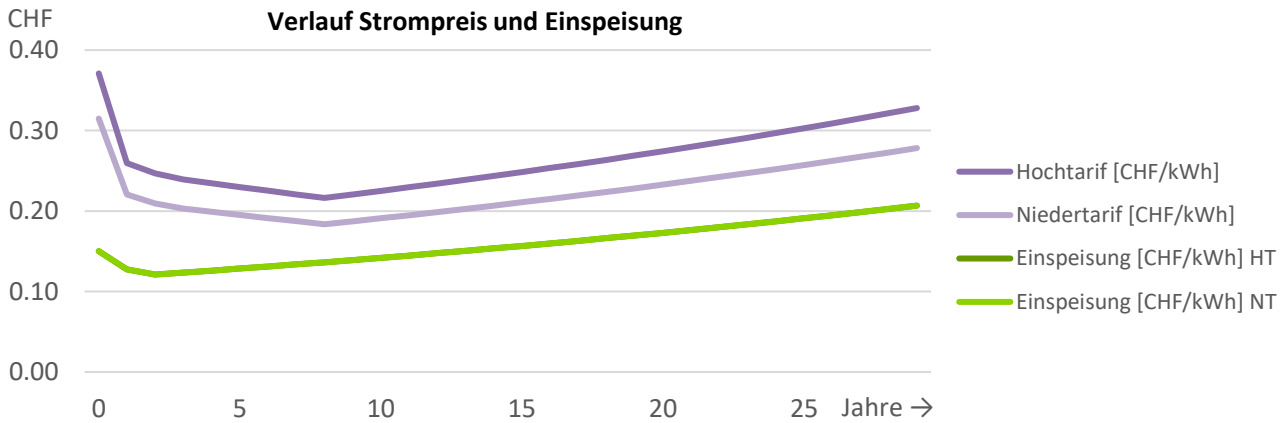
3. Photovoltaik-Anlagenkosten (inkl. MWSt.)

Photovoltaikanlage bis WR	CHF 55'800
Anschluss AC	CHF 5'000
Arbeiten Blitzschutz	CHF 3'000
Seilsicherung	CHF 6'000
Absturzsicherung Montage	CHF 0
Treppenturm für Montage	CHF 0
Honorar Planung, Bauleitung	CHF 7'254
Honorar Statiker	CHF 2'000
Kosten Netzanschluss	CHF 0
Mehraufwand Standort	CHF 8'370
Gesamtkosten	CHF 87'400
Förderbeitrag Land / Kanton	-CHF 19'760
Förderbeitrag Gemeinde	-CHF 10'000
Gesamtkosten inkl. Förderung	CHF 57'700
Genauigkeit der Kostenschätzung	± 20%
Hypothek (Öko-Renovationszinssatz LLB)	1.50%
Teuerung (Durchschnitt der letzten 5 Jahre)	0.88%
Kalkulationszinssatz (Hypothek - Teuerung)	0.62%
Wartungs-, Unterhalts und Ersatzkosten	CHF 850

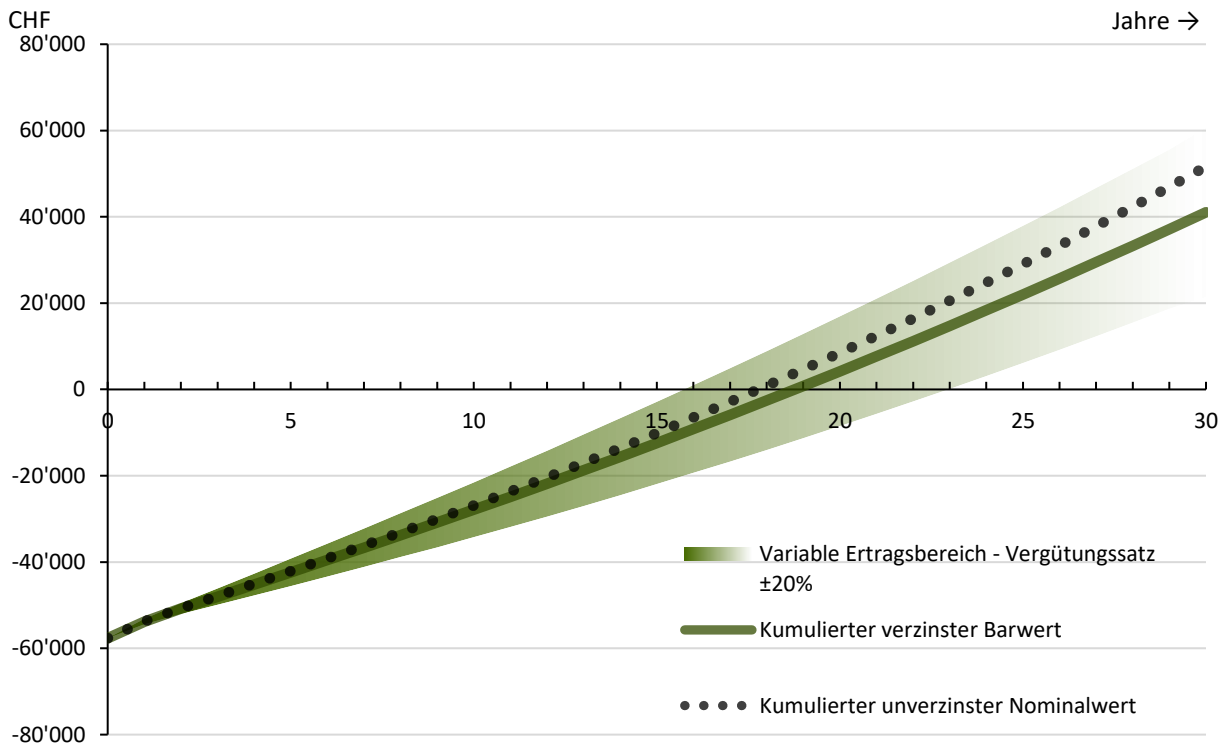


4. Vergütungskonditionen

Stromtarif Eigenverbrauch (Hochtarif)	CHF 0.37
Stromtarif Eigenverbrauch (Niedertarif)	CHF 0.31
Startwert Einspeisevergütung	CHF 0.15
Durchschnittliche jährliche Änderung Strompreis	-0.6%
Durchschnittliche jährliche Änderung Einspeisetarif	1.0%
Anteil Eigenverbrauch HT (Abschätzung)	5%
Anteil Eigenverbrauch NT (Abschätzung)	3%



5. Wirtschaftlichkeitsanalyse





6. Rückzahlung und Gewinnaussicht

Laufzeit:	30 Jahre
Stromgestehungskosten pro kWh: (ohne laufende Kosten)	Rp 11.89 Rp 7.02
Gewinnaussicht:	CHF 41'000
Payback verzinster Barwert:	ca. 19 Jahre
Payback unverzinster Nominalwert:	ca. 18 Jahre

7. Anmerkungen

Die Anlage ist auf dem Gründach als vertikale PV-Anlage konzipiert. Diese wird mit Abstand zur Dachfläche montiert. Dieses System liefert auch in den Wintermonaten Ertrag. Da der Stromverbrauch am Standort sehr gering ist, ist die Wirtschaftlichkeit nur mittelmässig. Sofern die Anlage an die Verbraucher der Talstation angebunden werden kann, wäre die PV-Anlage deutlich rentabler.

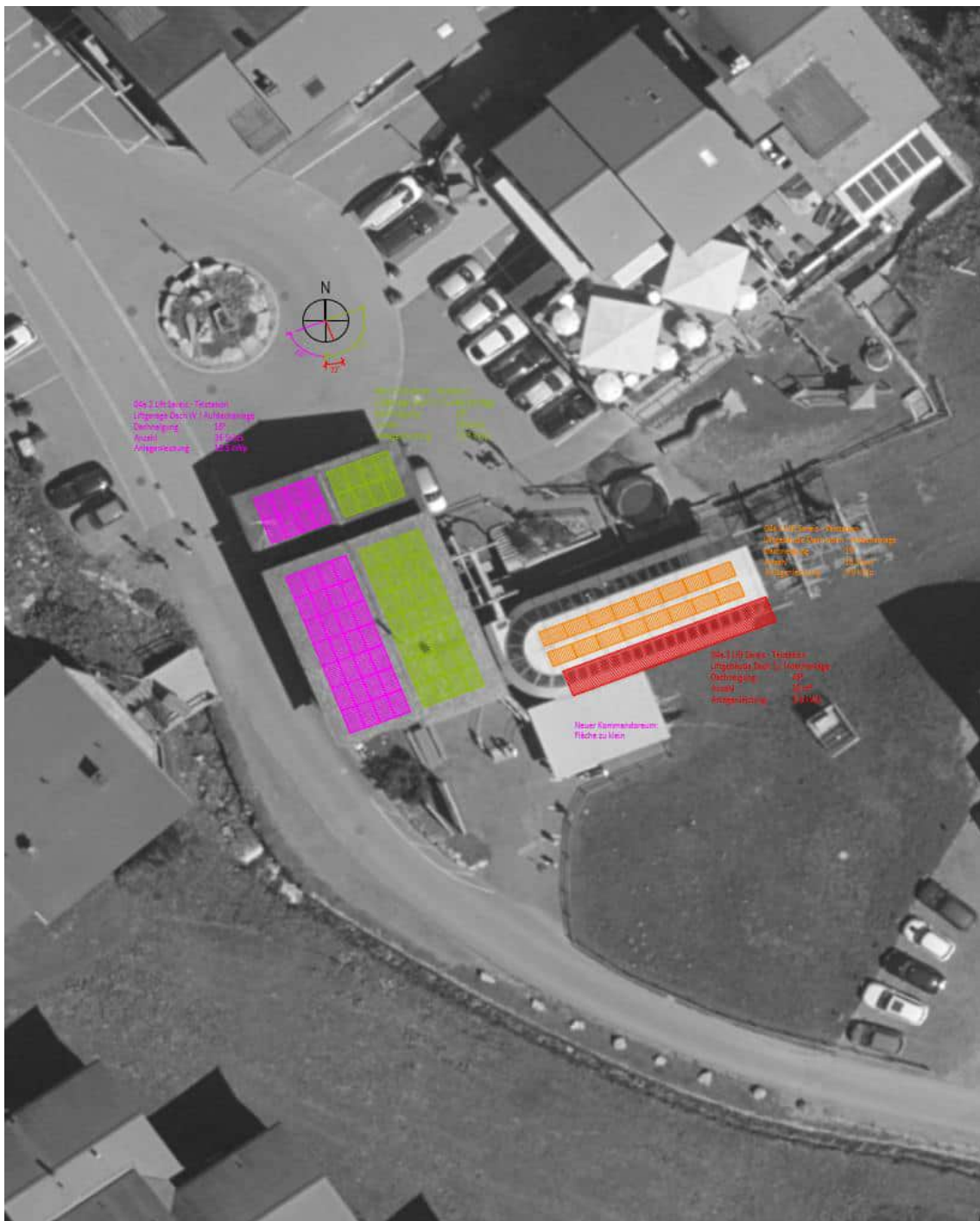
Es ist mit der Baubehörde vorgängig zu klären, ob die Anlage den gestalterischen Anforderungen entspricht.



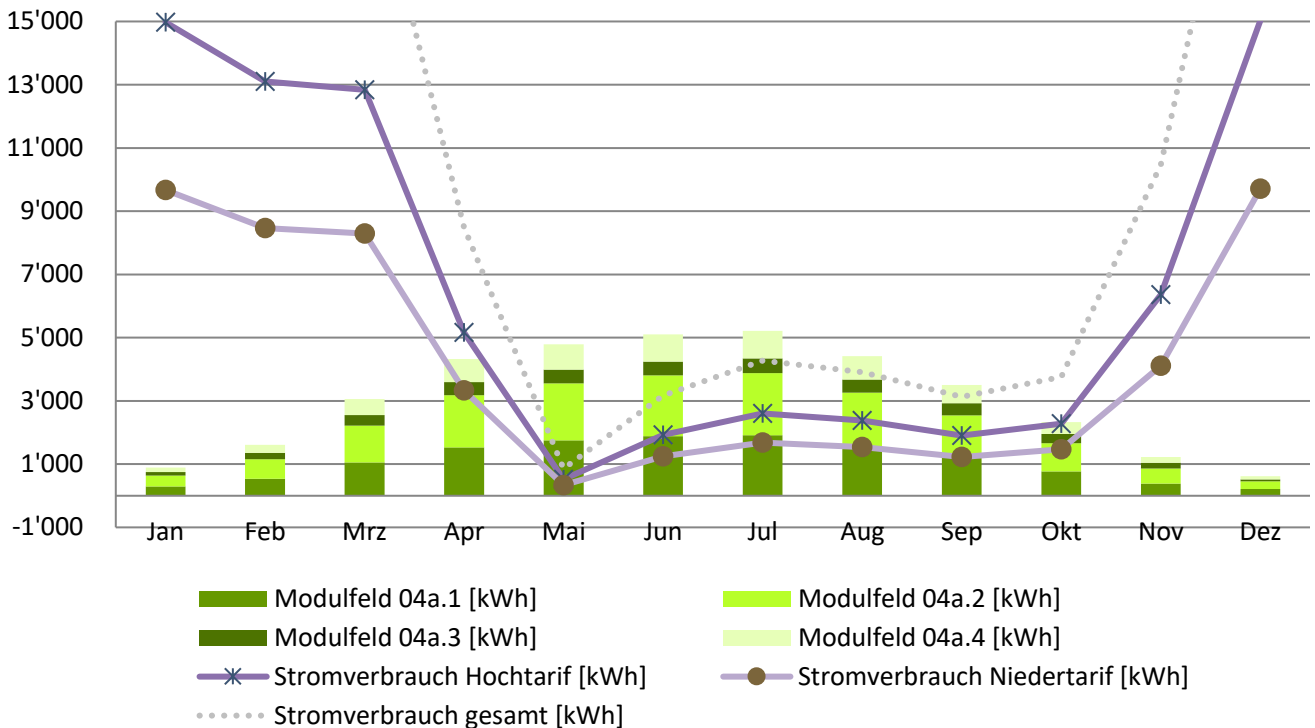
Konzept Photovoltaik - 04a - Lift Sareis - Talstation

1. Anlagendaten

Nennleistung:	41.7 kWp
Jahresertrag:	28'900 kWh
Preis je kWp (bis zum Wechselrichter):	CHF 2'732
Preis je kWp (gesamte Anlage):	CHF 3'517



2. Jahresverbrauch und Jahresproduktion



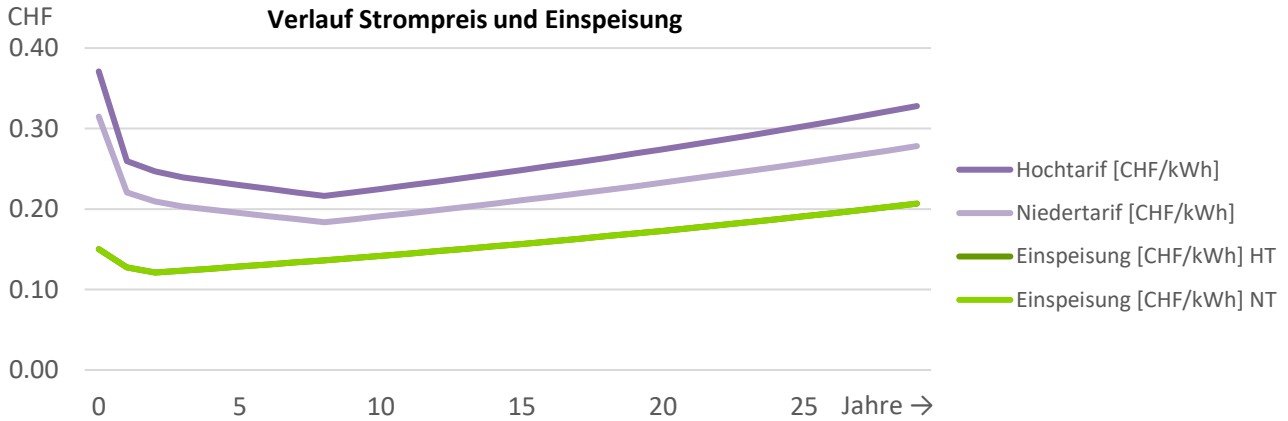
3. Photovoltaik-Anlagenkosten (inkl. MWSt.)

Photovoltaikanlage bis WR	CHF 113'900
Anschluss AC	CHF 2'000
Arbeiten Blitzschutz	CHF 1'000
Seilsicherung	CHF 9'250
Absturzsicherung Montage	CHF 0
Treppenturm für Montage	CHF 0
Honorar Planung, Bauleitung	CHF 14'809
Honorar Statiker	CHF 0
Kosten Netzanschluss	CHF 0
Mehraufwand Standort	CHF 5'696
Gesamtkosten	CHF 146'700
Förderbeitrag Land / Kanton	-CHF 20'850
Förderbeitrag Gemeinde	-CHF 10'000
Gesamtkosten inkl. Förderung	CHF 115'800
Genauigkeit der Kostenschätzung	± 20%
Hypothek (Öko-Renovationszinssatz LLB)	1.50%
Teuerung (Durchschnitt der letzten 5 Jahre)	0.88%
Kalkulationszinssatz (Hypothek - Teuerung)	0.62%
Wartungs-, Unterhalts und Ersatzkosten	CHF 1'500

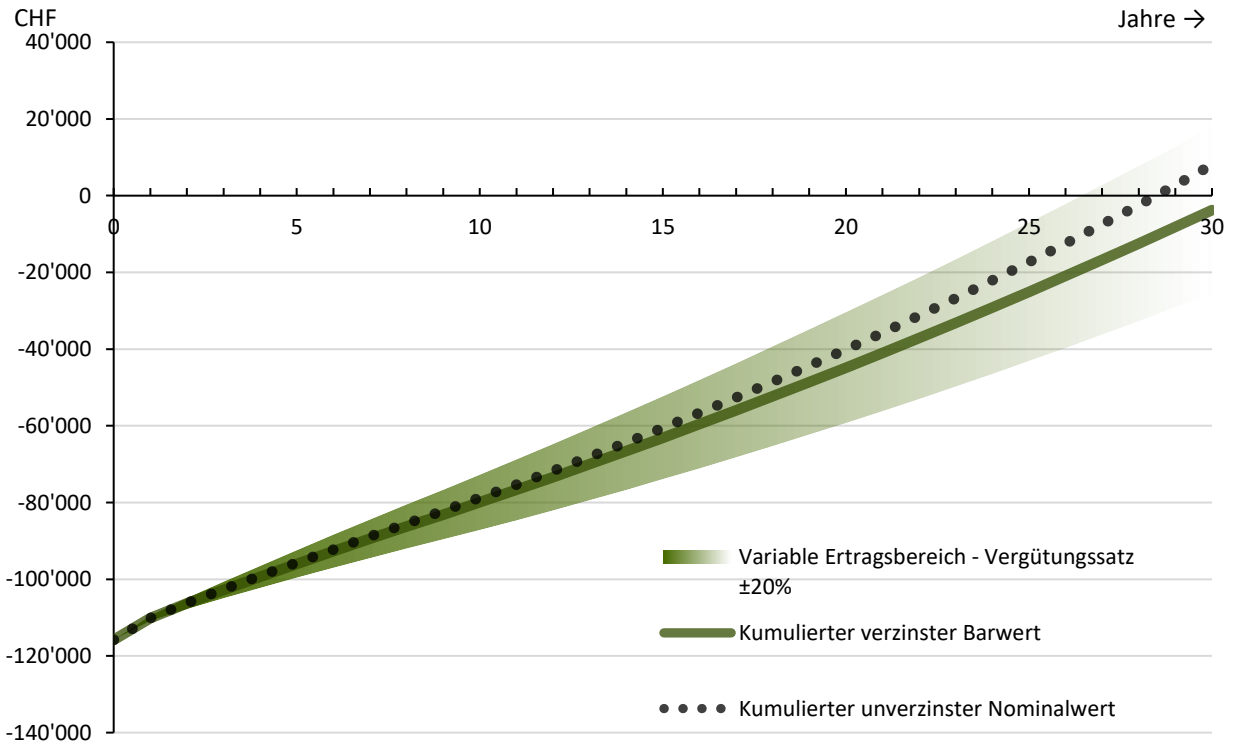


4. Vergütungskonditionen

Stromtarif Eigenverbrauch (Hochtarif)	CHF 0.37
Stromtarif Eigenverbrauch (Niedertarif)	CHF 0.31
Startwert Einspeisevergütung	CHF 0.15
Durchschnittliche jährliche Änderung Strompreis	-0.6%
Durchschnittliche jährliche Änderung Einspeisetarif	1.0%
Anteil Eigenverbrauch HT (Abschätzung)	39%
Anteil Eigenverbrauch NT (Abschätzung)	8%



5. Wirtschaftlichkeitsanalyse





6. Rückzahlung und Gewinnaussicht

Laufzeit:	30 Jahre
Stromgestehungskosten pro kWh:	Rp 21.71
(ohne laufende Kosten)	Rp 14.04
Gewinnaussicht:	-CHF 4'000
Payback verzinster Barwert:	ca. 31 Jahre
Payback unverzinster Nominalwert:	ca. 29 Jahre

7. Anmerkungen

Im Zuge des Neubaus sollten alle hier dargestellten Photovoltaikanlagen umgesetzt werden. Die Dachflächen eignen sich für die Stromproduktion, wirtschaftlich sind diese allerdings nur bedingt interessant (geringer Stromverbrauch über den Sommer) - die Anlagen sollten sich aber trotzdem über deren Lebensdauer amortisieren.

Da die Anlage im Zuge eines Neubaus umgesetzt werden kann, fallen die Erstellungskosten geringer aus (z.B.: bei Planung oder Gerüst).

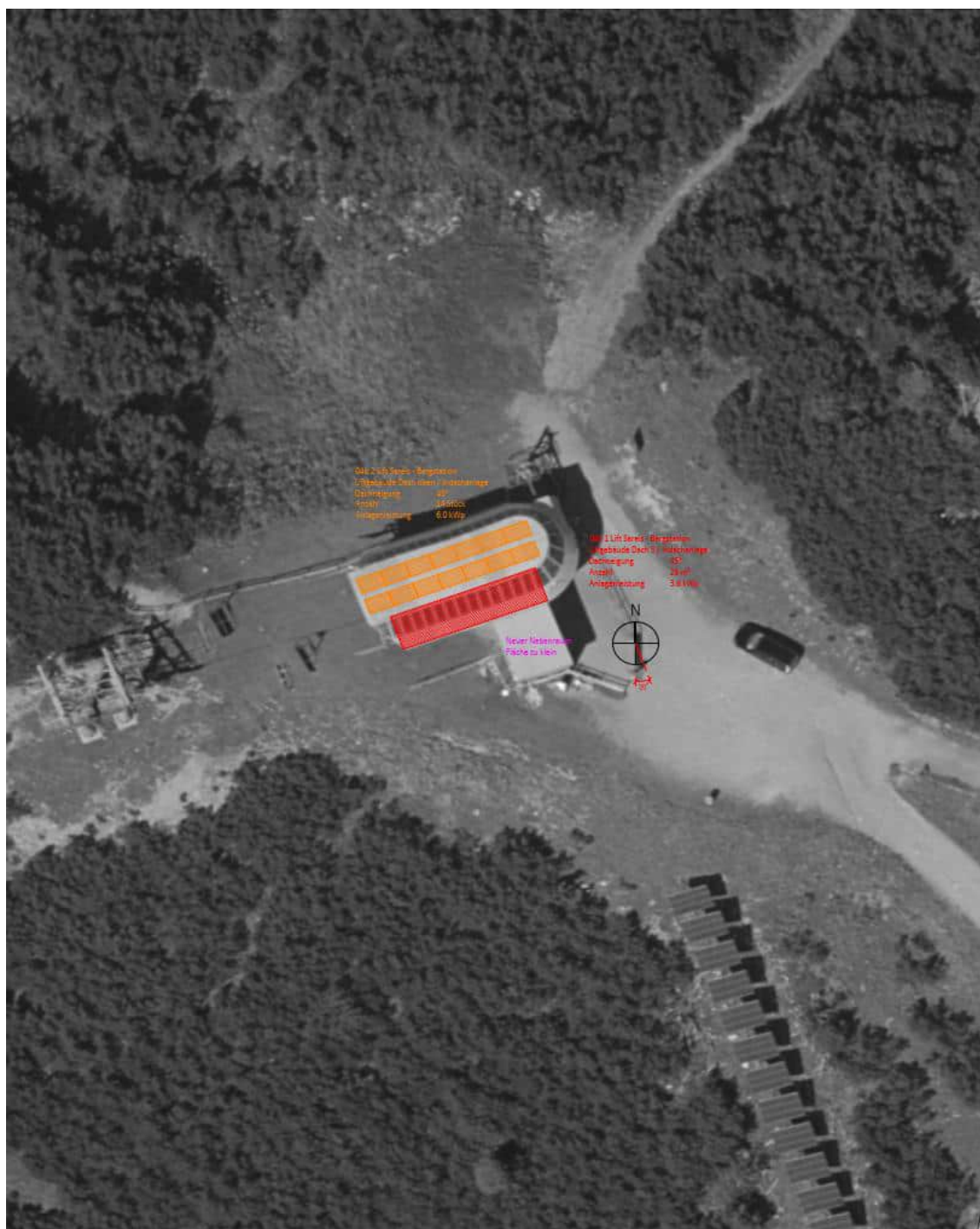
Eine Ertragsabminderung aufgrund Schneebedeckung in den Wintermonaten wurde eingerechnet.



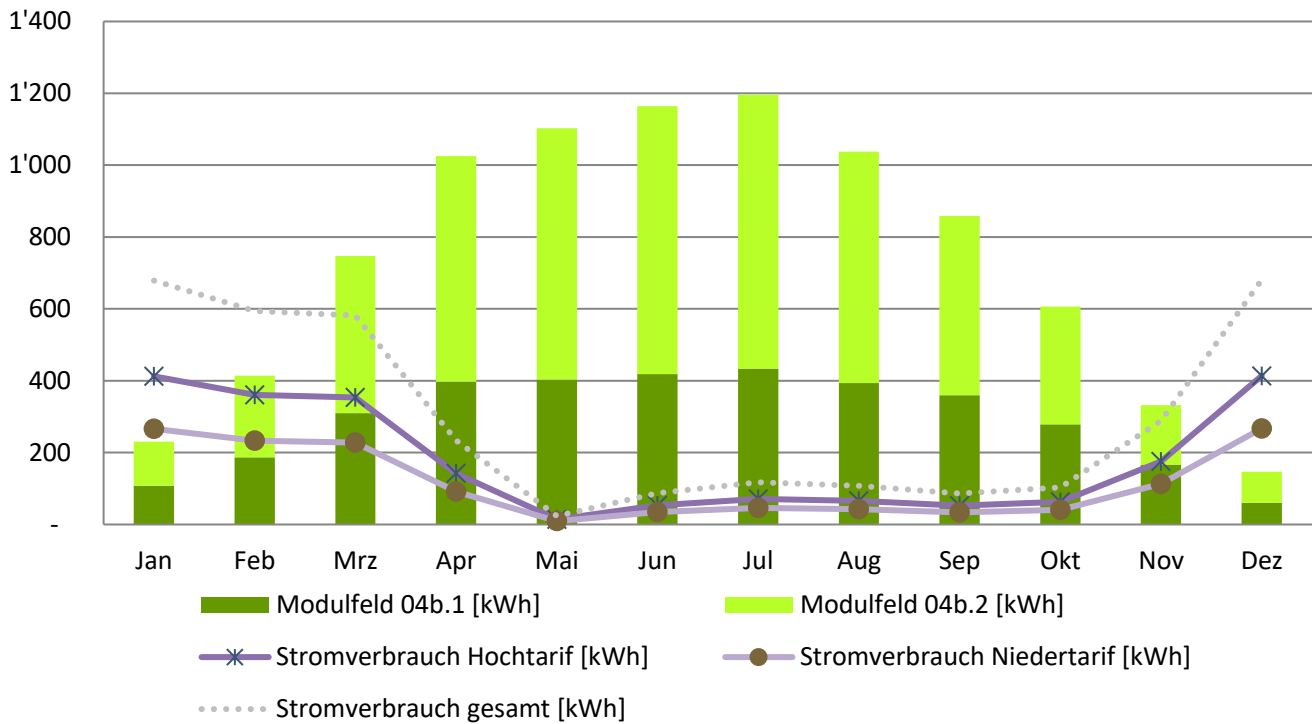
Konzept Photovoltaik - 04b - Lift Sareis - Bergstation

1. Anlagendaten

Nennleistung:	9.6 kWp
Jahresertrag:	6'900 kWh
Preis je kWp (bis zum Wechselrichter):	CHF 4'326
Preis je kWp (gesamte Anlage):	CHF 6'189



2. Jahresverbrauch und Jahresproduktion



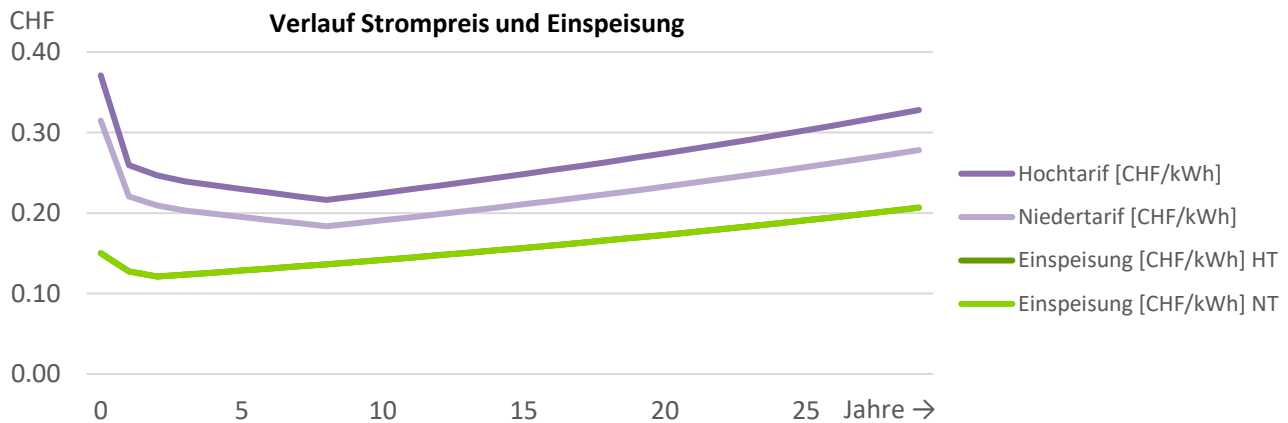
3. Photovoltaik-Anlagenkosten (inkl. MWSt.)

Photovoltaikanlage bis WR	CHF 41'500
Anschluss AC	CHF 2'000
Arbeiten Blitzschutz	CHF 1'000
Seilsicherung	CHF 3'250
Absturzsicherung Montage	CHF 0
Treppenturm für Montage	CHF 0
Honorar Planung, Bauleitung	CHF 5'399
Honorar Statiker	CHF 0
Kosten Netzanschluss	CHF 0
Mehraufwand Standort	CHF 6'230
Gesamtkosten	CHF 59'400
Förderbeitrag Land / Kanton	-CHF 4'800
Förderbeitrag Gemeinde	-CHF 4'800
Gesamtkosten inkl. Förderung	CHF 49'800
Genauigkeit der Kostenschätzung	± 20%
Hypothek (Öko-Renovationszinssatz LLB)	1.50%
Teuerung (Durchschnitt der letzten 5 Jahre)	0.88%
Kalkulationszinssatz (Hypothek - Teuerung)	0.62%
Wartungs-, Unterhalts und Ersatzkosten	CHF 600

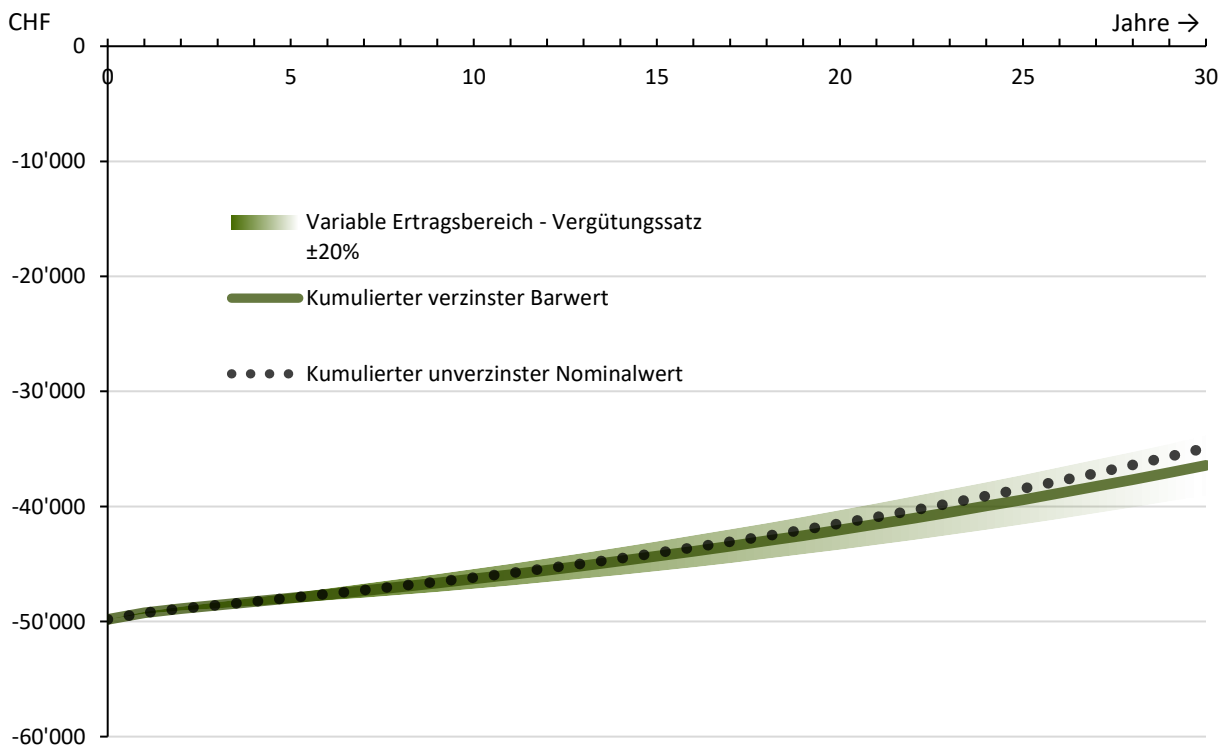


4. Vergütungskonditionen

Stromtarif Eigenverbrauch (Hochtarif)	CHF 0.37
Stromtarif Eigenverbrauch (Niedertarif)	CHF 0.31
Startwert Einspeisevergütung	CHF 0.15
Durchschnittliche jährliche Änderung Strompreis	-0.6%
Durchschnittliche jährliche Änderung Einspeisetarif	1.0%
Anteil Eigenverbrauch HT (Abschätzung)	8%
Anteil Eigenverbrauch NT (Abschätzung)	2%



5. Wirtschaftlichkeitsanalyse





6. Rückzahlung und Gewinnaussicht

Laufzeit:	30 Jahre
Stromgestehungskosten pro kWh:	Rp 38.95
(ohne laufende Kosten)	Rp 25.48
Gewinnaussicht:	-CHF 36'000
Payback verzinster Barwert:	
Payback unverzinster Nominalwert:	

7. Anmerkungen

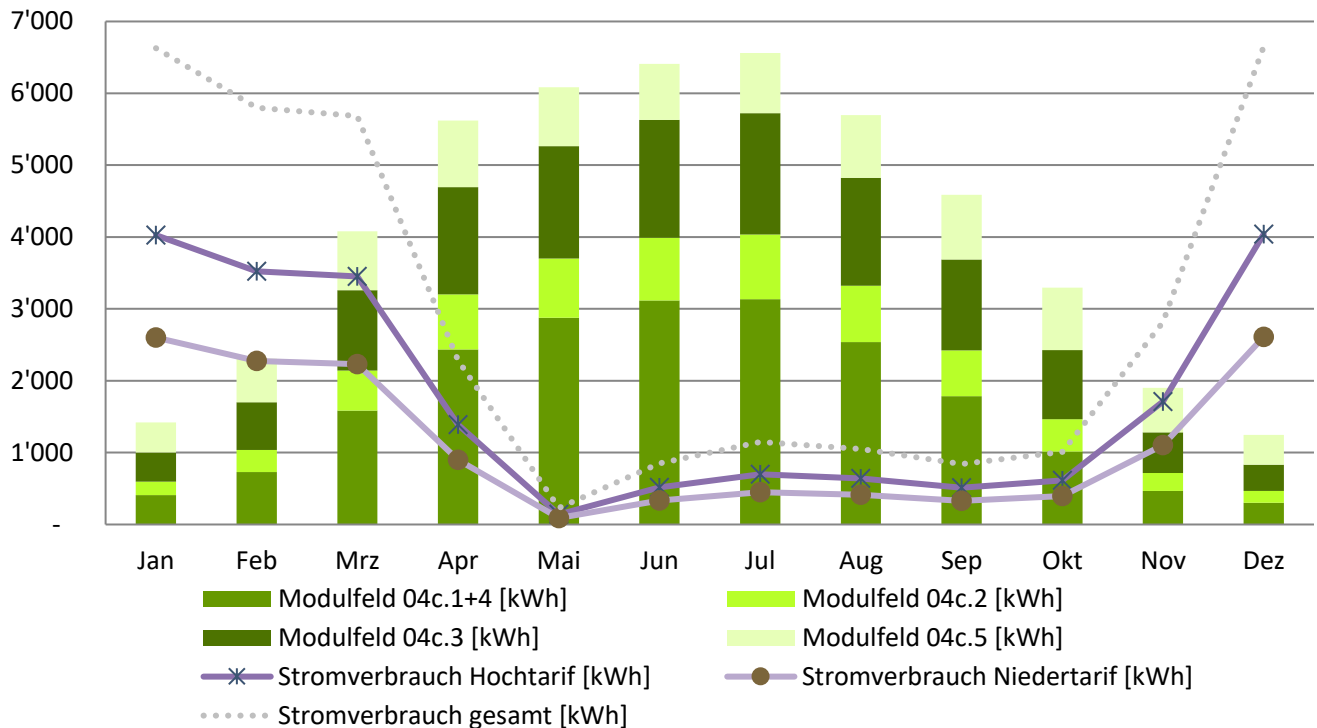
Im Zuge des Neubaus sollten alle hier dargestellten Photovoltaikanlagen aus energetischen Gründen umgesetzt werden, auch wenn die Wirtschaftlichkeit nicht gut ist. Sofern der Anlagenteil 04b.1 nicht ausgeführt wird, ist die Wirtschaftlichkeit relevant besser (dieser Anlagenteil ist verhältnismässig teuer).

Da die Anlage im Zuge eines Neubaus umgesetzt werden kann, fallen die Erstellungskosten geringer aus (z.B.: bei Planung oder Gerüst).

Eine Ertragsabminderung aufgrund Schneebedeckung in den Wintermonaten wurde eingerechnet.



2. Jahresverbrauch und Jahresproduktion



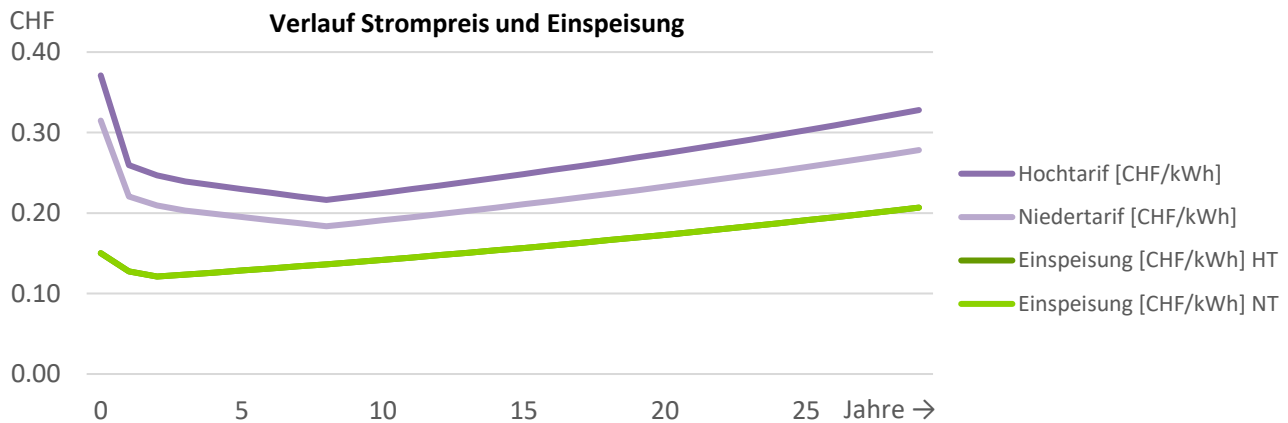
3. Photovoltaik-Anlagenkosten (inkl. MWSt.)

Photovoltaikanlage bis WR	CHF 163'800
Anschluss AC	CHF 4'000
Arbeiten Blitzschutz	CHF 5'000
Seilsicherung	CHF 8'750
Absturzsicherung Montage	CHF 7'200
Treppenturm für Montage	CHF 1'800
Honorar Planung, Bauleitung	CHF 21'292
Honorar Statiker	CHF 3'000
Kosten Netzanschluss	CHF 0
Mehraufwand Standort	CHF 24'567
Gesamtkosten	CHF 239'400
Förderbeitrag Land / Kanton	-CHF 39'535
Förderbeitrag Gemeinde	-CHF 10'000
Gesamtkosten inkl. Förderung	CHF 189'900
Genauigkeit der Kostenschätzung	± 20%
Hypothek (Öko-Renovationszinssatz LLB)	1.50%
Teuerung (Durchschnitt der letzten 5 Jahre)	0.88%
Kalkulationszinssatz (Hypothek - Teuerung)	0.62%
Wartungs-, Unterhalts und Ersatzkosten	CHF 2'100

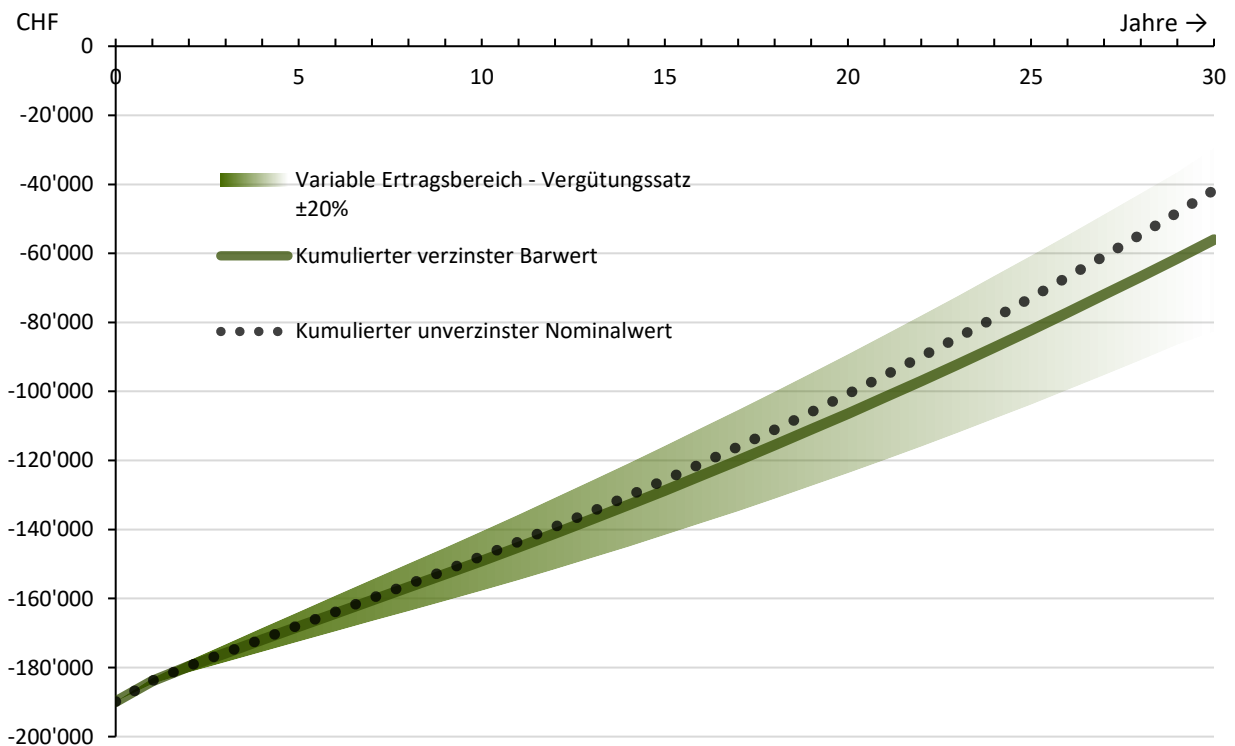


4. Vergütungskonditionen

Stromtarif Eigenverbrauch (Hochtarif)	CHF 0.37
Stromtarif Eigenverbrauch (Niedertarif)	CHF 0.31
Startwert Einspeisevergütung	CHF 0.15
Durchschnittliche jährliche Änderung Strompreis	-0.6%
Durchschnittliche jährliche Änderung Einspeisetarif	1.0%
Anteil Eigenverbrauch HT (Abschätzung)	20%
Anteil Eigenverbrauch NT (Abschätzung)	3%



5. Wirtschaftlichkeitsanalyse





6. Rückzahlung und Gewinnaussicht

Laufzeit:	30 Jahre
Stromgestehungskosten pro kWh:	Rp 23.91
(ohne laufende Kosten)	Rp 16.23
Gewinnaussicht:	-CHF 56'000
Payback verzinster Barwert:	
Payback unverzinster Nominalwert:	

7. Anmerkungen

Alle aufgeführten Anlagenteile eignen sich für die solare Stromproduktion. Zudem bieten die grossen Flächen Platz für eine grosszügige Photovoltaikanlage. Die Fassadenanlage liefert wertvollen Winterstrom.

Da der Strombedarf in den Sommermonaten sehr gering ist (= höchste Solarerträge) fällt die Wirtschaftlichkeit nicht optimal aus, bzw. wird sich die Anlage über deren Lebensdauer voraussichtlich nicht amortisieren. Aus energietechnischer Sicht ist die Anlage trotzdem unbedingt zu empfehlen.

Eine Ertragsabminderung aufgrund Schneebedeckung in den Wintermonaten wurde eingerechnet (Ausnahme Fassadenanlage).

Anmerkung: der Strombedarf beim Gebäude ist nicht bekannt, bzw. wurde deshalb abgeschätzt.



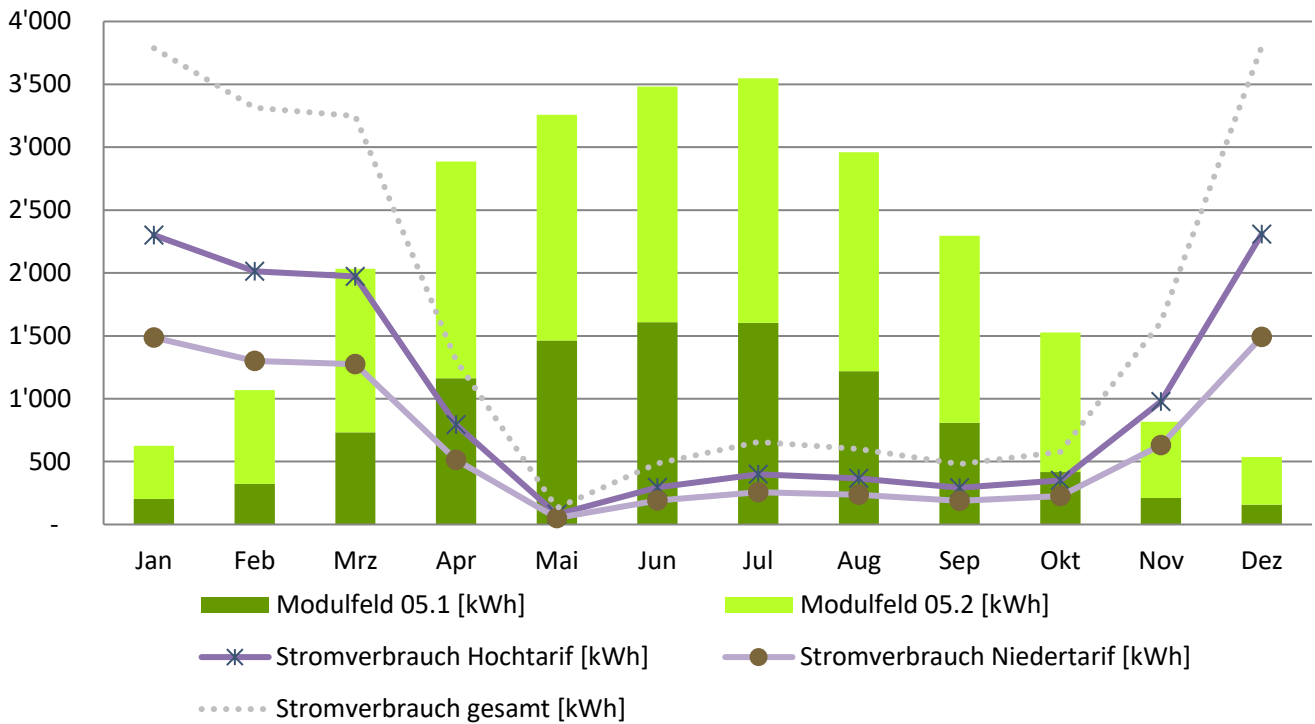
Konzept Photovoltaik - 05 - Restaurant Malbi Hort

1. Anlagendaten

Nennleistung:	29.6 kWp
Jahresertrag:	19'500 kWh
Preis je kWp (bis zum Wechselrichter):	CHF 1'810
Preis je kWp (gesamte Anlage):	CHF 2'936



2. Jahresverbrauch und Jahresproduktion



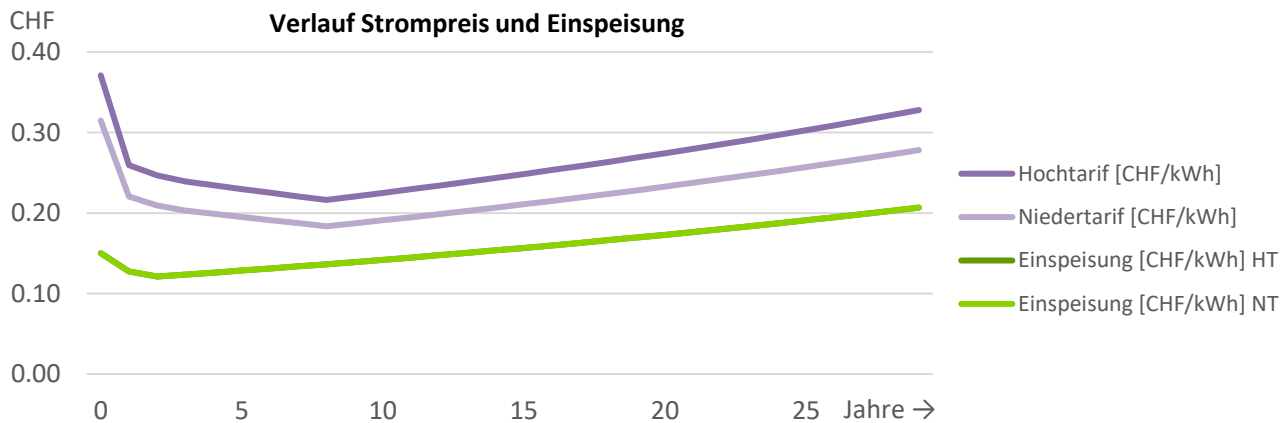
3. Photovoltaik-Anlagenkosten (inkl. MWSt.)

Photovoltaikanlage bis WR	CHF 53'600
Anschluss AC	CHF 3'000
Arbeiten Blitzschutz	CHF 3'000
Seilsicherung	CHF 8'250
Absturzsicherung Montage	CHF 6'000
Treppenturm für Montage	CHF 1'440
Honorar Planung, Bauleitung	CHF 6'965
Honorar Statiker	CHF 2'000
Kosten Netzanschluss	CHF 0
Mehraufwand Standort	CHF 2'679
Gesamtkosten	CHF 86'900
Förderbeitrag Land / Kanton	-CHF 19'240
Förderbeitrag Gemeinde	-CHF 10'000
Gesamtkosten inkl. Förderung	CHF 57'700
Genauigkeit der Kostenschätzung	± 20%
Hypothek (Öko-Renovationszinssatz LLB)	1.50%
Teuerung (Durchschnitt der letzten 5 Jahre)	0.88%
Kalkulationszinssatz (Hypothek - Teuerung)	0.62%
Wartungs-, Unterhalts und Ersatzkosten	CHF 950

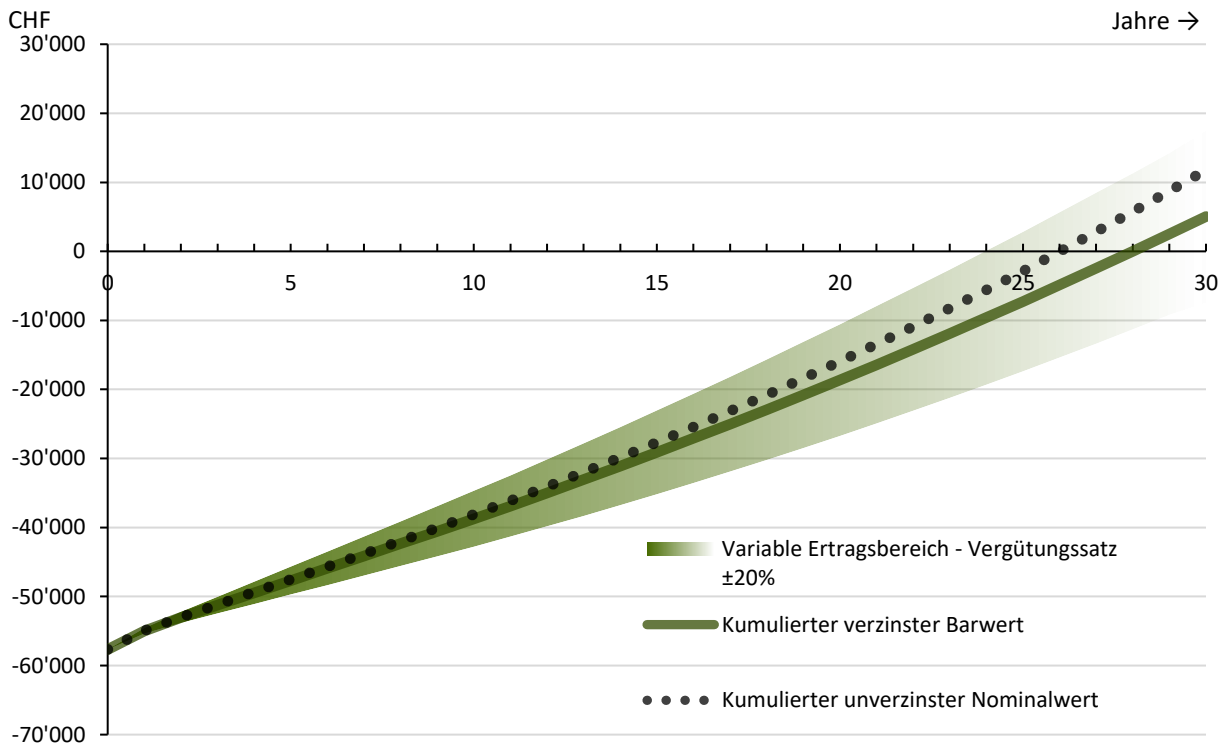


4. Vergütungskonditionen

Stromtarif Eigenverbrauch (Hochtarif)	CHF 0.37
Stromtarif Eigenverbrauch (Niedertarif)	CHF 0.31
Startwert Einspeisevergütung	CHF 0.15
Durchschnittliche jährliche Änderung Strompreis	-0.6%
Durchschnittliche jährliche Änderung Einspeisetarif	1.0%
Anteil Eigenverbrauch HT (Abschätzung)	15%
Anteil Eigenverbrauch NT (Abschätzung)	3%



5. Wirtschaftlichkeitsanalyse





6. Rückzahlung und Gewinnaussicht

Laufzeit:	30 Jahre
Stromgestehungskosten pro kWh: (ohne laufende Kosten)	Rp 18.39 Rp 10.35
Gewinnaussicht:	CHF 5'000
Payback verzinster Barwert:	ca. 28 Jahre
Payback unverzinster Nominalwert:	ca. 27 Jahre

7. Anmerkungen

Alle gekennzeichneten Dachflächen eignen sich gut für die solare Stromproduktion, bzw. sind energietechnisch sehr wertvoll. Die Anlagen sollten sich über deren Lebensdauer amortisieren. Die Wirtschaftlichkeit ist trotzdem nicht optimal, da im Sommer der Stromverbrauch am Gebäude sehr gering ist, was zu einer schlechten Eigenverbrauchsquote führt.

Eine Ertragsabminderung aufgrund Schneebedeckung in den Wintermonaten wurde eingerechnet.



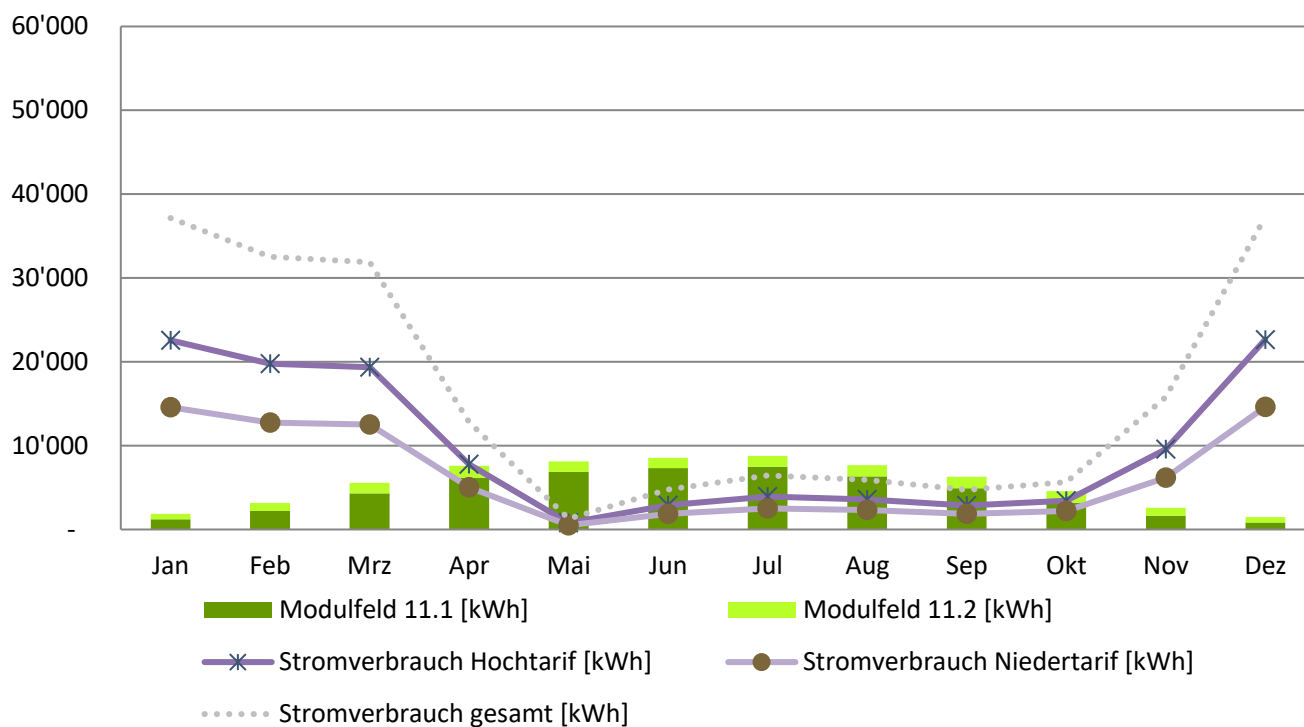
Konzept Photovoltaik - 11 - Heizwerk

1. Anlagendaten

Nennleistung:	78.3 kWp
Jahresertrag:	53'600 kWh
Preis je kWp (bis zum Wechselrichter):	CHF 2'186
Preis je kWp (gesamte Anlage):	CHF 3'137



2. Jahresverbrauch und Jahresproduktion



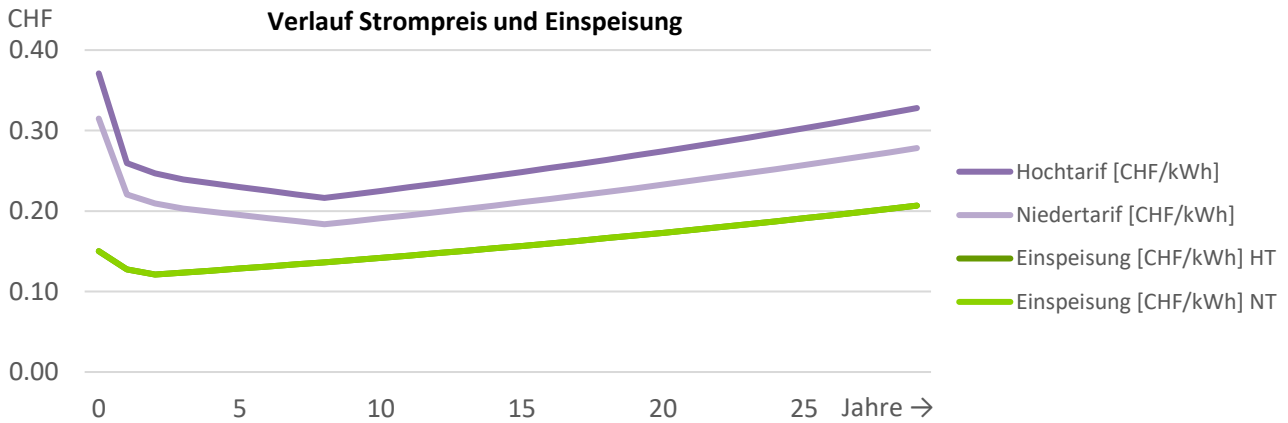
3. Photovoltaik-Anlagenkosten (inkl. MWSt.)

Photovoltaikanlage bis WR	CHF 171'100
Anschluss AC	CHF 5'000
Arbeiten Blitzschutz	CHF 5'000
Seilsicherung	CHF 18'000
Absturzsicherung Montage	CHF 13'660
Treppenturm für Montage	CHF 0
Honorar Planung, Bauleitung	CHF 22'248
Honorar Statiker	CHF 2'000
Kosten Netzanschluss	CHF 0
Mehraufwand Standort	CHF 8'557
Gesamtkosten	CHF 245'600
Förderbeitrag Land / Kanton	-CHF 50'895
Förderbeitrag Gemeinde	-CHF 10'000
Gesamtkosten inkl. Förderung	CHF 184'700
Genauigkeit der Kostenschätzung	± 20%
Hypothek (Öko-Renovationszinssatz LLB)	1.50%
Teuerung (Durchschnitt der letzten 5 Jahre)	0.88%
Kalkulationszinssatz (Hypothek - Teuerung)	0.62%
Wartungs-, Unterhalts und Ersatzkosten	CHF 2'450

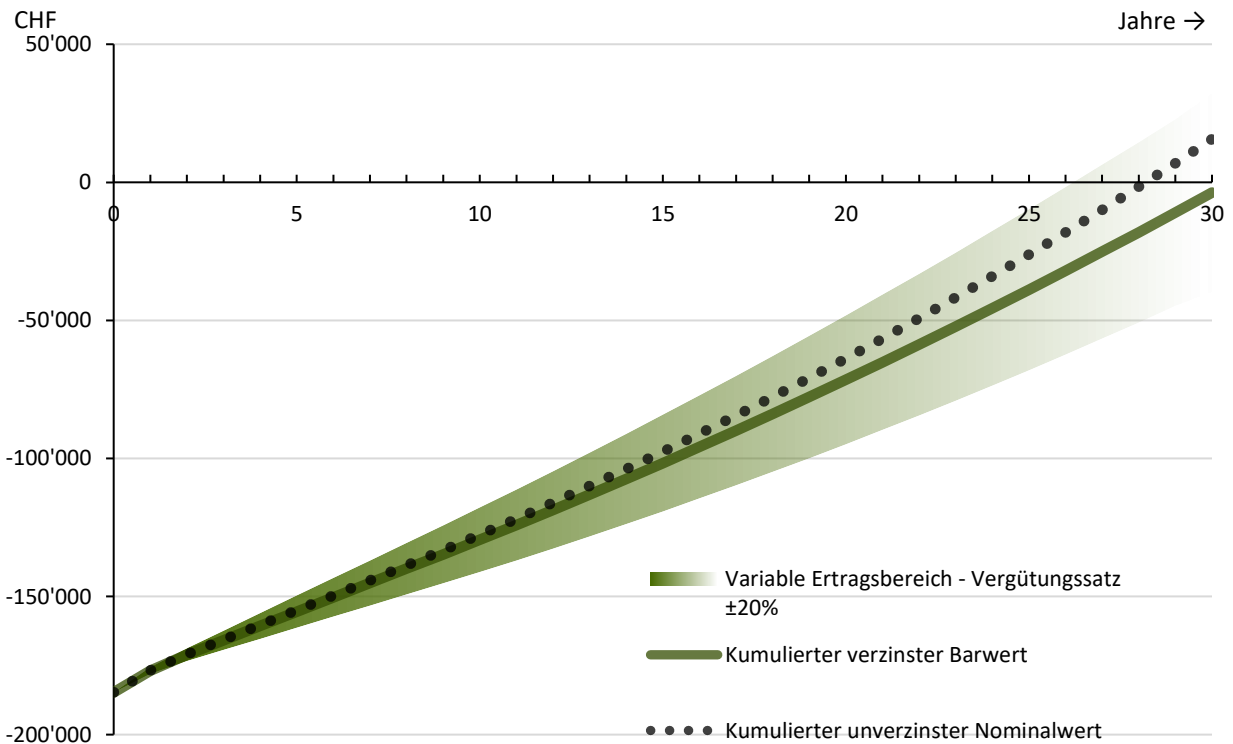


4. Vergütungskonditionen

Stromtarif Eigenverbrauch (Hochtarif)	CHF 0.37
Stromtarif Eigenverbrauch (Niedertarif)	CHF 0.31
Startwert Einspeisevergütung	CHF 0.15
Durchschnittliche jährliche Änderung Strompreis	-0.6%
Durchschnittliche jährliche Änderung Einspeisetarif	1.0%
Anteil Eigenverbrauch HT (Abschätzung)	19%
Anteil Eigenverbrauch NT (Abschätzung)	1%



5. Wirtschaftlichkeitsanalyse





6. Rückzahlung und Gewinnaussicht

Laufzeit:	30 Jahre
Stromgestehungskosten pro kWh:	Rp 19.20
(ohne laufende Kosten)	Rp 12.07
Gewinnaussicht:	-CHF 4'000
Payback verzinster Barwert:	ca. 31 Jahre
Payback unverzinster Nominalwert:	ca. 29 Jahre

7. Anmerkungen

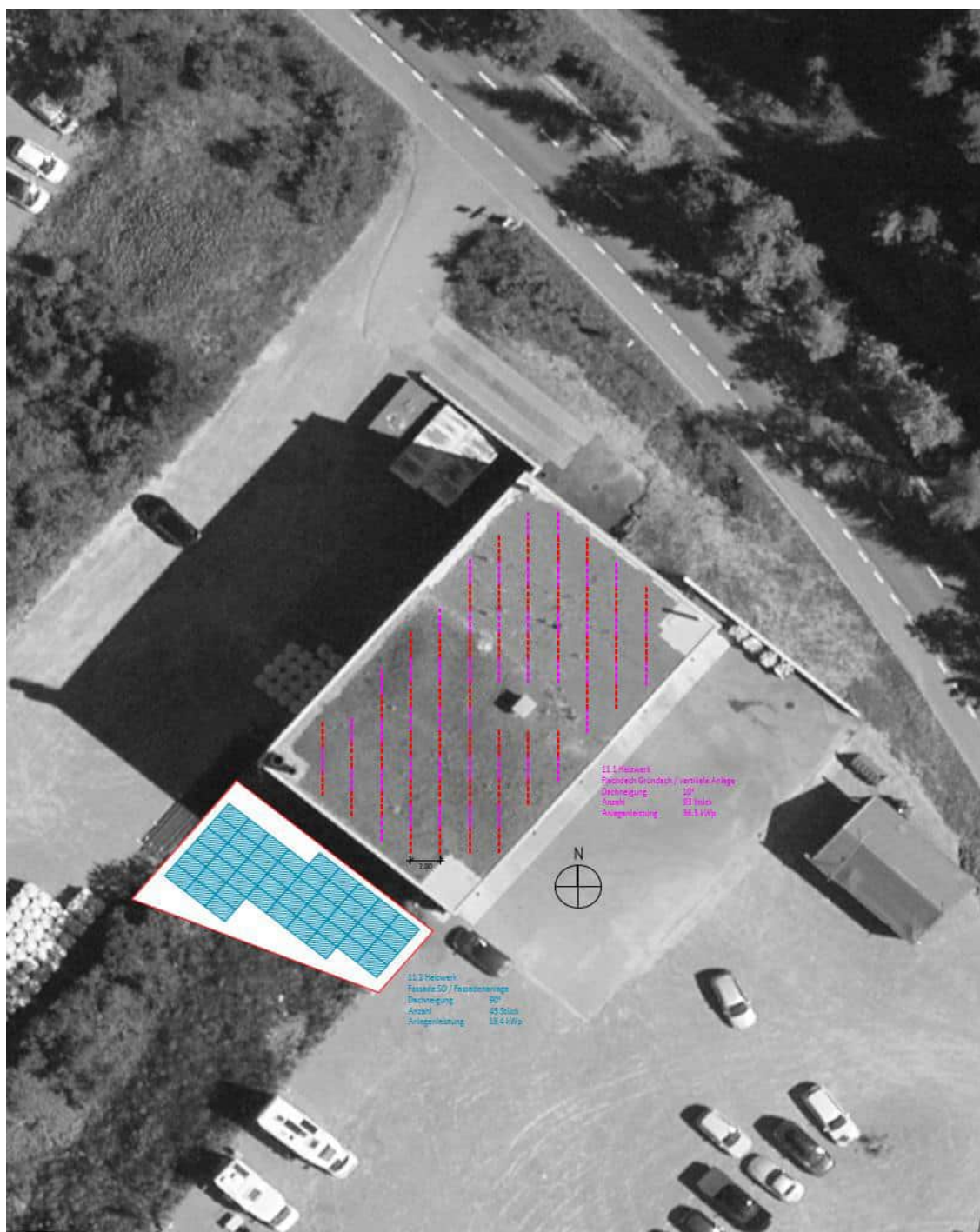
Beide Photovoltaikanlagen können sehr grosszügig dimensioniert werden. Bei der Flachdachanlage mit geringer Neigung fallen die Stromerträge über die Wintersaison aufgrund der Schneebedeckung weg. Die Fassadenanlage hingegen liefert wertvollen Solarstrom in der kalten Jahreszeit.



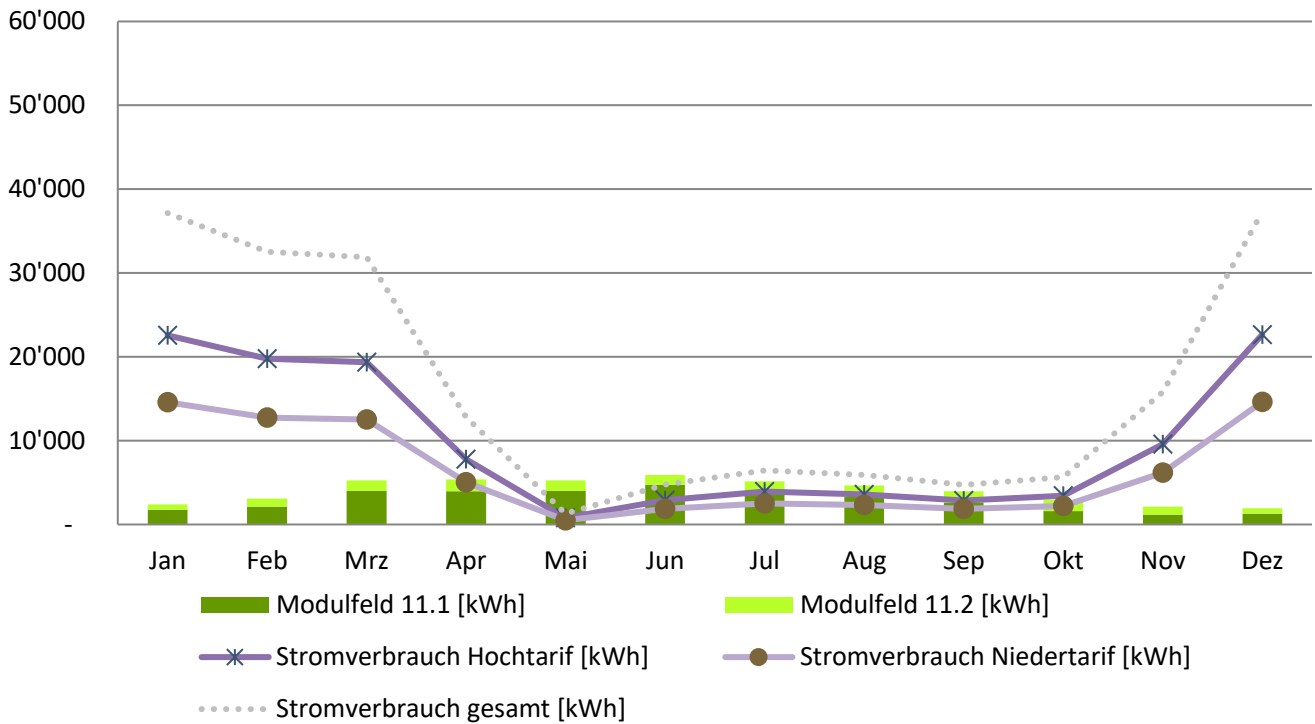
Konzept Photovoltaik - 11 - Heizwerk - V2 - vertikale Dachanlage

1. Anlagendaten

Nennleistung:	55.7 kWp
Jahresertrag:	46'300 kWh
Preis je kWp (bis zum Wechselrichter):	CHF 2'771
Preis je kWp (gesamte Anlage):	CHF 4'053



2. Jahresverbrauch und Jahresproduktion



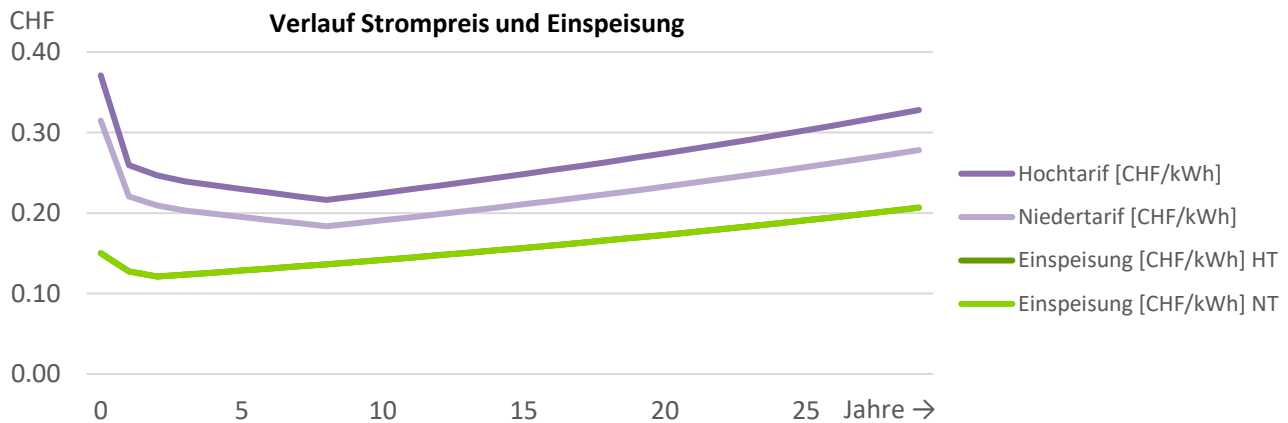
3. Photovoltaik-Anlagenkosten (inkl. MWSt.)

Photovoltaikanlage bis WR	CHF 154'300
Anschluss AC	CHF 5'000
Arbeiten Blitzschutz	CHF 5'000
Seilsicherung	CHF 18'000
Absturzsicherung Montage	CHF 13'660
Treppenturm für Montage	CHF 0
Honorar Planung, Bauleitung	CHF 20'063
Honorar Statiker	CHF 2'000
Kosten Netzanschluss	CHF 0
Mehraufwand Standort	CHF 7'717
Gesamtkosten	CHF 225'800
Förderbeitrag Land / Kanton	-CHF 36'205
Förderbeitrag Gemeinde	-CHF 10'000
Gesamtkosten inkl. Förderung	CHF 179'600
Genauigkeit der Kostenschätzung	± 20%
Hypothek (Öko-Renovationszinssatz LLB)	1.50%
Teuerung (Durchschnitt der letzten 5 Jahre)	0.88%
Kalkulationszinssatz (Hypothek - Teuerung)	0.62%
Wartungs-, Unterhalts und Ersatzkosten	CHF 2'000

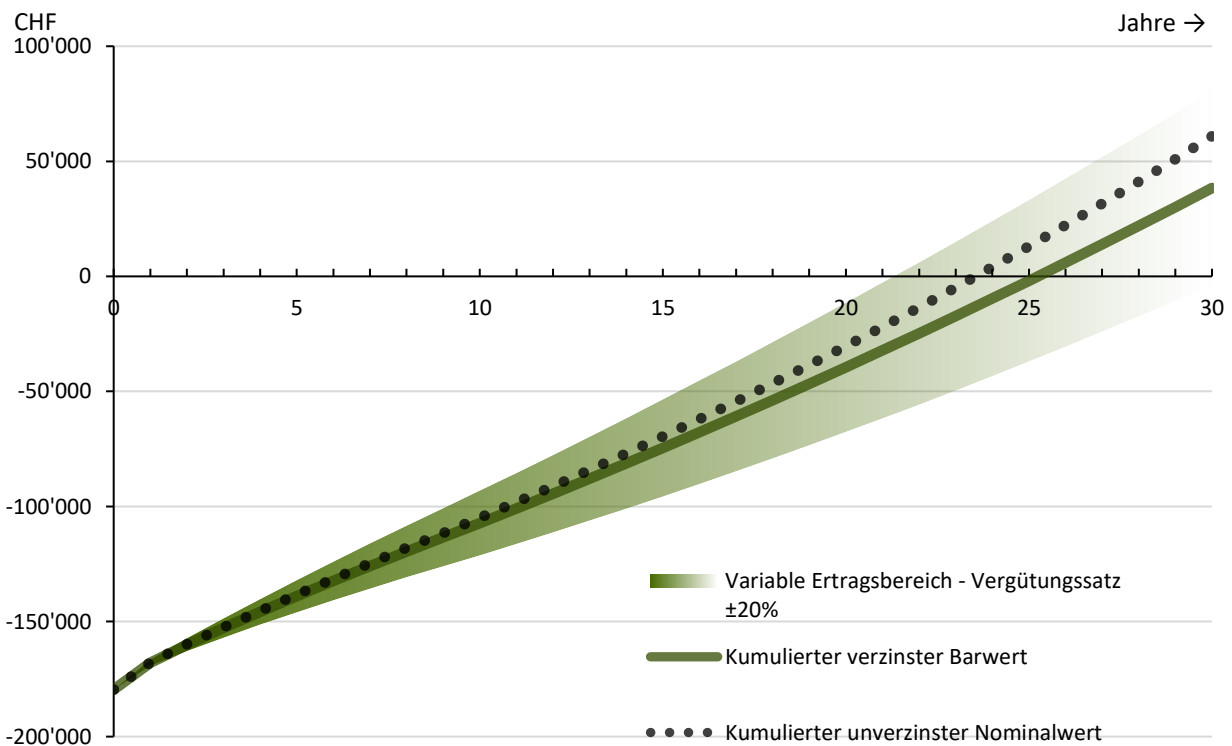


4. Vergütungskonditionen

Stromtarif Eigenverbrauch (Hochtarif)	CHF 0.37
Stromtarif Eigenverbrauch (Niedertarif)	CHF 0.31
Startwert Einspeisevergütung	CHF 0.15
Durchschnittliche jährliche Änderung Strompreis	-0.6%
Durchschnittliche jährliche Änderung Einspeisetarif	1.0%
Anteil Eigenverbrauch HT (Abschätzung)	61%
Anteil Eigenverbrauch NT (Abschätzung)	8%



5. Wirtschaftlichkeitsanalyse





6. Rückzahlung und Gewinnaussicht

Laufzeit:	30 Jahre
Stromgestehungskosten pro kWh:	Rp 20.04
(ohne laufende Kosten)	Rp 13.60
Gewinnaussicht:	CHF 38'000
Payback verzinsten Barwert:	ca. 26 Jahre
Payback unverzinsten Nominalwert:	ca. 24 Jahre

7. Anmerkungen

Beide Photovoltaikanlagen können sehr grosszügig dimensioniert werden. Bei der Flachdachanlage mit vertikaler Ausrichtung können auch im Winter bei Schneebedeckung Stromerträge erzielt werden. Auch die Fassadenanlage liefert wertvollen Solarstrom in der kalten Jahreszeit. Da in der Heizperiode auch der Strombedarf* hoch ist, kann eine gute Eigenverbrauchsquote erzielt werden.

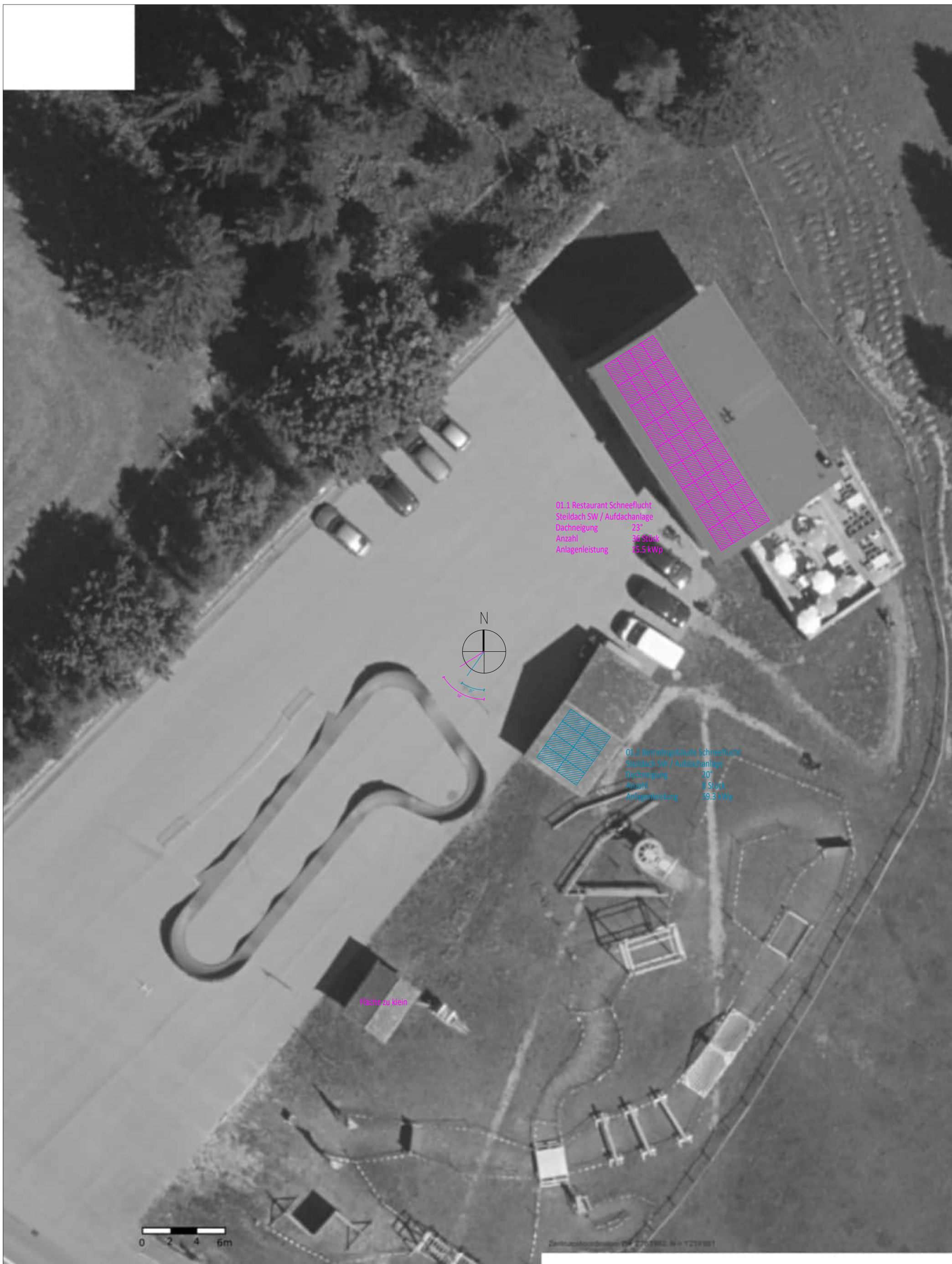
Im Vergleich zu konventionellen, flach geneigten Flachdachanlagen schneidet die vertikale Lösung aus wirtschaftlicher Sicht besser ab.

* wurde über Vergleichsobjekte abgeschätzt





9. ANHANG BELEGUNGSPÄNE



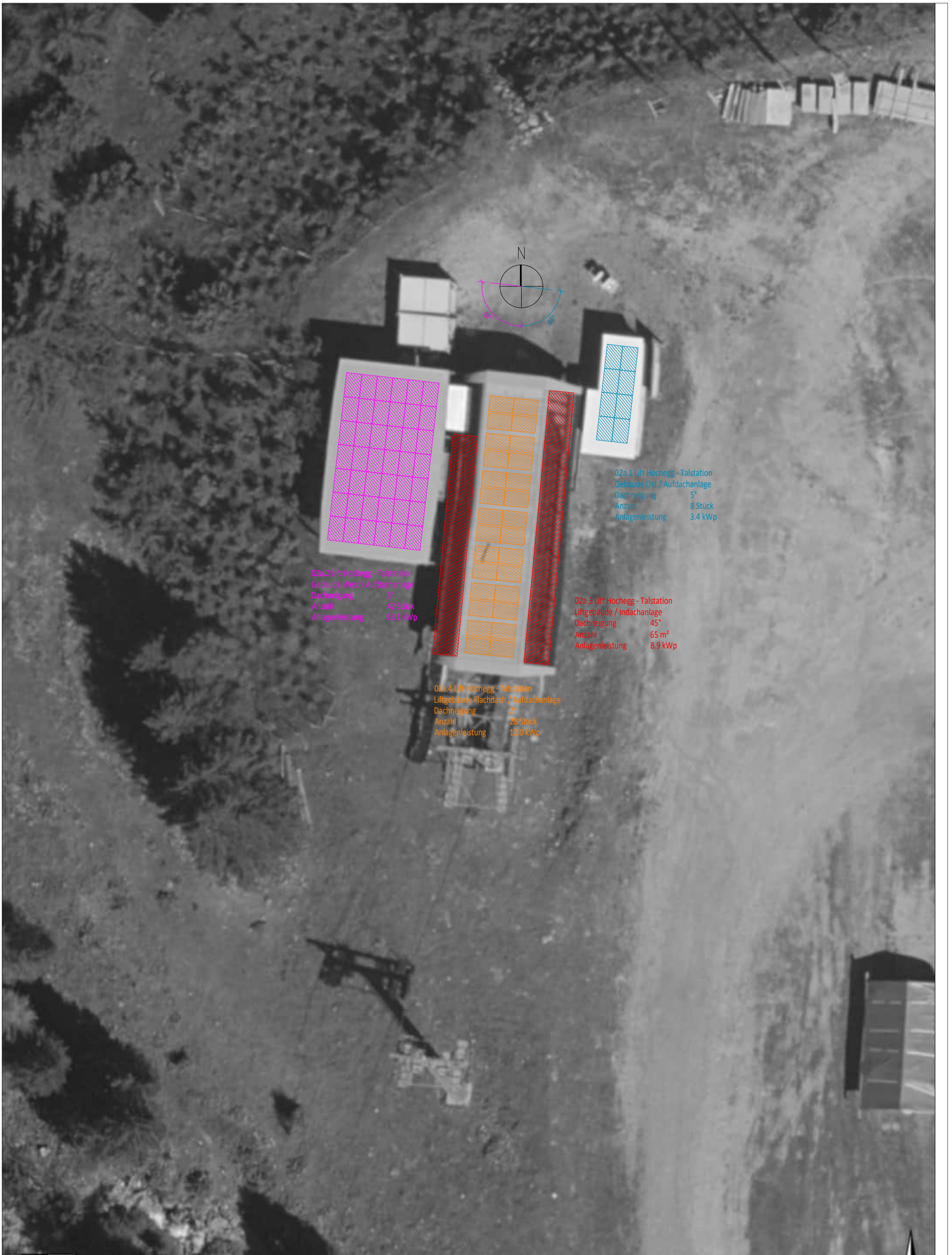
01.1 Restaurant Schneeflucht
 Steildach SW / Aufdachanlage
 Dachneigung 23°
 Anzahl 36 Stück
 Anlagenleistung 15.5 kWp

01.2 Betriebsgebäude Schneeflucht
 Steildach SW / Aufdachanlage
 Dachneigung 20°
 Anzahl 7 Stück
 Anlagenleistung 59.3 kWp

Fläche in Höhe

0 2 4 6m

Zellmanuskriptnummer: 09 270 5802 N = 121801

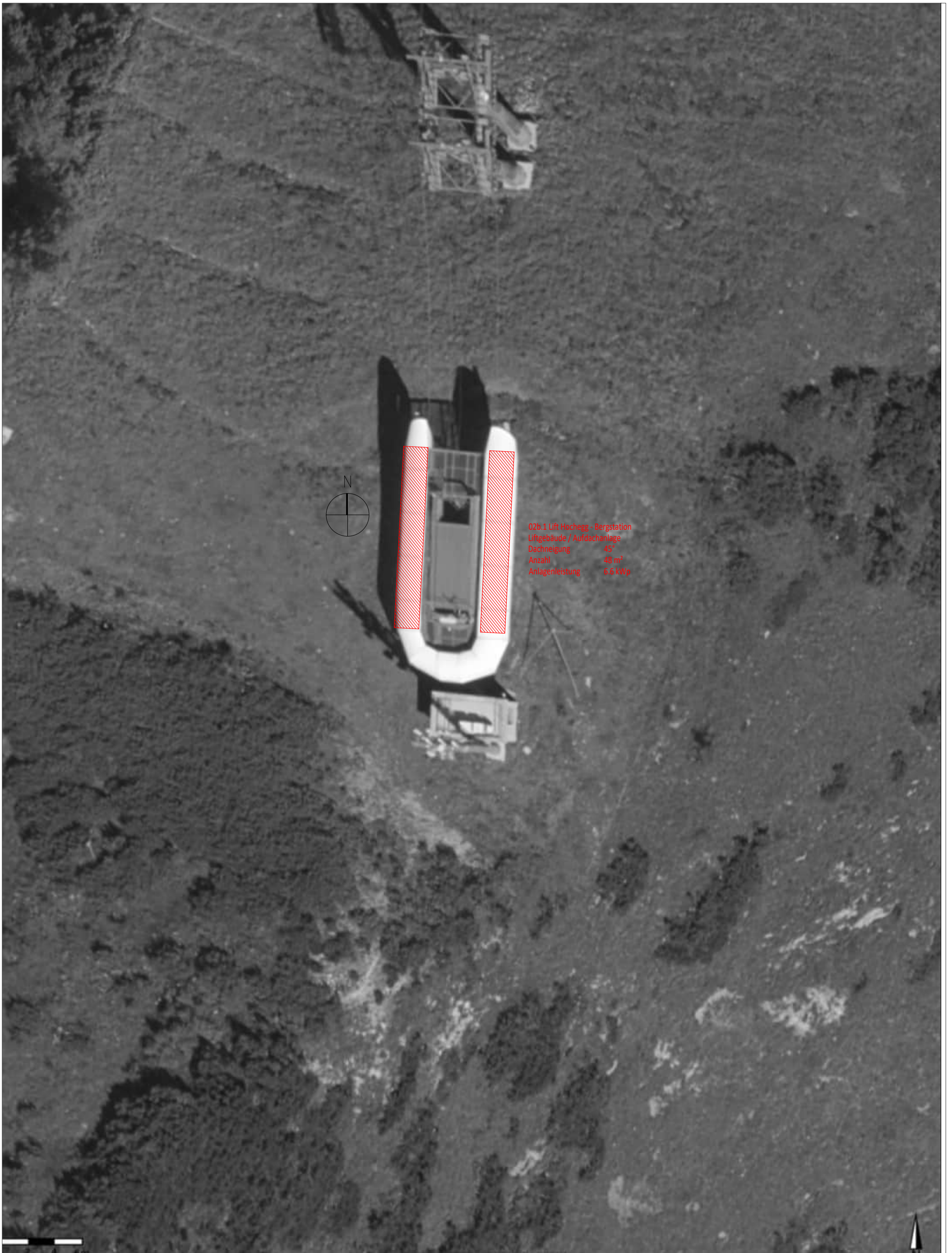


02a.2 Lift Hohegg - Talstation
 Gebäude West / Aufdachanlage
 Dachneigung 5°
 Anzahl 42 Stück
 Anlagenleistung 18.1 kWp

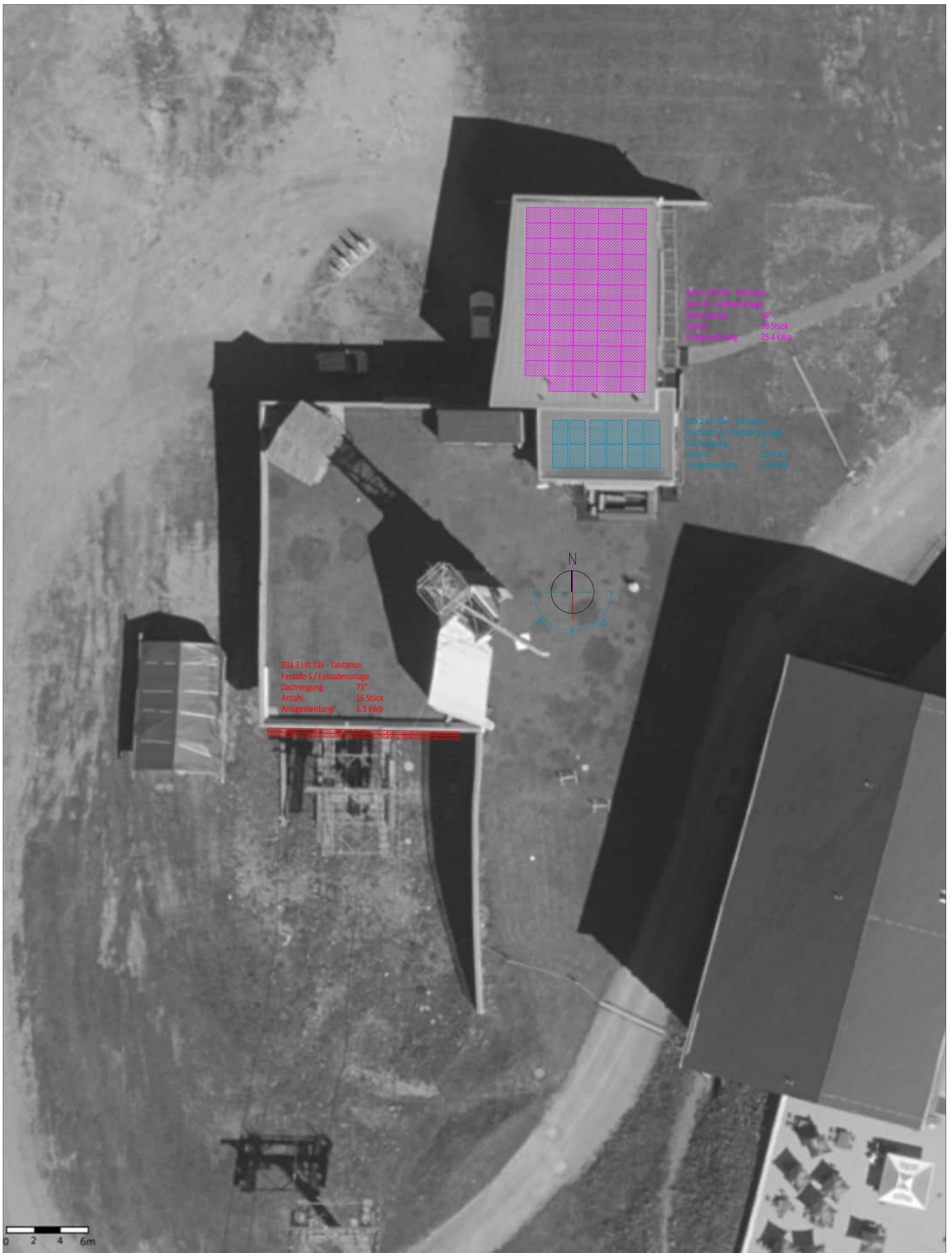
02a.4 Lift Hohegg - Talstation
 Liftgebäude Flachdach / Aufdachanlage
 Dachneigung 2°
 Anzahl 28 Stück
 Anlagenleistung 12.0 kWp

02a.1 Lift Hohegg - Talstation
 Gebäude Ost / Aufdachanlage
 Dachneigung 5°
 Anzahl 8 Stück
 Anlagenleistung 3.4 kWp

02a.3 Lift Hohegg - Talstation
 Liftgebäude / Indachanlage
 Dachneigung 45°
 Anzahl 65 m²
 Anlagenleistung 8.9 kWp



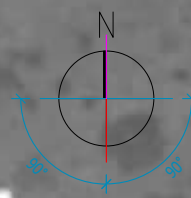
02b.1 Lift Hohegg - Bergstation
Liftgebäude / Aufdachanlage
Dachneigung 45°
Anzahl 48 m²
Anlagenleistung 6.6 kWp



03a.1 Lift Täli - Talstation
 Dach N / Aufdachanlage
 Dachneigung 10°
 Anzahl 59 Stück
 Anlagenleistung 35.1 kWp

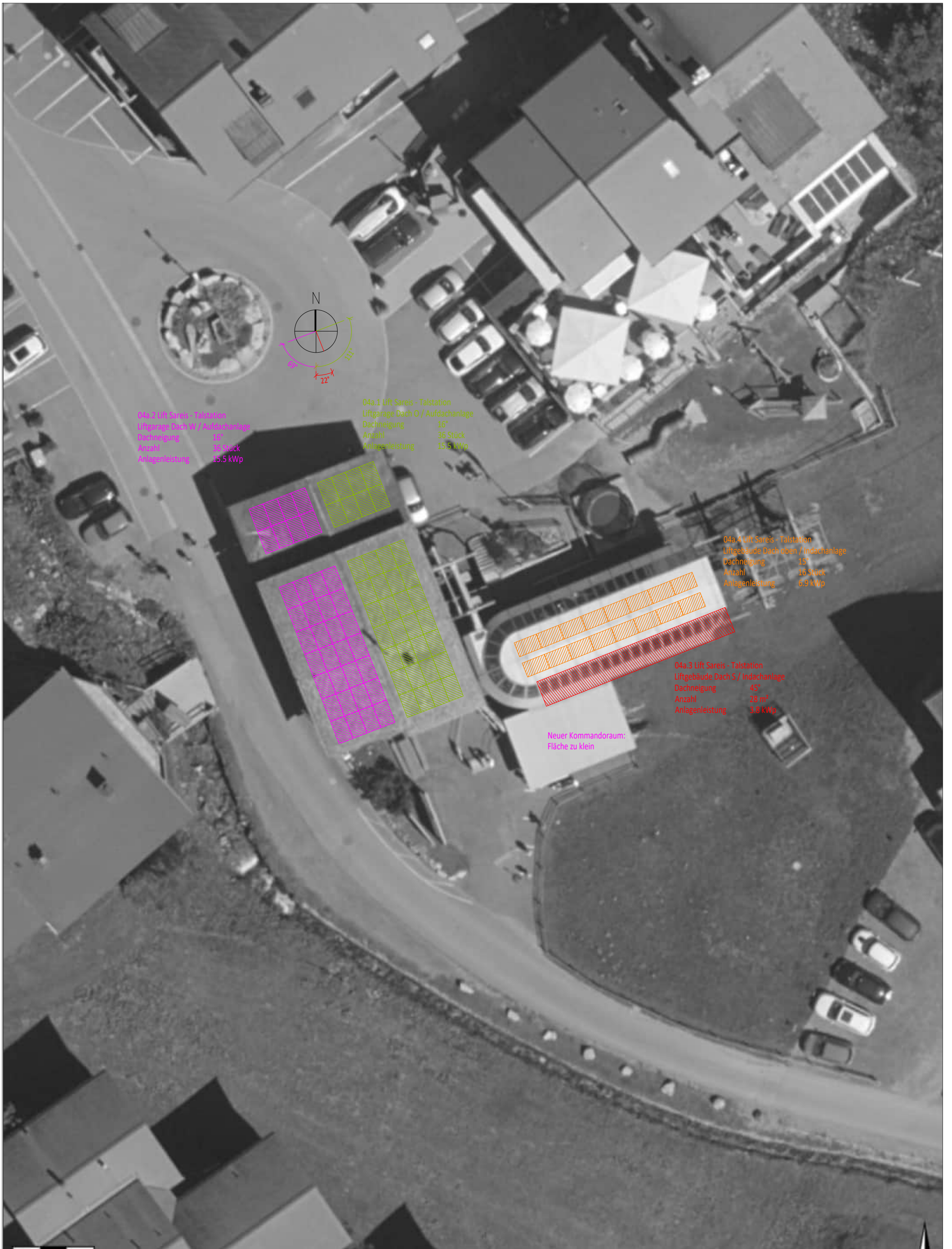
03a.2 Lift Täli - Talstation
 Flachdach S / Flachdachanlage
 Dachneigung 2°
 Anzahl 12 Stück
 Anlagenleistung 5.2 kWp

03a.3 Lift Täli - Talstation
 Fassade S / Fassadenanlage
 Dachneigung 75°
 Anzahl 16 Stück
 Anlagenleistung 6.9 kWp





03b.1 Lift Täli - Bergstation
Flachdach Gründach / vertikale Anlage
Dachneigung 0°
Anzahl 78 Stück
Anlagenleistung 30.4 kWp



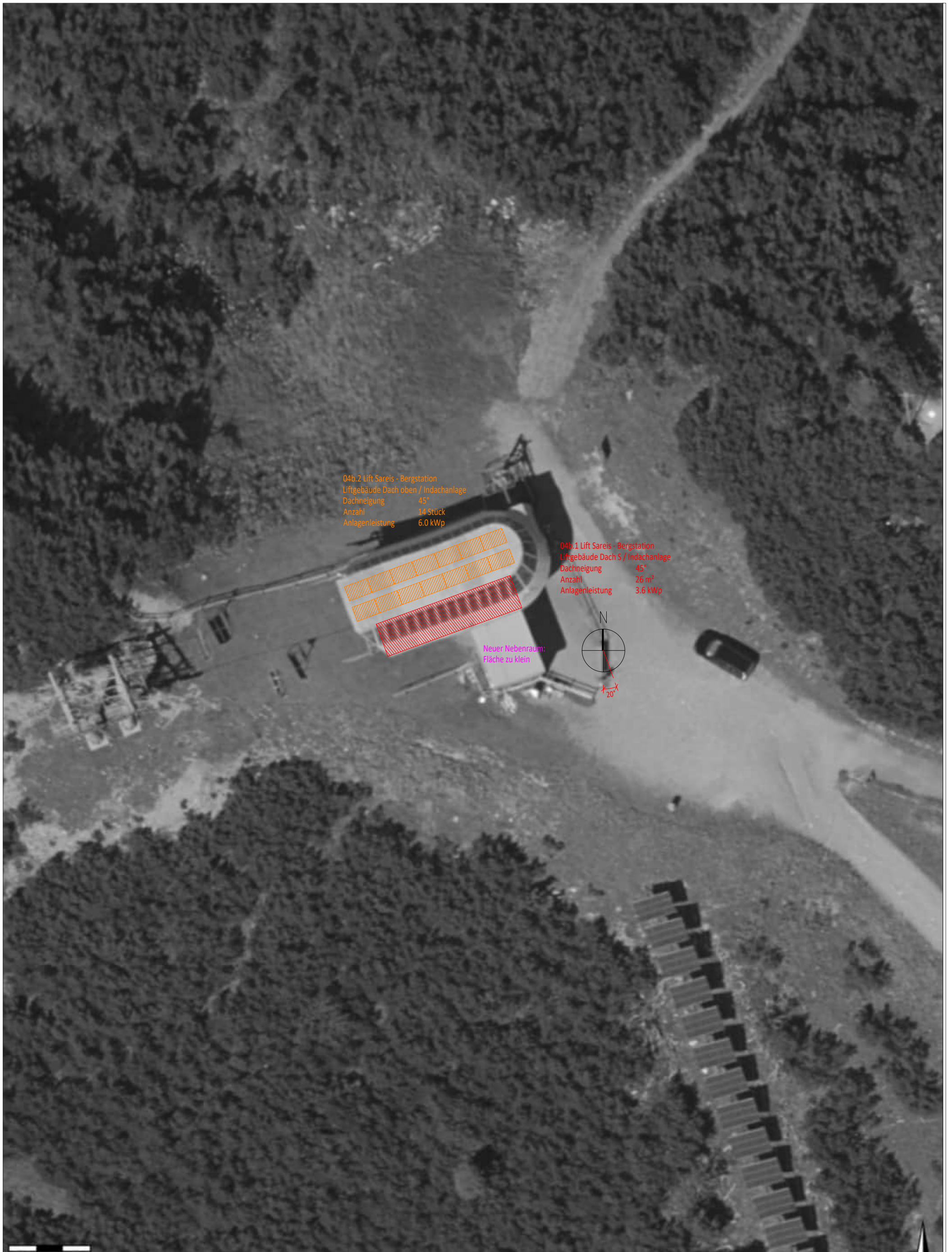
04a.2 Lift Sareis - Talstation
 Liftgarage Dach W / Aufdachanlage
 Dachneigung 18°
 Anzahl 36 Stück
 Anlagenleistung 15.5 kWp

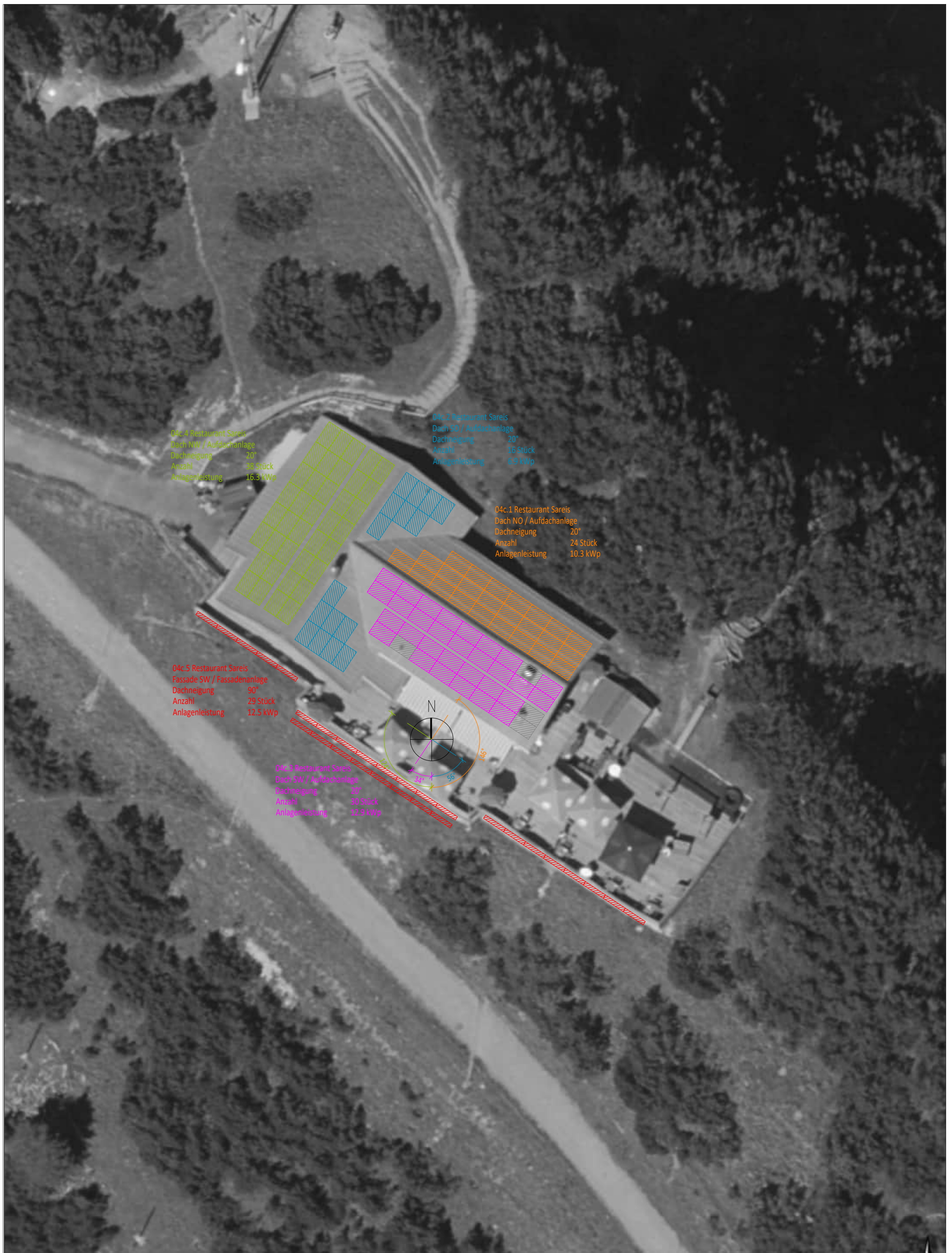
04a.1 Lift Sareis - Talstation
 Liftgarage Dach O / Aufdachanlage
 Dachneigung 16°
 Anzahl 36 Stück
 Anlagenleistung 15.5 kWp

04a.4 Lift Sareis - Talstation
 Liftgebäude Dach oben / Indachanlage
 Dachneigung 15°
 Anzahl 16 Stück
 Anlagenleistung 6.9 kWp

04a.3 Lift Sareis - Talstation
 Liftgebäude Dach S / Indachanlage
 Dachneigung 45°
 Anzahl 28 m²
 Anlagenleistung 3.8 kWp

Neuer Kommandoraum:
 Fläche zu klein





04c.4 Restaurant Sareis
 Dach NW / Aufdachanlage
 Dachneigung 20°
 Anzahl 38 Stück
 Anlagenleistung 16.3 kWp

04c.2 Restaurant Sareis
 Dach NO / Aufdachanlage
 Dachneigung 20°
 Anzahl 16 Stück
 Anlagenleistung 6.9 kWp

04c.1 Restaurant Sareis
 Dach NO / Aufdachanlage
 Dachneigung 20°
 Anzahl 24 Stück
 Anlagenleistung 10.3 kWp

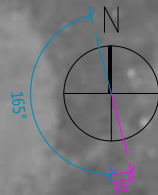
04c.5 Restaurant Sareis
 Fassade SW / Fassadenanlage
 Dachneigung 90°
 Anzahl 29 Stück
 Anlagenleistung 12.5 kWp

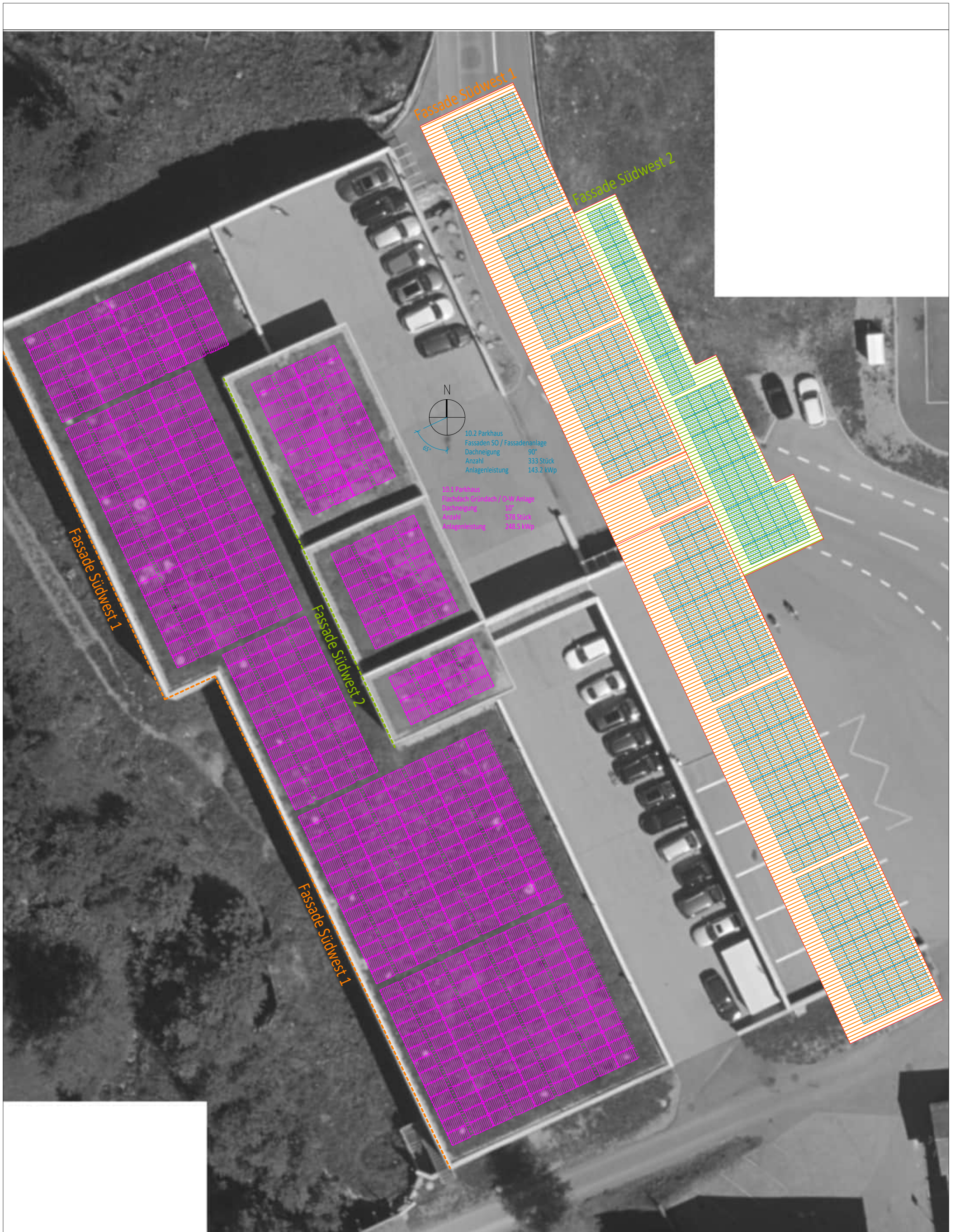
04c.3 Restaurant Sareis
 Dach SW / Aufdachanlage
 Dachneigung 20°
 Anzahl 30 Stück
 Anlagenleistung 12.9 kWp



05.1 Malbi Hort
 Dach N / Aufdachanlage
 Dachneigung 26°
 Anzahl 34 Stück
 Anlagenleistung 14.6 kWp

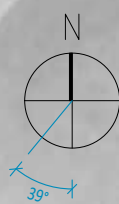
05.2 Malbi Hort
 Dach S / Aufdachanlage
 Dachneigung 26°
 Anzahl 35 Stück
 Anlagenleistung 15.0 kWp







11.1 Heizwerk
 Flachdach Gründach / O-W Anlage
 Dachneigung 10°
 Anzahl 137 Stück
 Anlagenleistung 58.9 kWp



11.2 Heizwerk
 Fassade SO / Fassadenanlage
 Dachneigung 90°
 Anzahl 45 Stück
 Anlagenleistung 19.4 kWp

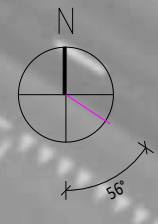




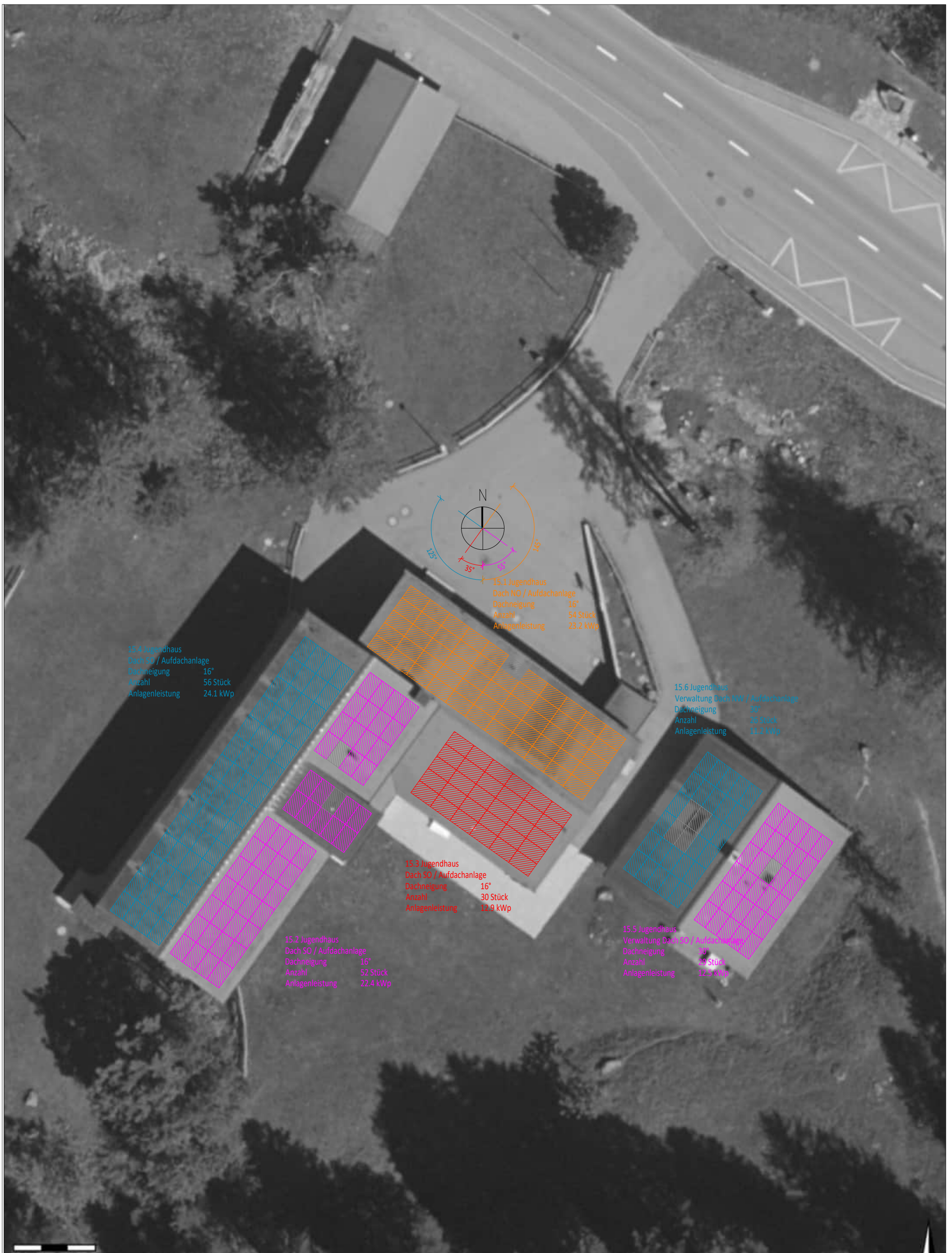
12.1 Schluchertreff
 Flachdach Kiesdach / N-O-S-W Anlage
 Dachneigung 10°
 Anzahl 120 Stück
 Anlagenleistung 51.6 kWp

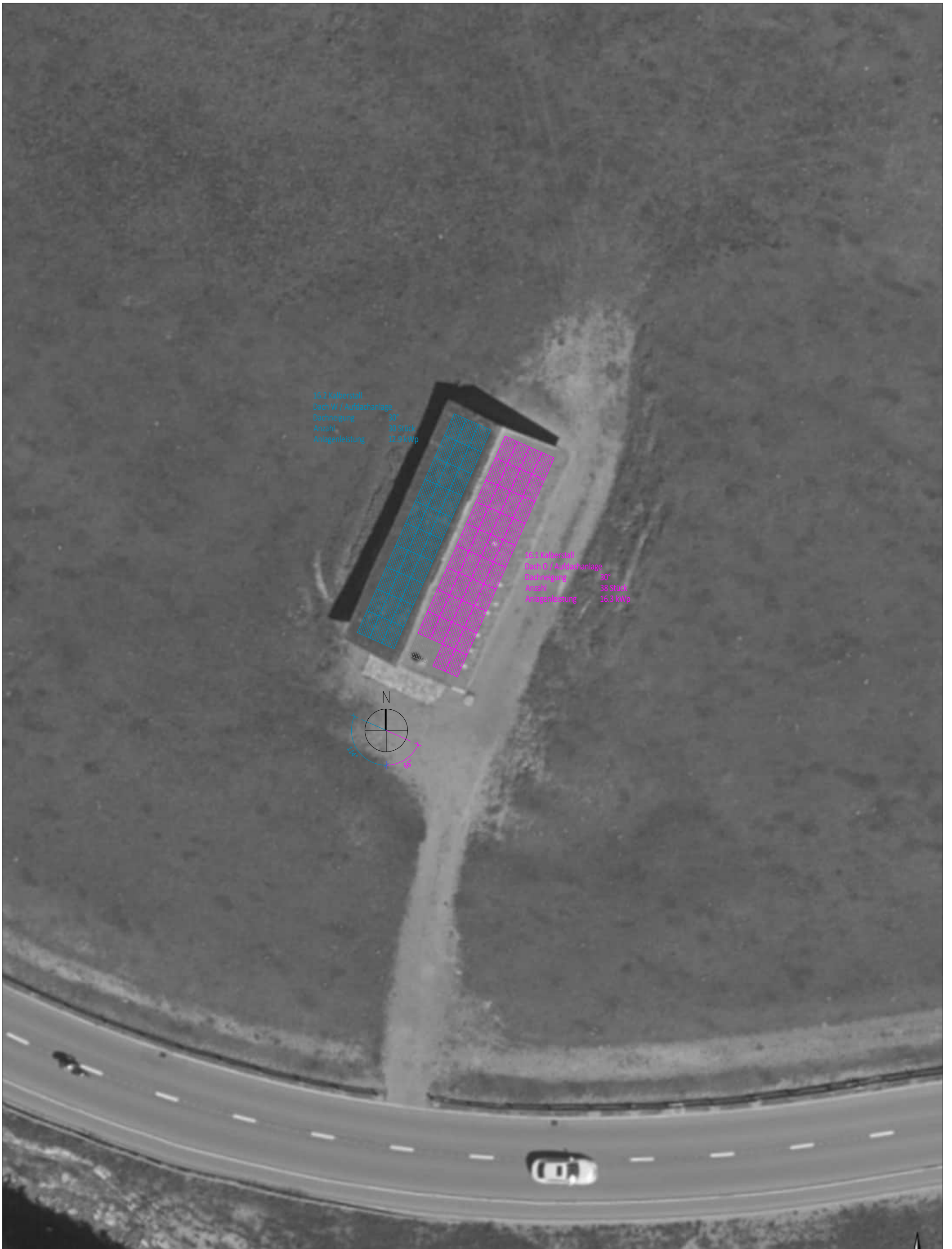


13 / Skibrücke Schneeflucht
 Tensile, Brüstung / 100 vertikal
 Dachneigung 30°
 Anzahl 15 Module
 Anlagenleistung 6.5 kWp



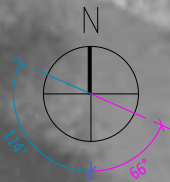


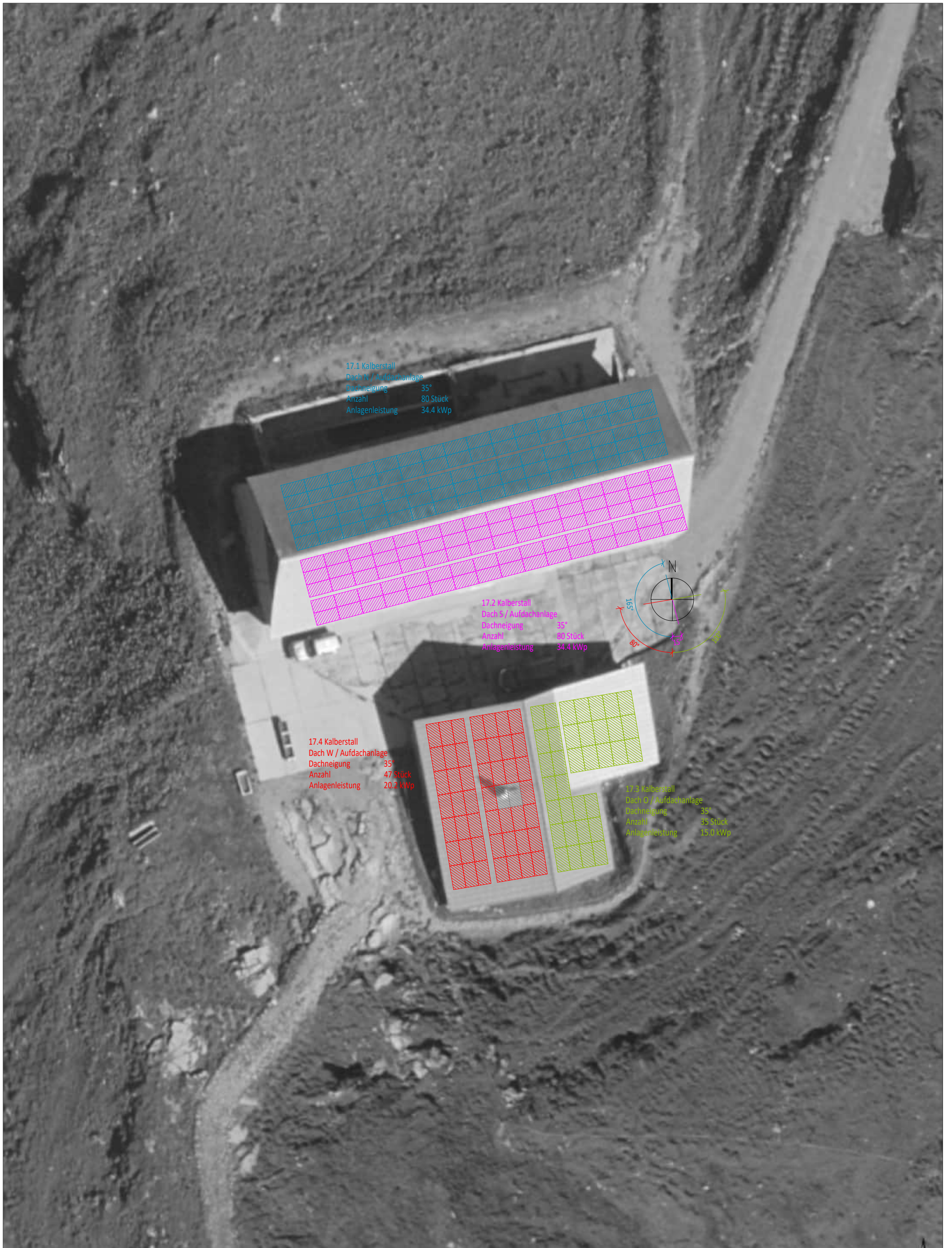




15.2 Kalberstall
 Dach W / Aufdachanlage
 Dachneigung 30°
 Anzahl 30 Stück
 Anlagenleistung 12.9 kWp

16.1 Kalberstall
 Dach O / Aufdachanlage
 Dachneigung 30°
 Anzahl 38 Stück
 Anlagenleistung 16.3 kWp



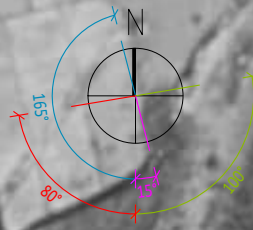


17.1 Kalberstall
 Dach W / Aufdachanlage
 Dachneigung 35°
 Anzahl 80 Stück
 Anlagenleistung 34.4 kWp

17.2 Kalberstall
 Dach S / Aufdachanlage
 Dachneigung 35°
 Anzahl 80 Stück
 Anlagenleistung 34.4 kWp

17.4 Kalberstall
 Dach W / Aufdachanlage
 Dachneigung 35°
 Anzahl 47 Stück
 Anlagenleistung 20.7 kWp

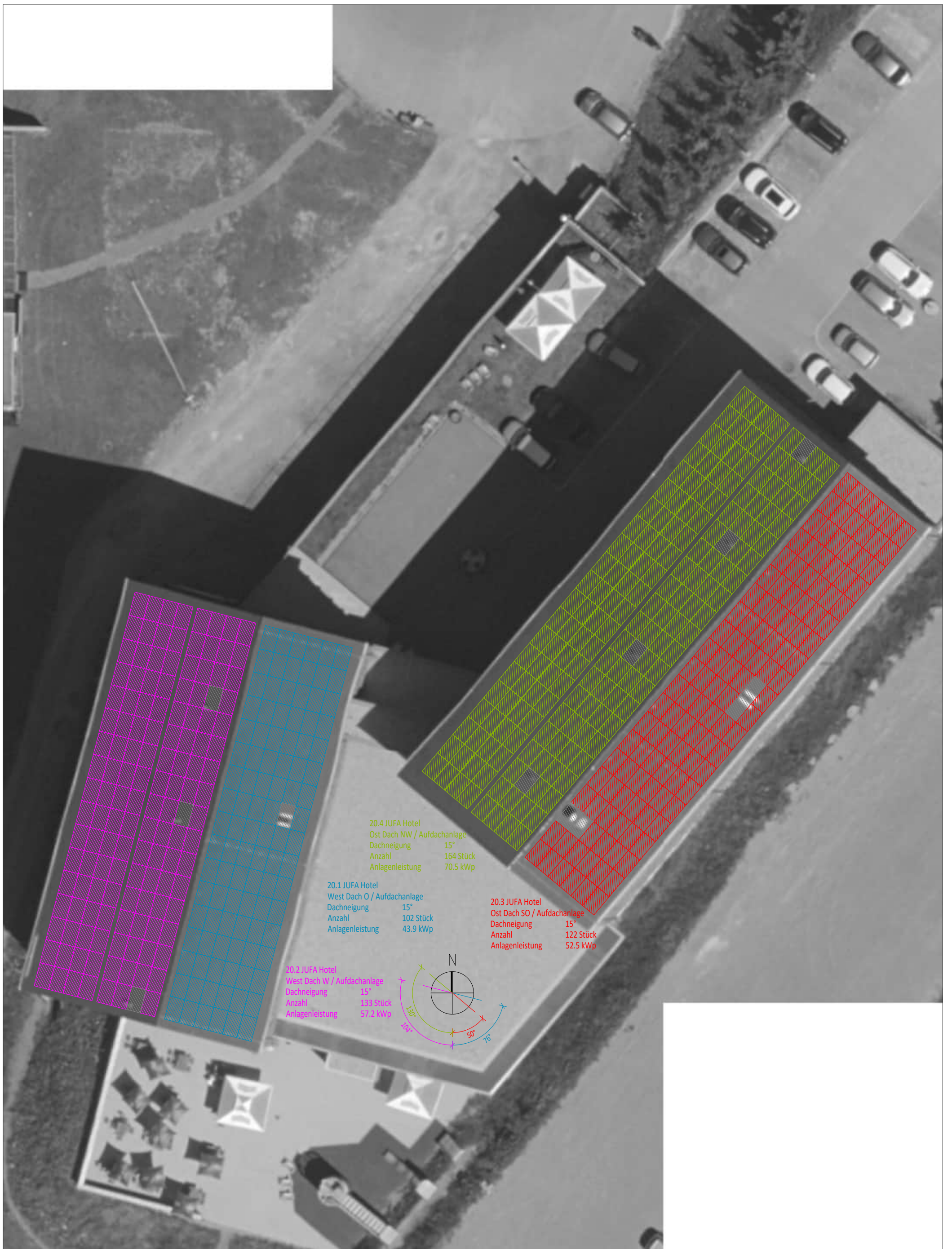
17.3 Kalberstall
 Dach O / Aufdachanlage
 Dachneigung 35°
 Anzahl 35 Stück
 Anlagenleistung 15.0 kWp



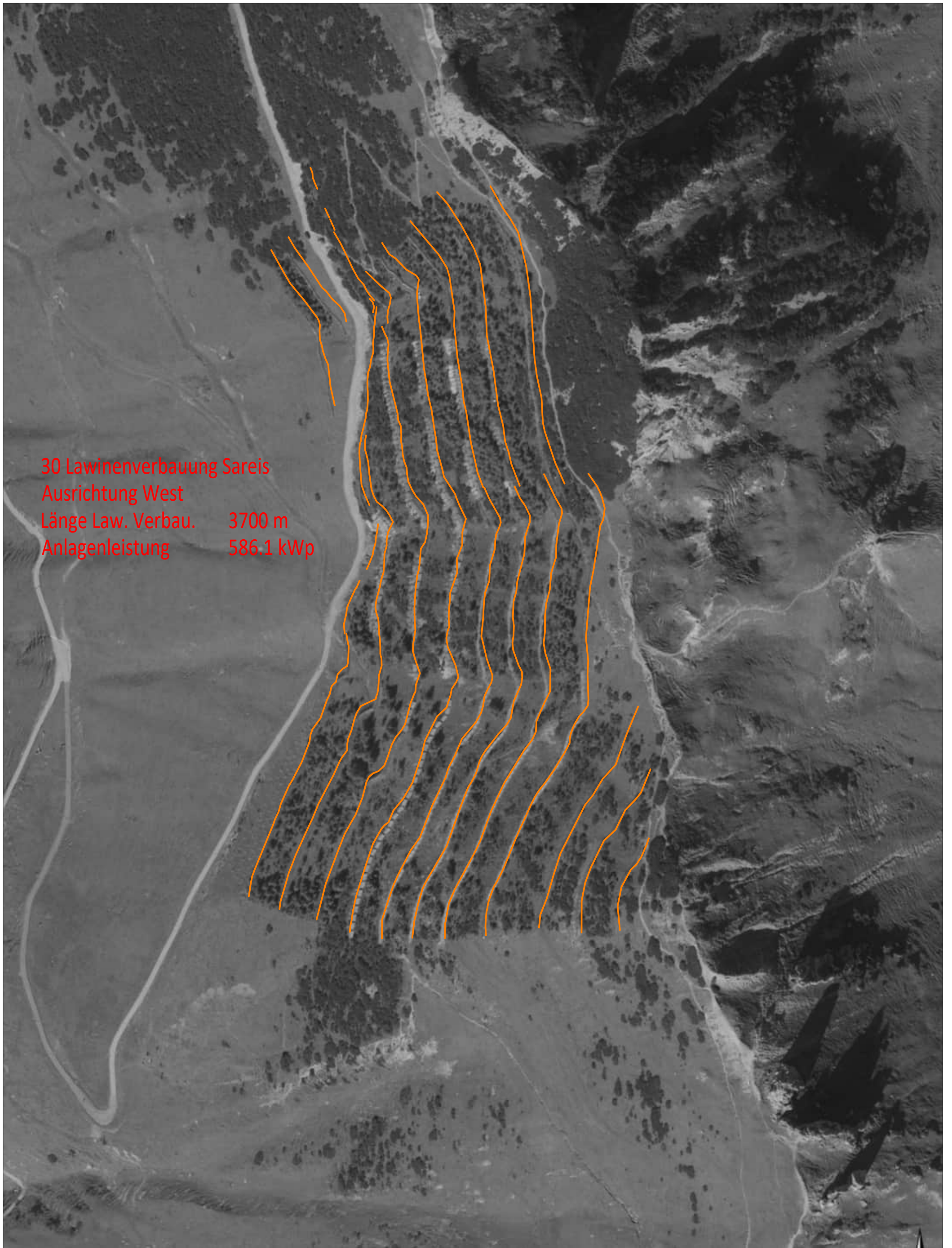




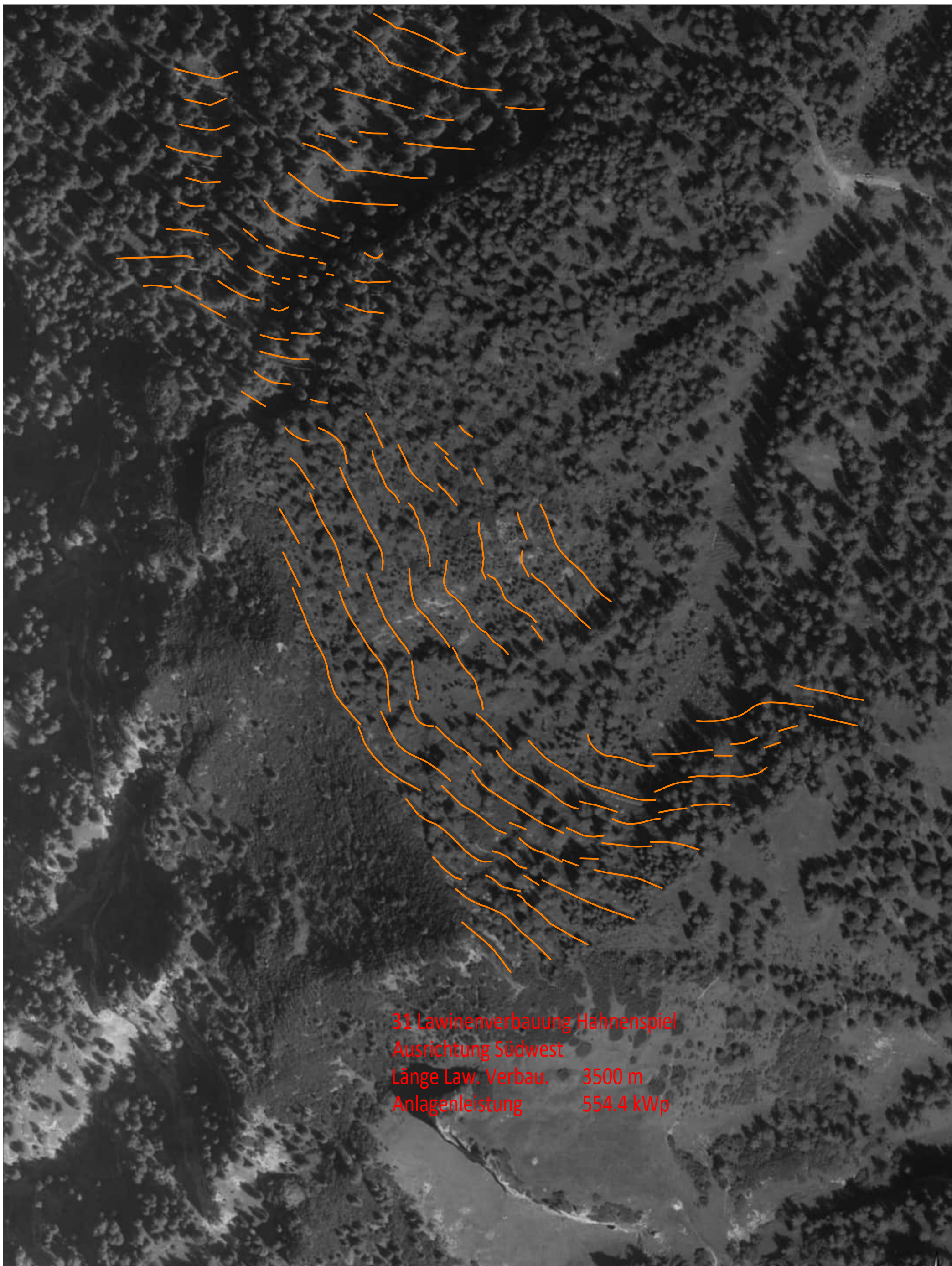








30 Lawinenverbauung Sareis
Ausrichtung West
Länge Law. Verbau. 3700 m
Anlagenleistung 586.1 kWp



31 Lawinenverbauung Hahnenspiel
Ausrichtung Südwest
Länge Law. Verbau. 3500 m
Anlagenleistung 554.4 kWp

Lenum.

Gewerbeweg 15
LI - 9490 Vaduz
www.lenum.com

Tel +423/265 30 30
Fax +423/265 30 31
lenum@lenum.com

31 - Lawinenverbauung Hahnenspiel

Luftbild / Photovoltaikbelegung

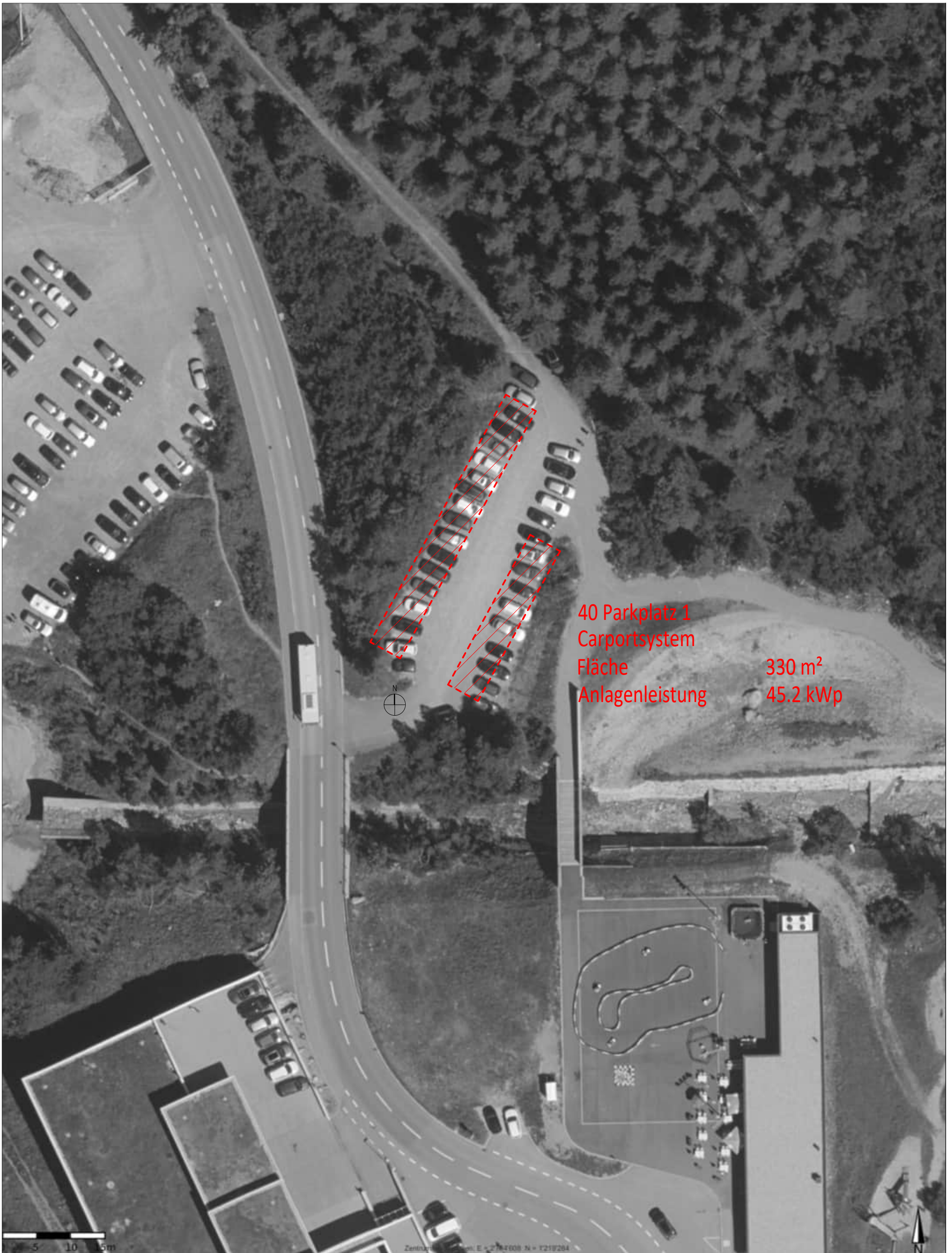
pv165

M 1:2000

13.02.2023 / ulfe



32 Freiflächenanlage Sareis
Freiflächensystem Süd
Fläche 1240 m²
Anlagenleistung 86.8 kWp





41 Parkplatz 2
DHP System
Fläche
Anlagenleistung

3400 m²
434.3 kWp

Lenum.

Gewerbeweg 15
LI - 9490 Vaduz
www.lenum.com

Tel +423/265 30 30
Fax +423/265 30 31
lenum@lenum.com

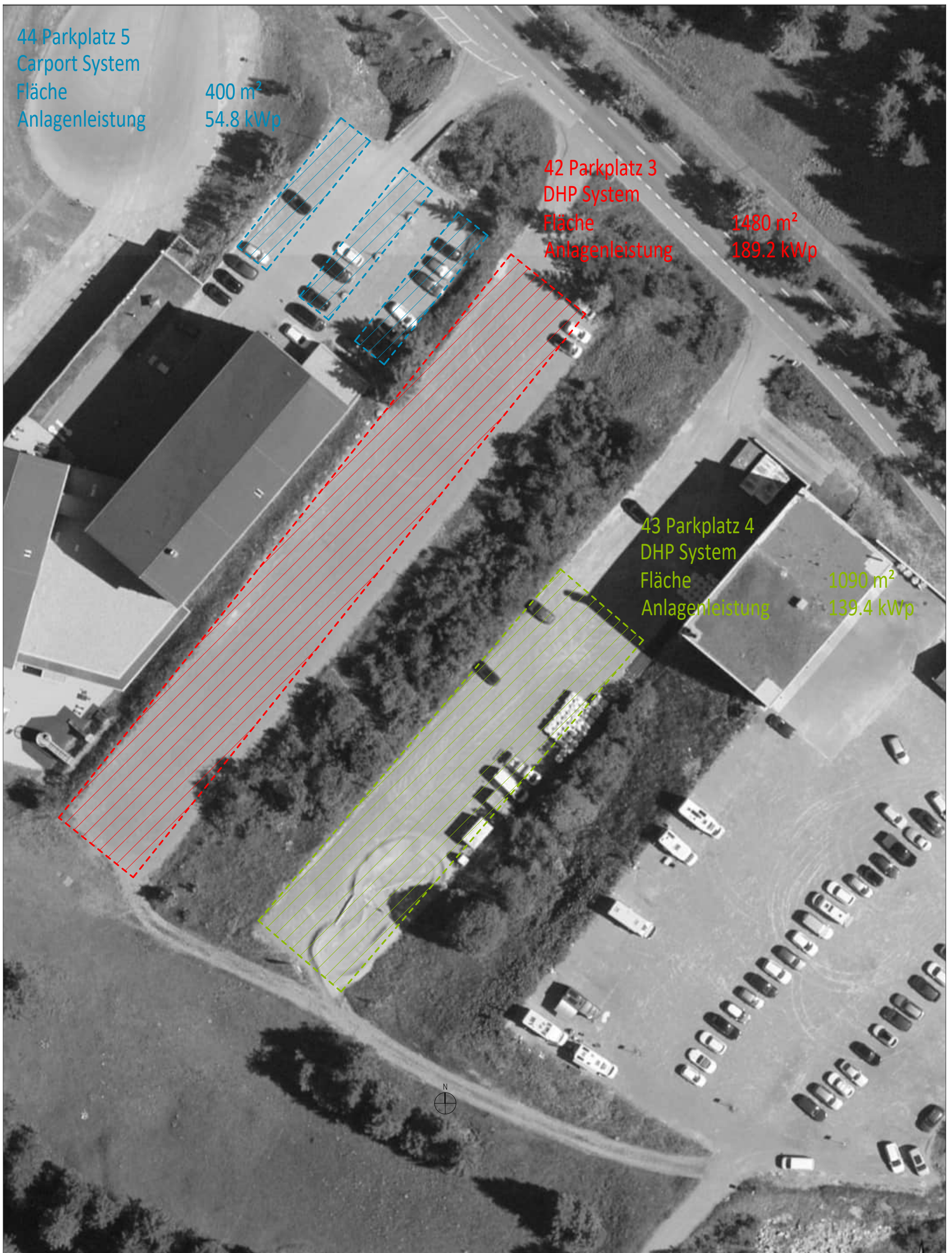
41 - Parkplatz 2

Luftbild / Photovoltaikbelegung

pv165

M 1:500

13.02.2023 / ulfe





45 Parkplatz 6
DHP System
Fläche 1170 m²
Anlagenleistung 149.6 kWp



Lenum.

Gewerbeweg 15
LI - 9490 Vaduz
www.lenum.com

Tel +423/265 30 30
Fax +423/265 30 31
lenum@lenum.com

45 - Parkplatz 6

Luftbild / Photovoltaikbelegung

pv165

M 1:500

13.02.2023 / ulfe



