

Juli 2026

Netto-Null-Fahrplan MPW AG



© BFE/Samuel Trümpy

Autorin

Jana Sennrich, Sennrich Energie GmbH
Mit Ergänzungen von EnergieSchweiz

Diese Studie wurde im Auftrag von EnergieSchweiz erstellt.
Für den Inhalt ist die Autorenschaft verantwortlich.

Inhaltsverzeichnis

1.	Auftrag.....	5
2.	Ausgangslage MPW AG.....	5
3.	Methodik und Systemgrenzen für die Treibhausgasbilanz.....	6
3.1	Methodik THG-Bilanzierung	6
3.2	Grundlagen und Datenquellen.....	6
3.3	Systemgrenze.....	6
4.	Treibhausgasbilanz	6
4.1	Energieträger und damit verbundene Emissionen (Scope 1 und 2).....	6
4.1.1	Scope 1 (direkte Emissionen).....	6
4.1.2	Scope 2 (indirekte Emissionen / externe Beschaffung).....	7
4.2	Treibhausgasbilanzierung Ist-Situation	8
5.	Beschreibung und Optimierungspotenzial der vorhandenen Installationen	9
5.1	Gebäudehülle.....	9
5.2	Heizung	12
5.3	Klima/Kälte.....	14
5.4	Lüftung	16
5.5	Pumpen.....	18
5.6	Druckluft	19
5.7	Beleuchtung	22
5.8	Prozesse.....	22
5.9	Energieproduktion	24
5.10	Mobilität.....	25
5.11	Sonstige	26
6.	Analyse der Netto-Null-Lösungen.....	27
7.	Massnahmenplan	27
7.1	Massnahmenliste Übersicht.....	28
7.2	Massnahmenliste nach Umsetzungsjahr oder Planungsjahr	29
8.	Absenkpfad.....	31
8.1	Scope 1.....	31

8.2	Scope 1 + 2.....	32
8.3	Reduktionspfad – Energie.....	33
9.	Förderung, gesetzliche Vorgaben.....	35
10.	Schlussfolgerung / Ausblick.....	35
11.	Abschluss/Weiteres Vorgehen.....	35

1. Auftrag

Gemäss Artikel 5 des Klimaschutz- und Innovationsgesetzes (KIG) sind Unternehmen seit dem 1. Januar 2025 gesetzlich verpflichtet, ihre direkten und indirekten Treibhausgasemissionen bis 2050 auf netto null zu reduzieren. Um dies zu erreichen, können sie einen Netto-Null-Fahrplan (NNF) erstellen. Dieses freiwillige Instrument ermöglicht es Unternehmen, ihre Dekarbonisierung langfristig zu planen.

Der vorliegende NNF wurde auf Grundlage einer PEIK-Energieberatung¹ erstellt. Er soll ein Beispiel dafür geben, wie ausgehend von einer PEIK-Energieberatung mit geringem Zusatzaufwand ein NNF erstellt werden kann, der die zentralen Elemente gemäss Art. 3 Abs. 1 der Klimaschutzverordnung (KIV) enthält und dem Unternehmen als Grundlage zur langfristigen Planung seiner Dekarbonisierung dienen kann. Dieser NNF wurde nicht im Hinblick auf eine Förderung nach Art. 6 KIG erstellt.

2. Ausgangslage MPW AG

Die MPW AG ist eine mechanische Werkstätte in Weinfelden, Thurgau, welche mit rund 25 Mitarbeitenden und etwa 35 CNC (Computerized Numerical Control)-Maschinen auf einer Industriefläche von ca. 1 400 m² einen Energieverbrauch aufweist, welcher die Firma national zu den Grossverbrauchern zählen lässt. Dank einer eigenen Photovoltaikanlage liegt der Strombezug nur knapp über 250 MWh/a. Die MPW AG bietet CNC-Fertigung, Schleifen und Erodieren an. Der Betrieb wird im 1-Schicht-Betrieb geführt.

Der Betrieb hat 2019 eine erste PEIK-Energieberatung durchgeführt und über 1 Mio. CHF in Energiespar- und Energieerzeugungsmassnahmen investiert. Es wurde eine 320 kWp Photovoltaikanlage auf dem Haupt- und Nebengebäude erstellt, welche mittels Zusammenschlusses zum Eigenverbrauch (ZEV) zusammengeschlossen wurden. Die 2 * 70 kW Heizungen wurden durch 2 * 20 kW Luftwärmepumpen ersetzt. Die Abwärme der Druckluftkompressoren wird über die Lüftung abgeführt. Im Winter kann diese alternativ zu Heizzwecken für das Büro-Wohnhaus genutzt werden. Die Decken des älteren Produktions- und des Nebengebäudes wurden gedämmt. Im ZEV wurde ein Energiespeicher zur Lastspitzenoptimierung und Eigenverbrauchsoptimierung erstellt. 4 Elektrofahrzeuge wurden beschafft und 4 normale Ladestationen, sowie eine Schnelladestation mit 2 * 25 kW oder 1 * 50 kW wurde erstellt.

Weiter wurden zusätzliche Wärme- und Stromzähler, sowie ein Energiemanagementsystem installiert, welche für die vertiefte Energieverbrauchsanalyse von grosser Bedeutung waren. Durch eine konsequente Schritt-für-Schritt-Abschaltung konnte festgestellt werden, welche Standbyverluste die Anlagen aufwiesen. So konnten sehr grosse Einsparungen erzielt werden.

Dieser NNF zeigt der MPW AG den Verlauf ihres Energieverbrauchs und ihrer CO₂-Emissionen in Scope 1 und Scope 2 über die letzten 9 Jahre. Dazu werden weitere Massnahmen zur Fortsetzung der Dekarbonisierung, die im Rahmen einer zweiten PEIK-Energieberatung im Oktober 2025 ermittelt wurden, vorgestellt.

¹ PEIK, die Energieberatung für KMU von EnergieSchweiz, berät Schweizer Unternehmen mit einem Stromverbrauch zwischen 100 MWh und 500 MWh pro Jahr oder einem Wärmeverbrauch zwischen 500 MWh und 5 000 MWh pro Jahr.

3. Methodik und Systemgrenzen für die Treibhausgasbilanz

3.1 Methodik THG-Bilanzierung

Die THG-Bilanz wurde auf der Grundlage des Ist-Zustands des PEIK-Energieberatungstools (PEBT) entwickelt, anschliessend angepasst und nach Scope gemäss dem Greenhouse Gas Protocol (GHG-P) dargestellt. Die Emissionsfaktoren stammen aus dem Scope-Emissions-Tool v5.4. Für die Berechnung der Scope 2 Emissionen wurde der location based Ansatz verwendet.

3.2 Grundlagen und Datenquellen

Als Grundlage für die Berichterstellung dienten folgende Dokumente:

- Aufnahmen vor Ort
- PEIK-Bericht 2019
- Ergänzender Bericht Energieverbrauchsanalyse 2019
- PEIK-Bericht 2025 (Begehung vom 03.10.2025)

Die Verbräuche der verschiedenen Energieträger wurden im Rahmen der PEIK-Beratung mit dem PEBT auf Grundlage der Energierechnungen sowie der vor Ort verfügbaren Daten abgeschätzt.

3.3 Systemgrenze

Dieser NNF bezieht sich auf den Standort Eierlenstrasse 8 in 8570 Weinfelden der MPW AG. Dies ist der einzige Standort der MPW AG; somit wird das gesamte Unternehmen abgedeckt. Es werden nur die Emissionen aus Scope 1 und Scope 2 des Unternehmens betrachtet. Scope 3-Emissionen sind nicht Teil des NNF.

4. Treibhausgasbilanz

Die Treibhausgasbilanz bezieht sich auf das Jahr 2024.

4.1 Energieträger und damit verbundene Emissionen (Scope 1 und 2)

4.1.1 Scope 1 (direkte Emissionen)

Kat. 1.1: Stationäre Anlagen (Brennstoffe)

Tabelle 1: Entwicklung der CO₂-Emissionen in Scope 1, Kat. 1.1: Stationäre Anlagen (Brennstoffe) zwischen 2016 und 2024.

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a
Erdgas	84'086	64'096	72'168	64'274	68'274	51'253	-	-	-
	tCO ₂ eq	tCO ₂ eq	tCO ₂ eq	tCO ₂ eq	tCO ₂ eq	tCO ₂ eq	tCO ₂ eq	tCO ₂ eq	tCO ₂ eq
Total tCO ₂ eq	17.0	12.9	14.6	13.0	13.8	10.4	-	-	-

Kat. 1.2: Mobile Anlagen (Treibstoff)

Tabelle 2: Entwicklung der CO₂-Emissionen in Scope 1, Kat. 1.2: Mobile Anlagen (Treibstoff) zwischen 2016 und 2024.

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a
Diesel	66'919	66'919	66'919	66'919	49'569	49'569	29'742	9'914	-
	tCO ₂ eq	tCO ₂ eq	tCO ₂ eq	tCO ₂ eq	tCO ₂ eq	tCO ₂ eq	tCO ₂ eq	tCO ₂ eq	tCO ₂ eq
Total tCO ₂ eq	17.6	17.6	17.6	17.6	13.1	13.1	7.8	2.6	-

Kat. 1.3: Physikalische oder chemische Verarbeitung

Das Unternehmen führt keine Physikalische oder chemische Verarbeitungsprozesse mit CO₂eq-Ausstoss durch.

Kat. 1.4: Flüchtige Emissionen (z.B. Kältemittel)

Tabelle 3: Entwicklung der CO₂-Emissionen in Scope 1, Kat. 1.4: Flüchtige Emissionen zwischen 2016 und 2024.

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a
Kältemittel									
	tCO ₂ eq	tCO ₂ eq	tCO ₂ eq	tCO ₂ eq	tCO ₂ eq	tCO ₂ eq	tCO ₂ eq	tCO ₂ eq	tCO ₂ eq
Total tCO ₂ eq	1.8	2.0	2.0	2.0	2.0	1.7	2.4	12.4	4.0

4.1.2 Scope 2 (indirekte Emissionen / externe Beschaffung)

Für den location based Ansatz werden die Emissionen des Strombezugs unter Berücksichtigung des Schweizer Verbrauchermixes berechnet.

Kat. 2.1: Elektrizität

Tabelle 4: Entwicklung der CO₂-Emissionen in Scope 2, Kat. 2.1: Elektrizität zwischen 2016 und 2024.

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a
Strom Netz	451'802	462'000	516'185	530'000	540'000	579'158	472'819	324'355	378'013
CH-Mix gCO ₂ eq/kWh	182	194	159	119	102	137	142	86	61
Strom PVA EIV	30'000	30'000	30'000	30'000	30'000	30'000	188'024	221'902	211'500
Verbrauch total	481'802	492'000	546'185	560'000	570'000	579'158	660'843	546'257	589'513
	tCO ₂ eq	tCO ₂ eq	tCO ₂ eq	tCO ₂ eq	tCO ₂ eq	tCO ₂ eq	tCO ₂ eq	tCO ₂ eq	tCO ₂ eq
Total tCO ₂ eq	82.0	89.6	82.1	63.1	55.1	75.2	67.1	27.9	23.1

Kat. 2.2: Dampf

Das Unternehmen führt keine Prozesse mit Dampf mit CO₂-Ausstoss durch.

Kat. 2.3: Wärme

Das Unternehmen liefert und nutzt keine Fernwärme.

Kat. 2.4: Kälte

Das Unternehmen liefert und nutzt keine Fernkälte.

4.2 Treibhausgasbilanzierung Ist-Situation

Tabelle 5: Entwicklung der CO₂-Emissionen in Scope 1 und 2 zwischen 2016 und 2024.

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
	tCO ₂ eq	tCO ₂ eq	tCO ₂ eq	tCO ₂ eq	tCO ₂ eq	tCO ₂ eq	tCO ₂ eq	tCO ₂ eq	tCO ₂ eq
Scope 1 Gebäude/Mobilität	36.6	32.8	34.4	29.3	24.0	18.5	2.5	12.4	4.0
Scope 2 Strom CH-Mix (location-based)	82.0	89.6	82.1	63.1	55.1	75.2	67.1	27.9	23.1
Total tCO₂eq	118.6	122.4	116.5	92.4	79.1	93.8	69.6	40.3	27.1

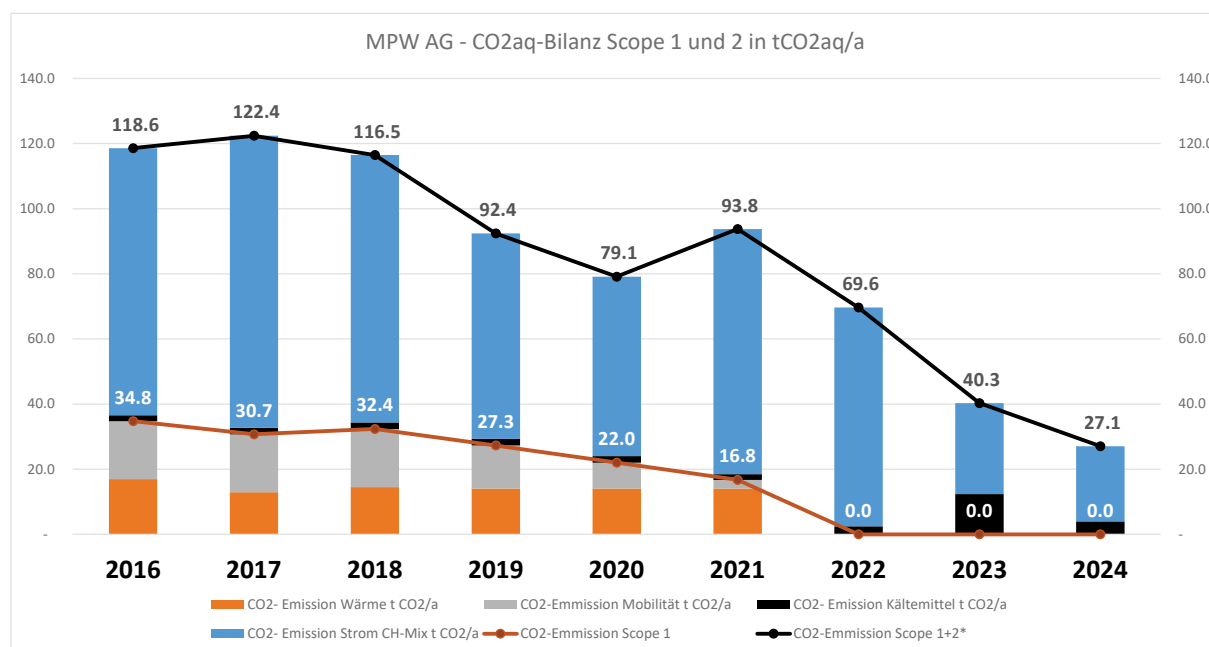


Abbildung 1: Entwicklung der CO₂-Emissionen in Scope 1 und 2 der MPW AG aufgeschlüsselt nach Emissionsquelle zwischen 2016 und 2024.

Die MPW AG konnte in den letzten 9 Jahren den CO₂-Ausstoss markant senken. Der grösste verbleibende Anteil ist auf den Schweizer Strom-Mix zurückzuführen. Die lokal genutzte Energie mit Erdgas und Diesel konnte auf Strom gewechselt werden, womit eine grosse Energie- und CO₂-Einsparung erzielt werden konnte. Einzig die Emissionen der Kältemittel, welche noch nicht regelmässig erfasst sind und nur zyklisch ersetzt werden, konnten bisher nicht reduziert werden.

5. Beschreibung und Optimierungspotenzial der vorhandenen Installationen

Auch wenn eine aktuelle Analyse keinen vollständigen Rückblick auf den Zustand der Anlagen vor dem Bilanzjahr erfordert, zeigt der vorliegende NNF deren Entwicklung zwischen der ersten PEIK-Energieberatung aus dem Jahr 2019 und der zweiten aus dem Jahr 2025. Dies ermöglicht es, die im Massnahmenplan vorgeschlagenen Massnahmen in einen Kontext zu stellen und die Kohärenz der Dekarbonisierungsstrategie des Unternehmens nachzuvollziehen.

5.1 Gebäudehülle

2019	2025																				
Gebäudehülle Die Energiekennzahl über den gesamten Standort beträgt 56 kWh/m2a. (Minergie unter 30 kWh/m2a). 1986 Bürogebäude <table border="1"> <thead> <tr> <th>Elemente</th><th>Bezeichnung, Typ, Bemerkung</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Baujahr</td><td>1986</td></tr> <tr> <td>Dach</td><td>Leichtes Schrägdach, gedämmt, U-Wert 0.5 W/m2K</td></tr> <tr> <td>Oberlichter</td><td>Lichtkuppeln, können geöffnet werden</td></tr> <tr> <td>Fassade</td><td>Gedämmt, U-Wert 0.6 W/m2K</td></tr> <tr> <td>Fenster</td><td>Holzfenster ohne Isolierverglasung, U-Wert 3.1 W/m2K</td></tr> <tr> <td>Storen</td><td>Vorhanden, manuell</td></tr> </tbody> </table> 1997 Produktionshalle 1 Nord <table border="1"> <thead> <tr> <th>Elemente</th><th>Bezeichnung, Typ, Bemerkung</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Baujahr</td><td>1997</td></tr> <tr> <td>Dach</td><td>Leichtes Schrägdach, gedämmt, Sandwich 60mm Dämmung, U-Wert 0.5 W/m2K</td></tr> </tbody> </table>	Elemente	Bezeichnung, Typ, Bemerkung	Baujahr	1986	Dach	Leichtes Schrägdach, gedämmt, U-Wert 0.5 W/m2K	Oberlichter	Lichtkuppeln, können geöffnet werden	Fassade	Gedämmt, U-Wert 0.6 W/m2K	Fenster	Holzfenster ohne Isolierverglasung, U-Wert 3.1 W/m2K	Storen	Vorhanden, manuell	Elemente	Bezeichnung, Typ, Bemerkung	Baujahr	1997	Dach	Leichtes Schrägdach, gedämmt, Sandwich 60mm Dämmung, U-Wert 0.5 W/m2K	Gebäudehülle Sandwichpaneelen, Produktion Nord mit neuem Dach ausgestattet. 1986 Bürogebäude - 380 m2 EBF (2 Stockwerke, 190 m2) Dach Schrägdach Ziegel: U-Wert 0.5 W/m2K Fassade Mauerwerk: U-Wert 0.6 W/m2K Holzfenster ohne Isolierverglasung U-Wert 3.1 W/m2K Sommerlicher Wärmeschutz: Storen aussen, manuell 1997 Produktionshalle 1 Nord - 400 m2 EBF (1 Stockwerk, 6.5m Höhe) Dach Sandwich-Paneele - 0.5 W/m2K Sanierung 2022: 0.2 W/m2K Fassade Sandwichpaneelen: 0.6 W/m2K Fenster Metall: 2.4 W/m2K
Elemente	Bezeichnung, Typ, Bemerkung																				
Baujahr	1986																				
Dach	Leichtes Schrägdach, gedämmt, U-Wert 0.5 W/m2K																				
Oberlichter	Lichtkuppeln, können geöffnet werden																				
Fassade	Gedämmt, U-Wert 0.6 W/m2K																				
Fenster	Holzfenster ohne Isolierverglasung, U-Wert 3.1 W/m2K																				
Storen	Vorhanden, manuell																				
Elemente	Bezeichnung, Typ, Bemerkung																				
Baujahr	1997																				
Dach	Leichtes Schrägdach, gedämmt, Sandwich 60mm Dämmung, U-Wert 0.5 W/m2K																				

Fassade	Gedämmt, U-Wert 0.6 W/m2K
Fenster	Metallfenster ohne Isolierverglasung, U-Wert 2.4 W/m2K
Storen	Vorhanden, manuell
Besonderes	Die internen Lasten in den Produktionshallen, welche rund 7/8 des Energieverbrauchs ausmachen, verringern den Heizwärmebedarf massiv, weshalb die grösste Zeit des Jahres die Lüftungsanlage als Kühlung wirkt. Dach und Oblichter sind bez. Alters wegen sanierungswürdig. Ersatz in gleicher Bauart mit stärkerer Belastungsfestigkeit empfohlen v.A. bez. Ausbau mit Photovoltaikanlage notwendig.

2002 Produktionshalle 2 Süd

Elemente	Bezeichnung, Typ, Bemerkung
Baujahr	2002
Dach	Flachdach, gedämmt, inkl. Photovoltaikanlage, U-Wert 0.3 W/m2K
Oberlichter	8 Lichtkuppeln, können geöffnet werden
Fassade	Gedämmt, U-Wert 0.3 W/m2K
Fenster	Metallfenster mit Isolierverglasung, U-Wert 1.7 W/m2K
Storen	Vorhanden, manuell
Besonderes	Die internen Lasten in den Produktionshallen, welche rund 7/8 des Energieverbrauchs ausmachen, verringern den Heizwärmebedarf massiv, weshalb die grösste Zeit des Jahres die Lüftungsanlage als Kühlung fungiert.

2002 Produktionshalle 2 Süd - 630 m2 EBF (1 Stockwerk, 6.5m Höhe)

Dach Sandwichpaneelen, Flachdach 0.3W/m2K
 Fassade Sandwichpaneelen 0.3 W/m2K
 Fenster Metall, Isolierverglasung 1.7W/m2K
 Sommerlicher Wärmeschutz Storen aussen, manuell
 8 Oblichter / RWA

2013 Produktionshalle 3 Anbau Nordost - Präzisionsschleiferei

Elemente	Bezeichnung, Typ, Bemerkung
Baujahr	2013
Dach	Flachdach, gedämmt, U-Wert 0.25 W/m2K
Oberlichter	2 Lichtkuppeln, können geöffnet werden
Fassade	Gedämmt, U-Wert 0.25 W/m2K
Fenster	Metallfenster mit Isolierverglasung, U-Wert 1.5 W/m2K
Storen	Vorhanden, manuell
Besonderes	

1984 Einstellhalle / Gym Crossfit – Eierlenstrasse 10

Elemente	Bezeichnung, Typ, Bemerkung
Baujahr	1984
Dach	Schrägdach Paneelbau, gedämmt, U-Wert 0.52 W/m2K, 90 mm Einlegedämmung Glaswolle $\lambda=0.045$ W/mK
Oberlichter	10 Oblichter – keine Fenster
Fassade	Paneelbau gedämmt, U-Wert 0.52 W/m2K, 90 mm Dämmung Glaswolle $\lambda=0.045$ W/mK
Tore	Tor Nord: Sektionaltor mit Tür, Saniert 2021 U-Wert: 2.24 W/m2K Tor Südteil: Sektionaltor ohne Tür
Besonderes	Beurteilung: Bei Zweckänderung Gebäudehüllsanie- rung insbesondere Dach bez. Alters wegen sanie- rungswürdig. Ersatz in gleicher Bauart mit stärkerer Belastungsfestigkeit empfohlen v.A. bez. Ausbau mit Photovoltaikanlage notwendig.

2013 Produktionshalle 3 Anbau Nordost - 160 m2 EBF (1 Stockwerk, 6.5m Höhe)

Dach Sandwichpaneelen Flachdach 0.25 W/m2K
 Fassade Sandwichpaneelen 0.25 W/m2K
 Fenster Metall Isolierverglasung 1.5 W/m2K
 Sommerlicher Wärmeschutz: Storen aussen manuell
 2 Oblichter / RWA

5.2 Heizung

2019	2025																								
Heizung  Abbildung 2: Heizzentrale UG  Abbildung 3: Hauptverteilung Heizzentrale UG <table border="1"> <thead> <tr> <th>Elemente</th><th>Bezeichnung, Typ, Bemerkung</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Anlagenbezeichnung</td><td>Hoval UltraGas UG-A.C (80)</td></tr> <tr> <td>Baujahr</td><td>2002</td></tr> <tr> <td>Energielieferant</td><td>Erdgas kondensierend</td></tr> <tr> <td>Neutralisationsbox</td><td>vorhanden</td></tr> <tr> <td>Kesselleistung</td><td>70 kW</td></tr> <tr> <td>Brennerleistung</td><td>17-70 kW</td></tr> <tr> <td>Gruppenabgänge / Umwälzpumpen</td><td>BWW – Biral MX 13 – Stufe 2: 52-71 W – Stufe eingestellt Radiator Wohnung – Grundfos UPE 25-60 180 – 40 – 100 W Frequenzgeregelt Radiator Wohnung – Biral Redline M13 – Stufe 3: 88-118 W – Stufe eingestellt</td></tr> <tr> <td>Korrosionsschutz</td><td>Elysator vorhanden</td></tr> <tr> <td>Steuerung / Regulierung</td><td>Heizkurve: 15°C à 20°C VL und 15°C à 70°C VL</td></tr> <tr> <td>Dämmung</td><td>Vorhanden PIR-Schalen</td></tr> <tr> <td>Hydraulische Schaltung</td><td>Beimischschaltung</td></tr> </tbody> </table>	Elemente	Bezeichnung, Typ, Bemerkung	Anlagenbezeichnung	Hoval UltraGas UG-A.C (80)	Baujahr	2002	Energielieferant	Erdgas kondensierend	Neutralisationsbox	vorhanden	Kesselleistung	70 kW	Brennerleistung	17-70 kW	Gruppenabgänge / Umwälzpumpen	BWW – Biral MX 13 – Stufe 2: 52-71 W – Stufe eingestellt Radiator Wohnung – Grundfos UPE 25-60 180 – 40 – 100 W Frequenzgeregelt Radiator Wohnung – Biral Redline M13 – Stufe 3: 88-118 W – Stufe eingestellt	Korrosionsschutz	Elysator vorhanden	Steuerung / Regulierung	Heizkurve: 15°C à 20°C VL und 15°C à 70°C VL	Dämmung	Vorhanden PIR-Schalen	Hydraulische Schaltung	Beimischschaltung	Heizung und Warmwasser Heim Wärmepumpe Luft-Wasser, Bj. 2022 13 kW A-9, R410A Anlage 1: 8.13 kW A2/W35 (COP 4.22) Anlage 2: 8.13 kW A2/W35 (COP 4.22) Anlage 1 Zähler - 2025-10-03 Wärmeproduktion: 135'843 Strombedarf: 30'549 Wirkungsgrad: 4.4 SCOP Anlage 2 Zähler - 2025-10-03 Wärmeproduktion: 57'819 Strombedarf: 12095 Wirkungsgrad: 4.8 SCOP Total: 193'633 kWh in 3 Jahren --> 65 MWh/a oder 14 MWh el/a Pufferspeicher 978 Liter AWN Druckluft 28 kW +60°C/+50°C AWN-Druckluft 24 kW +60°C/50°C Zähler 03.10.2025: 70'070 kWh (Seit 2023 --> >30 MWh/a) Zähler 01.07.2025: 62'414 kWh Zähler 01.01.2025: 41'177 kWh Gruppe Lüftung Heizkurve: -10°C / +56°C und +20°C/+28°C Gruppe Wohnhaus/Bürohaus Heizkurve: -10°C / +56°C und +20°C/+28°C BWW: WP-Boiler Potential Abwärmenutzung erweitern Potential Abwärme an Nachbargebäude liefern
Elemente	Bezeichnung, Typ, Bemerkung																								
Anlagenbezeichnung	Hoval UltraGas UG-A.C (80)																								
Baujahr	2002																								
Energielieferant	Erdgas kondensierend																								
Neutralisationsbox	vorhanden																								
Kesselleistung	70 kW																								
Brennerleistung	17-70 kW																								
Gruppenabgänge / Umwälzpumpen	BWW – Biral MX 13 – Stufe 2: 52-71 W – Stufe eingestellt Radiator Wohnung – Grundfos UPE 25-60 180 – 40 – 100 W Frequenzgeregelt Radiator Wohnung – Biral Redline M13 – Stufe 3: 88-118 W – Stufe eingestellt																								
Korrosionsschutz	Elysator vorhanden																								
Steuerung / Regulierung	Heizkurve: 15°C à 20°C VL und 15°C à 70°C VL																								
Dämmung	Vorhanden PIR-Schalen																								
Hydraulische Schaltung	Beimischschaltung																								

Wärmeabgabe	Bodenheizung, Lufterhitzer Lüftung, Radiatoren
-------------	--

Beurteilung:

Die Vorlauftemperatur ist mit 70°C recht hoch. Tiefe Temperaturen bei Neubauten sind im Industrie-bereich bei +45°C.

Die Gruppenpumpen weisen noch nicht alle frequenzgesteuerte Regelung auf. V.A. der Wassererwärmer mittels durchgehendem Durchfluss verhindert, dass der Erdgaskessel kondensierend arbeiten kann. Können die Pumpen alle auf Frequenzgeregelter umgerüstet werden, welche auch die Rücklauftemperatur möglichst niedrig halten, kann der kondensierende Kessel diesen Effekt auch ausnützen.

Massnahme:

Pumpenersatz durch FU-geregelte Pumpen mit Regelung nach tiefer Rücklauftemperatur → Effekt geringerer Stromverbrauch + tiefere Rücklauftemperaturen → höhere Kondensationswärmeleistung → geringerer Erdgasbedarf.

Warmwasser



Abbildung 4: Boiler neben Heizzentrale

Elemente	Bezeichnung, Typ, Bemerkung
Anlagenbezeichnung	Hoval CombiVal 300 ER – Bj. 2002
Inhalt	300 Liter
Wassererwärmung	Warmwasserboiler ab Heizzentrale, inkl. elektro Einsatz

Zirkulation / Begleitheizung	ohne	
<u>Beurteilung:</u> Die Pumpe zum Brauchwarmwasser-Boiler ist auf fester Stufe 2 eingestellt. Dies lädt den Boiler stets durch. Bei optimaler Regelung Ein/Aus ist da nichts einzuwenden, damit der Kessel optimal die Kondensation nutzen kann. Ob dies der Fall ist kann bezweifelt werden. <u>Massnahmen:</u> Prüfung, ob der Boiler immer ganz in einem Stück durchgeladen wird, z.B. als Tagesspeicher, wenn die Heizung keine Heizlast trägt. Durch den potenziell geringen Wasserverbrauch relativiert sich diese Massnahme.		

5.3 Klima/Kälte

2019	2025												
Klima/Kälte   Abbildung 5: Kältemaschine Lüftung Produktion Abbildung 6: Klimaregister Monobloc <table border="1"> <thead> <tr> <th>Elemente</th><th>Bezeichnung, Typ, Bemerkung</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Anlagenbezeichnung</td><td>Air Blue – Alfa LE 140</td></tr> <tr> <td>Energielieferant</td><td>Strom</td></tr> <tr> <td>Kälteleistung</td><td>56.6 kW gem. Lüftungsschema</td></tr> <tr> <td>Elektrische Anschlussleistung</td><td>171 A Anlaufstrom, 38.8 A Maximalstromverbrauch à ca. 22 kW el</td></tr> <tr> <td>Baujahr</td><td>2001</td></tr> </tbody> </table>	Elemente	Bezeichnung, Typ, Bemerkung	Anlagenbezeichnung	Air Blue – Alfa LE 140	Energielieferant	Strom	Kälteleistung	56.6 kW gem. Lüftungsschema	Elektrische Anschlussleistung	171 A Anlaufstrom, 38.8 A Maximalstromverbrauch à ca. 22 kW el	Baujahr	2001	Klima/Kälte Klima Lüftung: Direktverdampfer Air Blue, Baujahr 2001 Alfa LE 141, AIRB011967 56.6 kW Kälteleistung VL/RL: +5°C/+5.4°C Max 38.8 A R407C, ca. 6.5 kg Klimagerät Erodiermaschinen MARKSA SA, CSW 900 BJ. 2017 5.2 kW Kälteleistung 2.1 kg, R407C Potential: Freecooling mit RWA - automatisiert
Elemente	Bezeichnung, Typ, Bemerkung												
Anlagenbezeichnung	Air Blue – Alfa LE 140												
Energielieferant	Strom												
Kälteleistung	56.6 kW gem. Lüftungsschema												
Elektrische Anschlussleistung	171 A Anlaufstrom, 38.8 A Maximalstromverbrauch à ca. 22 kW el												
Baujahr	2001												

Gruppenabgänge	Lüftung Produktion
Kältemittel	R407C
Hydraulik	Direktverdampfer, VL +5°C/RL +5.4°C
Rückkühlung	Temperatur:, Ohne Abwärmennutzung
Besonderes	Rückkühler steht an der Sonnenzugewandten Seite des Gebäudes Richtung Westen.

Beurteilung:

Die Rückkühlung entspricht nicht mehr heutigen Standards. Es werden für Klimatisierungen keine Direktverdampfer mehr eingesetzt. Grössere Register werden in Monoblocs verbaut, was höhere Kühltemperaturen und tiefere Rückkühltemperaturen ermöglicht und somit die Effizienz steigern.

Zudem kann mittlerweile eine Kältemaschine auch mit der dafür vorgesehenen Hydraulik als Wärmepumpe eingesetzt werden. Somit können, die Heiz- und Kühlregister in Serie geschlossen mit dem Wasserkreislauf mit optimal tiefen Temperaturen heizen und kühlen.

Für eine Wärmepumpe steht diese Maschine am richtigen, sonnenzugewandten Standort. Für die Kühlung des Raumes wäre ein schattiger Platz im Nord-Osten des Gebäudes von Vorteil.

Massnahmen:

Geprüft werden soll ein Ersatz der Anlage, am Ende der Lebensdauer durch eine umschaltbare Wärmepumpe und Kältemaschine in Kombination. Die Direktverdampfung soll durch ein Glykolkreislauf ersetzt werden, welcher über die Wärmepumpe heizen und kühlen kann. Dazu sind die Register in Serie zu schalten, bzw. das Kältereister durch ein entsprechend nutzbares zu ersetzen.

Als kurzfristige Massnahme sollte ein Stromzähler eingebaut werden, welcher die Wirtschaftlichkeit dieser beschriebenen Massnahme vor allem im Winterfall bestätigen oder relativieren kann.

5.4 Lüftung

2019	2025
Lüftung Abbildung 7: Lüftung Produktion Zuluftmonobloc Abbildung 8: Lüftung Produktion Abluftmonobloc Abbildung 9: Zuluft Halle 1997 Abbildung 10: Abluft Halle 1997 Abbildung 11: Abluft Halle 2002 Abbildung 12: Zuluft Halle 2002	Lüftung Produktionslüftung, 17'000 m³/h Baujahr 2002, RWT LE und LK FU-Ventilator Einschaltzeiten Zeitschaltuhr Montag: 3:00-21:00 Uhr Dienstag: 4:00-21:00 Uhr Mittwoch: 4:00-21:00 Uhr Donnerstag: 4:00-21:00 Uhr Freitag: 4:00-21:00 Uhr Samstag: 9:00-18:00 Uhr Sonntag: 9:00-18:00 Uhr Vorgabe: Auto <u>03.10.2025:</u> Betriebsstunden Stufe 1: 20465 h Betriebsstunden Pumpe A: 3201 h Raum-Sollwert: 22°C Heizen Raum-Sollwert: +25°C Kühlen Komfort Kühlen: +23°C Komfort Heizen +22°C ZUL-Soll/Min: +16°C ZUL Max: +32°C UML-Klappe möglich. Lüftung Bau 2013 Potential: Regelung Lüftungszeiten



Abbildung 13: Lüftung Halle 1997 und 2002 rechts

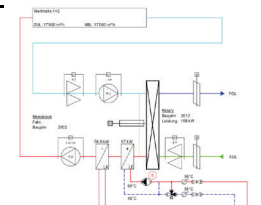


Abbildung 14: Schema Lüftung Produktion

Elemente	Bezeichnung, Typ, Bemerkung
Anlagenbezeichnung	GEA ATplus – Zu- und Abluftmonobloc Produktion
Baujahr	2001
Luftmenge	17'000 m ³ /h
Filter	F7
Wärmerückgewinnung	Rotary 168 kW, Wirkungsgrad 79%
Lufterhitzer	97 kW, +60°C/+45°C
Luftkühler	56.6 kW
Befeuchter	Keiner
Umluft	installiert
Ventilatorantrieb	ZUL / FOL 5.5 kW inkl. FU – stufenlos regelbar manueller Regler
Steuerung / Regulierung	Manuelle Feinregelung am Schaltschrank: Volumenstrom, Mindest. Aussenluftvolumenstrom

Beurteilung:

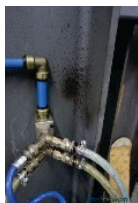
Die Lüftungsanlage aus dem Jahr 2001 ist in gutem Zustand. Sie weist einen hohen Wirkungsgrad in der Wärmerückgewinnung auf und ist mit einer Kühlung ausgestattet. Die Regelung der Lüftung ist nicht mehr optimal für den Betrieb eingestellt. Es fehlen Regelgrössen. Die Direktverdampfung im Kühlregister kann heute energetisch besser gelöst werden. Ob sich ein Umbau lohnt, muss sich zeigen.

Die Lufteinbringung der Zuluft und Absaugung zur Abluft ist nicht optimal an die Nutzung der Räumlichkeiten angepasst. So wirbeln die Luftströmungen Abwärmeströme wieder in den Raum, was im Sommer nicht optimal zur Kühlung ist. <u>Massnahmen:</u> Unklar ist, wie die Lüftung im Jahresverlauf geregelt wird. Die Siemenssteuerung ist zu überprüfen. Mittels Temperatursensoren kann die Regelung gemessen und herausgefunden werden. Bzw. mit den theoretischen und eingestellten Werten überprüft werden. Ein Einsatz einer nach Regelgrösse steuerbare Steuerung ermöglicht viele Möglichkeiten der Einflussnahme auf den Heiz- und Kühlbetrieb. Die Lüftung könnte mittels neuem Heiz-/Kühlkonzept mittels einer umschaltbaren Wärmepumpe/Kältemaschine bewirtschaftet werden. Eine Machbarkeitsstudie mit detaillierter Kostenschätzung zu diesem Thema ist sinnvoll, wenn der Kühlbedarf hoch ist. Nur die Wärmepumpe als Heizung zu verwenden, weist wenig potential auf. Eine Abwärmenutzung der Druckluft oder der Entledigung der Abwärme ist zu prüfen.	
--	--

5.5 Pumpen

2019	2025
Pumpen	Pumpen
	keine Potentiale vorhanden, ersetzt 2022

5.6 Druckluft

2019	2025
Druckluft  Abbildung 15: Druckluftzentrale – ohne Wärmeabführung  Abbildung 16: Druckluftkompressor  Abbildung 17: hörbare Druckluftleckage Verteiler  Abbildung 18: Druckluftleckage mit Öl-Niederschlag	Druckluft 3 Kompressoren: Almig Variable 28, 28 kW, Bj. 2017, AWN-Lüftung und Heizung WT 2025-10-03: 3'446'021 m3 Gesamtmenge 29'753 h Betriebsstunden 25'065 h Laststunden (3100 Bh --> 13545 VBh --> 379 MWh --> 47.4 MWh/a) Almig F-Drive 30 VSD, 30 kW, Bj. 2021, AWN-Lüftung und Heizung WT 0.61 - 6.59 m3/min 2025-10-03: 2'353'238 m3 Gesamtmenge seit 8.2.2022 29'865 h Gesamtstunden 13'426 h Betriebsstunden 12'743 h Laststunden (3'480 Bh --> 1625 VBh --> 48.8 MWh/a) Almig B15, 15 kW, AWN-Lüftung, Kältetrockner: Bj. 2010 25702 h Betriebsstunden 13'926 h Laststunden Magnetventil aktiviert 7.9 bar Potentiale: Verluste Eindämmen: Systematische Abriegelung je Maschine Potential: Druckluft - Leckageortung und Behebung
Elemente	Bezeichnung, Typ, Bemerkung
Anlagenbezeichnung / Druckluft-lieferant	3 Kompressoren: Almig Var 28, Bj. 2017 Almig Var 24, Bj. 2011 Almig Belt 15, Bj. 2012
Druckniveau	9 bar
Kompressorkühlung	Luftgekühlt direkt in Raum
Luftkondition	Ölgeschmierte Kompressoren SA 360G Ölfilter – Mikrofilter Ab-scheidegrad 0.01 mikron

Energieverbrauch	88'000 kWh/a (entspricht rund 17% Gesamtenergieverbrauch – sehr hoher Wert)
Abwärmenutzung	Keine, Raumwärme direkt im Winter nützlich, keine Verteilung/Durchmischung im Raum
Steuerung / Regulierung	Volumenstromregelung – Druckkonstant. Magnetventil Abschaltung Netz: 5:00 Uhr "Ein" – 23:00 Uhr "Aus" auf manuell umschaltbar
Lufttrocknung	vorhanden, R407c, 730 g, 0.76 kW Motor, Bj. 2010
Druckluftnetz	Schlauchsystem
Druckluftleckagen	Diverse vorhanden, höher Druck im Netz Begünstigt Bildung weiterer Leckagen.
Druckluftspeicher	Ca. 300 Liter
Besonderes	Das Leitungsnetz bildet einen Engpass, was den Druck auf hohem Niveau benötigt.

Erzeugerliste:

Bezeichnung	Baujahr	Elektrische Leistung [kW]	Betriebsstd. [h/tot]	Betriebsstd. ca. [h/a]	Lastfaktor (Volllastzeit / Betriebszeit)	Bemerkungen
Almig Var 28	Bj. 2017	28	6'545	3000	5'714 (53%)	40'000 kWh/a 50%

Almig Var 24	Bj. 2011	24	37'592	37'592	30'313 (71%)	48'000 kWh/a 50%
Almig Belt 15	Bj. 2012	15				

Beurteilung:

Redundanz der Druckluftkompressoren knapp gegeben. Druckluftniveau ist mit 9 bar sehr hoch. Bei optimaler Versorgung und Leckagereduktion sind 7.0 bis 7.5 bar ausreichend, bei Maschinen welche 6 bar bis 6.5 bar benötigen. Die Anschlussanforderungen sind zu prüfen.

Abwärme aus Druckluftkompressoren sollte fossilen Heizwärmebedarf im Winter um ca. 50% reduzieren können.

Massnahmen:

Die Kompressoren erzeugen sehr hohen Netzdruck. Die Ursache soll überprüft werden: Maschinenanforderung, hydraulische Engpässe Druckluft, Leckagen werden geprüft. Der Netzdruck sollte sukzessive um 0.1 bar pro Woche gesenkt werden, bis erste Reklamationen auftauchen und dann um 0.2 bar angehoben werden, bis das Problem gelöst ist oder der Netzdruck zwischen 7-7.5 bar liegt.

Leckagen sind vorhanden und möglichst flächendeckend, z.B. mittels Ultraschall-Detektor aufzuspüren und zu beseitigen.

Die Magnetventil-Generell-Abschaltung sollte, wenn immer möglich, aktiv sein. Diese kann manuell ausgeschaltet werden, was bei den Aufnahmen der Fall war.

Die Abwärme der Kompressoren wird nicht optimal genutzt, bzw. im Sommer nicht optimal von den Produktionshallen ferngehalten. Die Abwärme aus der Luftkühlung der Kompressoren kann auf die Lüftungsanlagen geführt werden. Da diese über eine Wärmerückgewinnung verfügt, kann die Abwärme so optimal am richtigen Ort über die Zuluft eingebracht werden.

Im Sommer ermöglicht der gleiche Einbau die Kühlung der Produktion indem die Wärme nicht mehr in den Raum gelangt, vorausgesetzt die Wärmerückgewinnung ist dann nicht aktiv. Alternativ oder bei einem Kompressorersatz, nach Ende der Lebenszeit, kann die Abwärme z.B. direkt Wasserseitig auf die Heizverteilung oder die Lüftungsanlage geführt werden. Für den Sommerfall müsste ein Rückkühler oder ein direkter Fortluftkanal installiert werden, damit die Abwärme aus dem Raum gebracht werden kann. In Anbetracht der Situation und Nähe zur Lüftung ist diejenige Variante mittels Abluftführung in die Lüftungsanlage die pragmatischste, wenn die Luftmengen des Systems dies zulassen.	
---	--

5.7 Beleuchtung

2019	2025
Beleuchtung	Beleuchtung
	LED

5.8 Prozesse

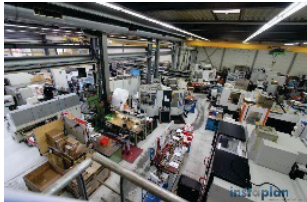
2019	2025
Prozesse	Prozesse
 Abbildung 19: Halle 2 Bj. 2002 linke Seite  Abbildung 20: Halle 2 Bj. 2002 rechte Seite	35 Produktionsanlagen gem. separater Aufstellung Effizienzsteigerung Stacking oder Automatisierung Potentiale: Standby-/Bereitschaftsverluste minimieren



Abbildung 21: Rückkühler in Garage oder unter Abluft

Abbildung 22: Schläuche als Stolperfallen, Arbeitssicherheit

Elemente	Bezeichnung, Typ, Bemerkung
Geräteliste	Separates Dokument inkl. Betriebsstunden, Baujahr, hochgerechneter Energieverbrauch

Beurteilung:

Die Anlagen werden bedarfsgerecht eingesetzt. Durch die dichte Belegung werden zurzeit alte, ggf. ineffiziente Maschinen den neuen weichen müssen. Dies verdichtet die Leistung und erhöht den Energiebedarf. Folge aus dieser Entwicklung ist der steigende Energieverbrauch und im Sommer die steigenden Temperaturen im Raum, da die Technik nicht ausgebaut wurde.

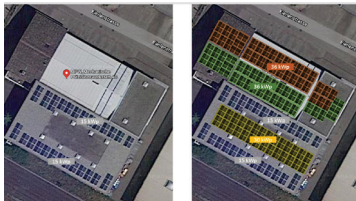
Massnahmen:

Energieeinsparungen an den Maschinen werden keine vorgeschlagen. Einzige Ansatzpunkte zur Betriebssicherheit sind: Anpassung der Lüftungskanäle und/oder Anpassung der Wärmeabführung aus der Produktion für stabilere Verhältnisse für Mensch und Maschine.

- Abluftfassungen sollten über Wärmequellen stehen (Rückkühler, Druckluft, Anlagen direkt usw.)
- Zuluftauslässe sollten steigende Wärme nicht verwirbeln und Verteilen im Sommer.
- ggf. Abluftfassung direkt an Rückkühlerelement
- ggf. Bereits vor Kühlaggregat das Kühlwasser zentral rückkühlen (mit Lüftung möglich)

Mögliche Stolperfallen können so verringert werden.

5.9 Energieproduktion

2019	2025						
Energieproduktion  Abbildung 23: Hauptverteilung Elektrozentrale  Abbildung 24: Wechselrichter der Photovoltaikanlage  Abbildung 25: 30 kWp Photovoltaikanlage und evtl. neue <table border="1"> <thead> <tr> <th>Elemente</th><th>Bezeichnung, Typ, Bemerkung</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Blindstromkompensation</td><td>Defekt. Wird 2019 ausgetauscht.</td></tr> <tr> <td>Photovoltaikanlage</td><td> 30 kWp – Inbetriebnahme 4.8.2015 Wechselrichter WR2 – ohne Trafo – allstromsensitive Überwachung integriert: 11.44 kWp von 29.64 kWp, 750 V, 15 A Wechselrichter WR1 – ohne Trafo – allstromsensitive Überwachung integriert: 19.24 kWp von 29.64 kWp, 750 V, 14.56 A </td></tr> </tbody> </table>	Elemente	Bezeichnung, Typ, Bemerkung	Blindstromkompensation	Defekt. Wird 2019 ausgetauscht.	Photovoltaikanlage	30 kWp – Inbetriebnahme 4.8.2015 Wechselrichter WR2 – ohne Trafo – allstromsensitive Überwachung integriert: 11.44 kWp von 29.64 kWp, 750 V, 15 A Wechselrichter WR1 – ohne Trafo – allstromsensitive Überwachung integriert: 19.24 kWp von 29.64 kWp, 750 V, 14.56 A	Energieproduktion PVA Dach Produktion alt: 29.64 kWp PVA Dach Produktion neu: 36.66 kW PVA Dach Werkhalle 14.04 kW PVA Schrägdach Produktion Nord 32.76 kWp PVA Schrägdach Produktion Süd 23.4 kWp PVA Fassade Eierlenstrasse 8: 17.55 kWp PVA Fassade Eierlenstrasse 10: 26.52 kWp PVA Dach Eierlenstrasse 10: 85.4 kWp Ost PVA Dach Eierlenstrasse 10: 85.02 kWp West Total: 351 kWp Jahresertrag gemittelt: 330 MWh bis 275 MWh abnehmend (4 Jahresvergleich Verstaubung/Verschmutzung ca. 5% pro Jahr) Wert: ca. 3'000 CHF/a - also aktuell 9'000-12'000 CHF Verlust pro Jahr Empfehlung: alle 3 Jahre sicher reinigen. Potential: Fassade Ost hat noch keine belegten Flächen (mässig wirtschaftlich) Potential: Reinigung
Elemente	Bezeichnung, Typ, Bemerkung						
Blindstromkompensation	Defekt. Wird 2019 ausgetauscht.						
Photovoltaikanlage	30 kWp – Inbetriebnahme 4.8.2015 Wechselrichter WR2 – ohne Trafo – allstromsensitive Überwachung integriert: 11.44 kWp von 29.64 kWp, 750 V, 15 A Wechselrichter WR1 – ohne Trafo – allstromsensitive Überwachung integriert: 19.24 kWp von 29.64 kWp, 750 V, 14.56 A						

<u>Beurteilung:</u> Eine 30 kWp Photovoltaikanlage ist installiert. Der Eigenverbrauch beträgt beinahe 100% - auch ohne Speicher auch übers Wochenende ohne Produktionstätigkeit. <u>Massnahmen:</u> Die 30-kWp Photovoltaikanlage kann noch zusätzlich durch eine 90 kWp-Anlage ergänzt werden. Die Tarife für die Netzeinspeisung sind aussergewöhnlich hoch, was die Wirtschaftlichkeit bei praktisch jeder Grösse unterstützt.	
--	--

5.10 Mobilität

2019	2025								
Mobilität <table border="1"> <thead> <tr> <th>Elemente</th><th>Bezeichnung, Typ, Bemerkung</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fahrzeuge</td><td>3 Tesla mit rein elektrischem Antrieb sind in Betrieb</td></tr> <tr> <td>Lieferfahrzeuge</td><td>Keine Vorhanden</td></tr> <tr> <td>Mitarbeitende</td><td>Von 23 Personen ca. 50% mit Fahrzeug ohne Elektroantrieb Arbeitsweg – Mitarbeitende mit Personewagen total ca. 150 km/d</td></tr> </tbody> </table> <u>Beurteilung:</u> Der Einflussbereich des Energieverbrauchs liegt in den Fahrzeugen der Geschäftsleitung. Diese wurden im Jahr 2019 komplett auf Elektrofahrzeuge umgestellt.	Elemente	Bezeichnung, Typ, Bemerkung	Fahrzeuge	3 Tesla mit rein elektrischem Antrieb sind in Betrieb	Lieferfahrzeuge	Keine Vorhanden	Mitarbeitende	Von 23 Personen ca. 50% mit Fahrzeug ohne Elektroantrieb Arbeitsweg – Mitarbeitende mit Personewagen total ca. 150 km/d	Mobilität 4 Simplee Ladestationen AC je 22 kW 2 HYC Alpitronic Ladestationen DC 25 kW oder 1x 50 kW Diverse Fahrzeuge Elektro: Tesla Model S, 2015 - 40'000 km/a - bis 20 kWh/100 km Tesla Model X, 2017 - 30'000 km/a - bis 22 kWh/100 km Tesla Model 3, 2019 - (verkauft 2024) - bis 22 kWh/100 km Skoda Eniaq, 2021 - 10'000 km/a - bis 16.7 kWh/100 km Tesla Model S, 2023 - 15'000 km/a - bis 19.1 kWh/100 km (Bisher: Mercedes Vito 116 CDI, bis 9 Liter/100 km)
Elemente	Bezeichnung, Typ, Bemerkung								
Fahrzeuge	3 Tesla mit rein elektrischem Antrieb sind in Betrieb								
Lieferfahrzeuge	Keine Vorhanden								
Mitarbeitende	Von 23 Personen ca. 50% mit Fahrzeug ohne Elektroantrieb Arbeitsweg – Mitarbeitende mit Personewagen total ca. 150 km/d								

<u>Massnahmen:</u> Das Angebot der Elektroladestation könnte bei erweiterter Photovoltaikanlage und Speichersystem auch auf Mitarbeitende/Besucher ausgeweitet werden. Eine Erfassung mittels Energiemonitoring zum Energieverbrauch und km-Fahrleistung ist empfehlenswert.	
--	--

5.11 Sonstige

2019	2025
Sonstige <u>Beurteilung:</u> Anhand des Lastgangs sind im Betrieb einige Erkenntnisse zu gewinnen, wie der Betrieb funktioniert. Wird dies z.B. mittels Live-Auswertung am Abend z.B. nachvollzogen, ergeben sich ggf. hochgerechnet gute Möglichkeiten die Energienutzung effizienter und effektiv den Bedürfnissen entsprechend zu nutzen. Aufgrund des Lastgangs ist erkennbar, dass eine Erweiterung durch eine Photovoltaikanlage durchaus möglich und sinnvoll ist. Lastgangspitzen sind vorhanden und können ggf. durch Elektrotankstellen sich noch weiter verstärkt bilden, d.h. verschlimmbessert werden. <u>Massnahmen:</u> Ein Lastgangmanagement, welches Spitzen bricht ist sinnvoll, um Kosten zu sparen. Wird diese durch eine Batterie, bzw. bidirektionale Autobatterie kombiniert, ergeben sich interessante Möglichkeiten. Derzeit bieten nur stationäre Batteriesysteme diese Möglichkeit. Wird eine zusätzliche Photovoltaikanlage gebaut kann auch ein Energiespeicher die Energie optimal koordinieren und ggf. mit der Elektromobilität mit einem geeigneten Lademanagement ergänzen. Somit entsteht eine Win-	Sonstige 1 Stk. 100 kW/120 kWh ADS-Tec Batteriespeicher Potential vZEV prüfen Potential: Speichererweiterung Leistung und Kapazität prüfen, Flexibilität/Regelenergie erweitern

Win-Win Situation zwischen erneuerbare Energie nutzen, über den Tagesverlauf verteilen, Zwischenspeichern, für die Elektromobilität zu Verfügung stellen und Kosten sparen. Eine derzeit optimale Auslegung (Preisleistung) nach heutigem Lastgang ist eine Batterie mit 25 kW Leistungsfähigkeit bei 40 kWh Kapazität. (Erweiterbarkeit ohne Probleme möglich)	
---	--

6. Analyse der Netto-Null-Lösungen

Die MPW AG hat die Dekarbonisierung der Heizung mit einer Luft-Wasser-Wärmepumpe erreicht. Mittels Elektrofahrzeuge und der Solaranlagen wurde die Dekarbonisierung in der Mobilität erreicht. Basierend auf der zweiten PEIK-Energieberatung wurden weitere Energieeffizienzmassnahmen vorgeschlagen (siehe Tabelle 6 im Kapitel 7.1). Sie tragen insbesondere dazu bei, den Stromverbrauch zu senken. Weiter sollte beim Ersatz von Kälteanlagen die Wahl eines Kältemittels mit möglichst tiefem Treibhausgaspotenzial in Betracht gezogen werden.

Weitere Massnahmen zur Reduktion des Energieverbrauchs sind in Zukunft denkbar und können durch Machbarkeitsstudien evaluiert werden. Ein Beispiel ist die Integration von stationären Energiespeichern, insbesondere zur saisonalen Speicherung. Diese lohnt sich aktuell für ein KMU finanziell nicht. Anwendungspotenziale (auch mit kürzeren Speicherzyklen) und Finanzierungsmöglichkeiten sollen jedoch regelmässig überprüft werden.

7. Massnahmenplan

Auf Basis der Analyse der Netto-Null Lösungen sowie der identifizierten Potenziale in Kapitel 5 wird ein Massnahmenplan erstellt. Die kumulative Wirkung der Massnahmen zur Verminderung der Emissionen ermöglicht die Einhaltung des Absenkpfeils und schlussendlich die Erreichung des Netto-Null-Ziels. Die Massnahmen- und Kostenschätzungen wurden mit einer Genauigkeit von +/- 25% erstellt. Für die Umsetzung sind genauere Kostenabklärungen und aktuelle Tarife für Energiekosten zur feineren Wirtschaftlichkeitsabklärung zur Investitionsentscheidung notwendig.

7.1 Massnahmenliste Übersicht

Diese Massnahmenliste zeigt alle analysierten und umgesetzten Massnahmen der MPW AG der letzten 6 Jahre sowie die vorgeschlagenen Massnahmen ab 2025. Die Liste der vorgeschlagenen Massnahmen ist nicht abschliessend und eine Neubeurteilung der Situation sollte alle drei bis fünf Jahre stattfinden. Positive Rückkoppelungseffekte zwischen den verschiedenen vorgeschlagenen Massnahmen sind in der Liste nicht abgebildet und können auftreten, wenn mehrere Massnahmen umgesetzt werden.

Tabelle 6: Übersicht über die in den letzten 6 Jahren umgesetzten und weiter vorgeschlagenen Massnahmen zur Reduktion des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen der MPW AG.

Nr.	Jahr	Titel Massnahme	Gewerk/Thematik	Planung	Einsparung Fossil	Einsparung Strom	Einspa- rung To- tal	Einsparung CO2	Einspa- rung CO2 Fak- tor	Kosten	Kosten- anteil Energie KAE*	Payback
					kWh/a	kWh/a	Rp./kWh // CHF/a	tCO2/a	%	CHF	%	a
In der PEIK-Beratung 2019 vorgeschlagene Massnahmen												
A2019-1	2019	Ersatz Wärmeerzeugung	Heizung und Warmwasser	2019	+	+						
A2019-2	2019	Abwärmenutzung Druckluft	Heizung und Warmwasser	2019	15'000	6'000	-	3	20%	15'000	100%	5.3
A2019-3	2019	Tageslichtsteuerung LED-Beleuchtung	Beleuchtung	2019		4'211	-	-	0%	5'000	100%	4.7
A2019-4	2019	Ersatz Kältemaschine	Klima und Kältetechnik	2019	-	8'669	-	-	0%	180'000	10%	8.3
A2019-5	2019	Zentrale Kühlung für Maschinen	Klima und Kältetechnik	2019	-	10'000	-	-	0%	150'000		
A2019-6	2019	Ersatzkonzept Lüftung/Klimatisierung	Lüftung	2019	-	-	-	-	0%	5'000		
A2019-7	2019	Regelung Betriebszeiten	Lüftung	2019	10'009	7'670	-	2	20%	2'000	100%	0.7
A2019-8	2019	Ersatz von Heizungspumpen	Pumpen	2019	-	673	-	-	0%	1'800	50%	5.3
A2019-9	2019	Ergänzung Photovoltaikanlage	Stromerzeugung	2019	-	69'379	-	-	0%	110'000	100%	6.3
A2019-10	2019	Senkung Netzdruck	Druckluft	2019	-	4'359	-	-	0%	3'000	100%	2.8
A2019-11	2019	Lastgangoptimierung Eigenverbrauchsoptimierung	Sonstige	2019	-	7'000	-	-	0%	40'000	50%	11.4
Zwischen 2020 und 2022 umgesetzte Massnahmen												
M2020-1	2020	Machbarkeitsstudie Heizung	Heizung und Warmwasser	2020	+++	+++				10'000	100%	
M2020-2	2020	Machbarkeitsstudie Photovoltaik	Stromerzeugung	2020	+++	+++				10'000	100%	
M2020-3	2020	Ersatz durch Elektrofahrzeuge	Mobilität	2020	66'150	-	-	18	0%	20'000	100%	3.4
M2021-1	2021	Abwärme Entsorgung Druckluft in Lüftung	Klima und Kältetechnik	2021	10'000	-	-	2	20%	12'000	100%	13.3
M2022-1	2022	Ersatz Heizung durch Luft-Wasser-Wärmepumpen	Heizung und Warmwasser	2022	73'000	-14'000	-	14	100%	99'150	40%	12.9
M2022-2	2022	Abwärmenutzung Druckluft Heizung direkt	Heizung und Warmwasser	2022	15'000	-	-	3	20%	21'154	50%	7.8
M2022-3	2022	Dachsanierung Gebäude Produktion	Gebäudehülle	2022	15'000	-	-	3	20%	57'250	25%	10.6
M2022-4	2022	Energiespeicher Eigenverbrauchsoptimierung	Stromerzeugung	2022	-	-5'000	6'000	-	0%	125'699	100%	26.5
M2022-5	2022	Erstellung ZEV Nachbargebäude	Stromerzeugung	2022	+++	+++						
M2022-6	2022	Erstellung Photovoltaikanlage Dach	Stromerzeugung	2022	-	207'000	10'300	19	0%	369'396	100%	6.0
M2022-7	2022	Erstellung Photovoltaikanlage Fassaden	Stromerzeugung	2022	+++	+++						
M2022-8	2022	Erstellung Ladeinfrastruktur AC/DC	Mobilität	2022	+++	+++				47'248		
M2022-9	2022	Speichermanagement Lastspitzenoptimierung	Sonstige	2022	+++	+++						
In der PEIK-Beratung 2025 vorgeschlagene Massnahmen												
A2025-1	2025	Konzept Klimatisierung	Klima und Kältetechnik		+++	+++						
A2025-2	2025	Optimierung Lüftungszeiten	Lüftung		-	29'000	-	-	30%	15'000	100%	2.1
A2025-3	2025	Ersatz Ventilatoren Lüftung	Lüftung		-	8'250	-	-	0%	15'000	100%	7.3
A2025-4	2025	Effizienzsteigerung Prozesse	Sonstige		+++	+++						
A2025-5	2025	Reduktion Standby-Verluste bei CNC-Anlagen	Sonstige		-	75'000	-	-	0%	40'000	100%	2.1
A2025-6	2025	Reinigung Solaranlagen 350 kWp	Stromerzeugung		-	20'000	-	-	0%	12'000	100%	2.4
A2025-7	2025	Erweiterung Photovoltaikanlage im vZEV/LEG	Stromerzeugung		-	50'000	20'691	-	0%	280'000	100%	13.5
A2025-8	2025	Druckluftleckagen beheben - Systematische Lösung	Druckluft		-	25'000	-	-	-10%	15'000	100%	2.4
A2025-9	2025	Energiespeicher mit Flexibilität nutzen	Sonstige		-	-	-	-	0%	3'000	100%	
A2025-10	2025	Betrieboptimierung Energiemonitoring	Sonstige		+++	+++						
A2025-11	2025	Öffentliche Mobilitäts-Ladepunkte	Mobilität		-	-	2'200	-	0%	3'000	100%	1.4

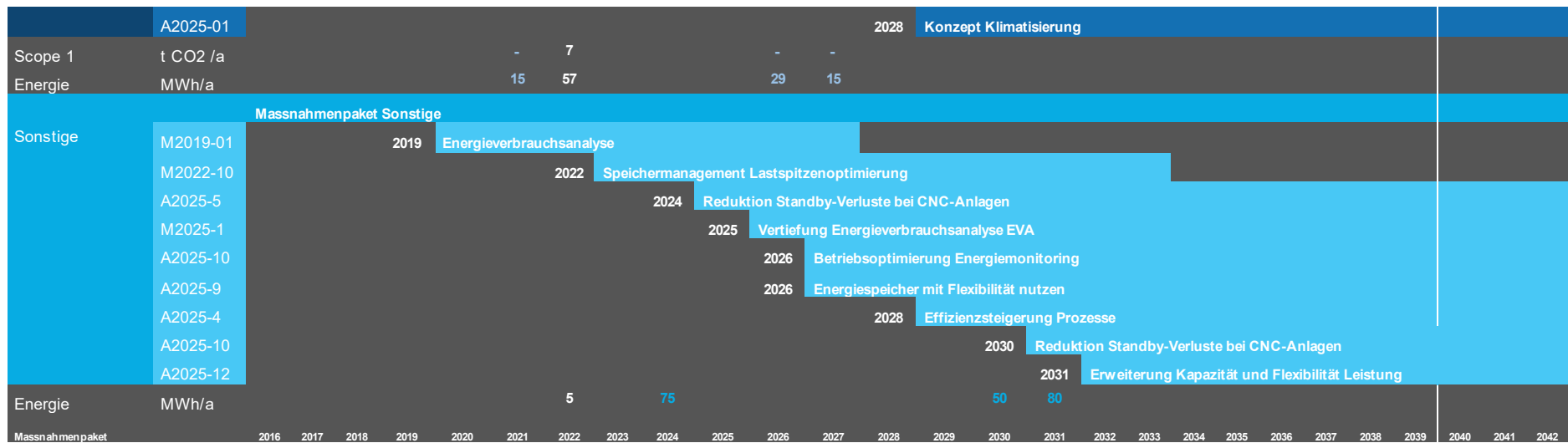
* Anteil der Investitionskosten, welcher durch Energieeinsparungen amortisiert werden muss

7.2 Massnahmenliste nach Umsetzungsjahr oder Planungsjahr

Die Farbbalken dienen als Orientierung hinsichtlich des Zeitraums, während dessen eine Massnahme wirksam bleibt bzw. überprüft oder erneuert werden sollte. Sie stellen nicht die effektive Umsetzungsdauer der Massnahmen dar.

Tabelle 7: Zeitliche Einordnung der umgesetzten und vorgeschlagenen Massnahmen zur Reduktion des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen der MPW AG.

Massnahmenpaket		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042			
		Massnahmenpaket Gebäude / Wärme																													
Gebäude / Wärme	M2022-3							2022	Dachsanierung Gebäude Produktion																						
Scope 1	t CO2 /a							3																							
Energie	MWh/a							50																							
		Massnahmenpaket Photovoltaik																													
Photovoltaik	M2020-2					2020	Machbarkeitsstudie Photovoltaik																								
	M2022-4							2022	Energiespeicher Eigenverbrauchsoptimierung																						
	M2022-5							2022	Erstellung ZEV Nachbargebäude																						
	M2022-6							2022	Erstellung Photovoltaikanlage Dach																						
	M2022-7							2022	Erstellung Photovoltaikanlage Fassaden																						
	M2022-8							2022	Erstellung Photovoltaikanlage Fassaden																						
	M2022-9											2026	Reinigung Solaranlagen 350 kWp																		
	M2025-7															2029	Erweiterung Photovoltaikanlage im ZEV/LEG														
Scope 2	t CO2 /a							19																							
		Massnahmenpaket Mobilität																													
Mobilität	M2020-3						2021	Ersatz durch Elektrofahrzeuge																							
	M2022-8							2022	Erstellung Ladeinfrastruktur AC/DC																						
	M2025-11									2024	Öffentliche Mobilitäts-Ladepunkte																				
Scope 1	t CO2 /a						5,0	13																							
Energie	MWh/a						15	35																							
		Massnahmenpaket HLKKS / Druckluft																													
HLKKS / Druckluft	M2020-1					2020	Machbarkeitsstudie Heizung																								
	M2021-1						2021	Abwärmeentsorgung Druckluft in Lüftung																							
	M2022-1							2022	Ersatz Heizung durch Luft-Wasser Wärmepumpe																						
	M2022-2							2022	Abwärmenutzung Druckluft Heizung direkt																						
	M2025-2											2026	Optimierung Lüftungszeiten																		
	A2025-12													2027	Druckluftleckagen beheben - Systematische Lösung																



8. Absenkepfad

Startpunkt für die Darstellung des Absenkepfades ist die aktuelle Treibhausgasbilanzierung des Unternehmens (aus dem Jahr 2024).

8.1 Scope 1

Tabelle 8: Zielpfad zur Erreichung von Netto-Null-Treibhausgasemissionen in Scope 1 bis 2050 mit Zwischenzielen für die Jahre 2030 und 2040.

Reduktionspfad	2016	2025	2030	2040	2050
Prozente	100%	90%	30%	10%	0%
tCO ₂ eq	36	33	11	4	0

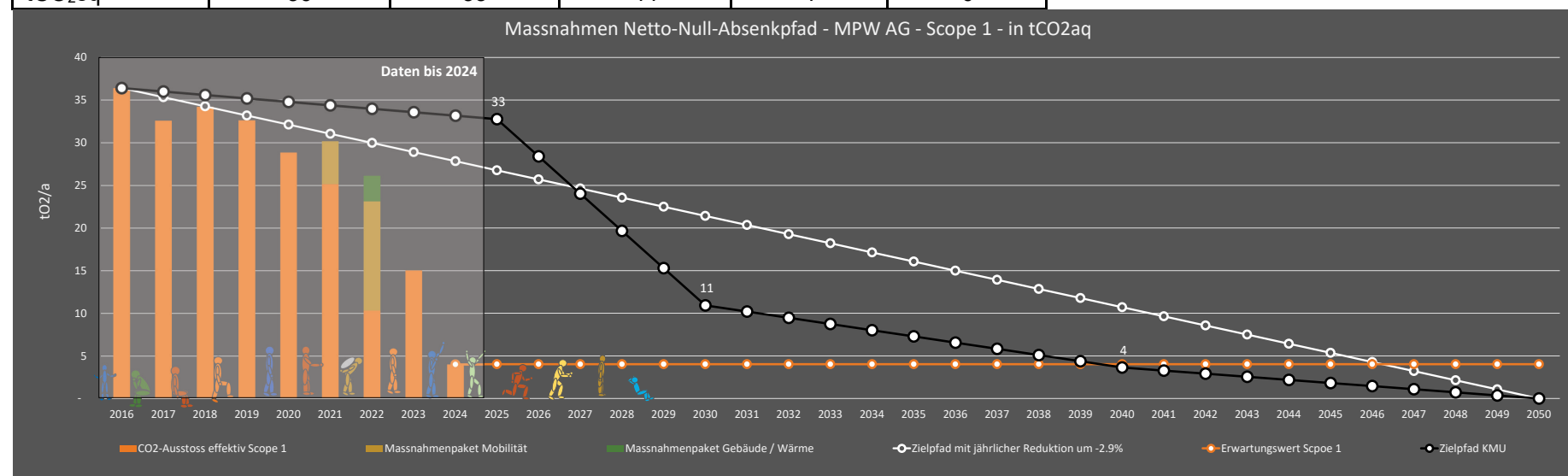


Abbildung 26: Absenkepfad MPW AG Scope 1.

Abbildung 26 zeigt den Reduktionspfad der Scope-1-Emissionen der MPWAG bis 2050. Dargestellt sind ein theoretischer Referenzpfad mit einer konstanten jährlichen Reduktion von rund 2,9 % (weisse Linie) sowie ein Zielpfad zur Erreichung von Netto-Null bis 2050 mit Zwischenzielen für 2030 und 2040 (schwarze Linie, siehe auch Tabelle 8). Der effektive Reduktionspfad der MPW AG ist in Orange dargestellt.

Die Wirkung der umgesetzten Massnahmen wird nach Bereichen ausgewiesen:

- Grün: Gebäude und Wärmeversorgung
- Gelb: Mobilität und Treibstoffe

Die Darstellung zeigt den Beitrag der einzelnen Massnahmen zur Reduktion der direkten Emissionen aus fossilen Energieträgern. Da gewisse Massnahmen sowohl den Verbrauch fossiler Energieträger als auch den Strombedarf beeinflussen, sollte die Analyse durch die Scope-2-Emissionen ergänzt werden, um die gesamte Dekarbonisierungswirkung abzubilden.

Zudem verbleiben Emissionen aus Kältemitteln über den gesamten Betrachtungszeitraum. Für die Erreichung der Klimaneutralität sollte deshalb beim Ersatz von Kälteanlagen auf Kältemittel mit möglichst tiefem Treibhauspotenzial (GWP) geachtet werden.

8.2 Scope 1 + 2

Tabelle 9: Zielpfad zur Erreichung von Netto-Null-Treibhausgasemissionen in Scope 1+2 bis 2050 mit Zwischenzielen für die Jahre 2030 und 2040.

Reduktionspfad	2016	2025	2030	2040	2050
Prozente	100%	90%	30%	10%	0%
tCO ₂ eq	118	107	36	12	0

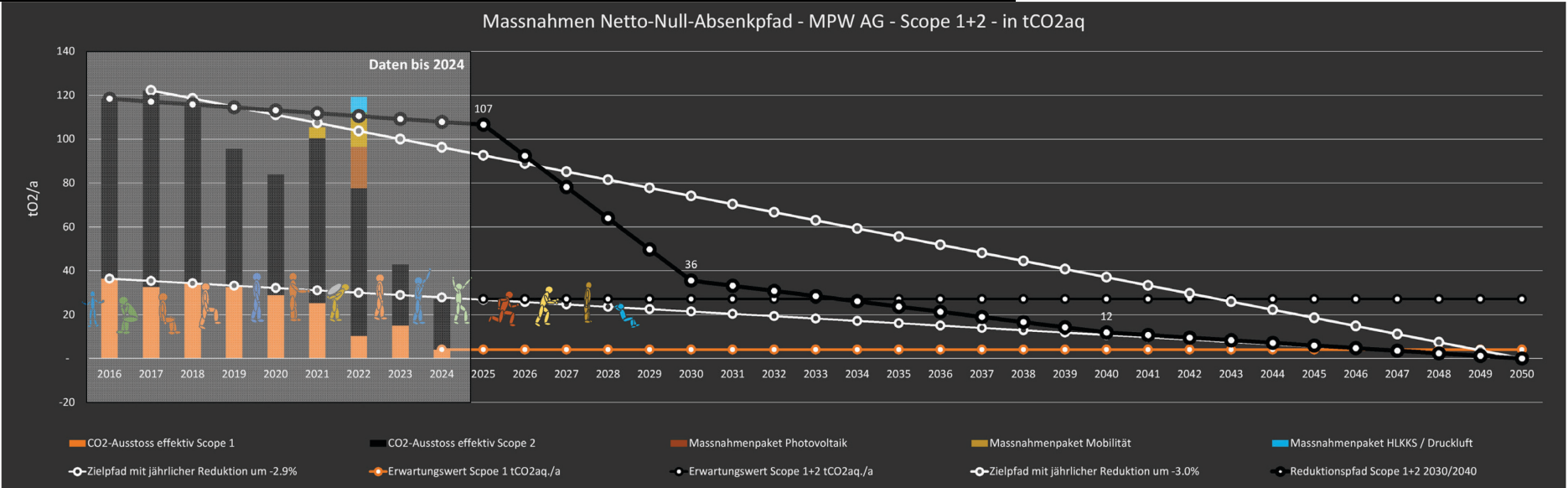


Abbildung 27: Absenkpfad MPW AG Scope 1+2.

Abbildung 27 zeigt den Reduktionspfad der Scope-1- und Scope-2-Emissionen der MPW AG bis 2050. Dargestellt sind zwei lineare Referenzpfade zur Erreichung der Klimaneutralität bis 2050: eine jährliche Reduktion von 2,9 % für Scope 1 und von 3,0 % für Scope 2. Zusätzlich werden die erwarteten Emissionsverläufe für Scope 1 (orange) sowie für Scope 1+2 (dünne schwarze Linie) dargestellt. Der schwarze Zielpfad definiert die Zwischenziele für 2030 und 2040 auf dem Weg zu Netto-Null im Jahr 2050 (siehe auch Tabelle 9).

Die Scope-1- und Scope-2-Emissionen sind gestapelt dargestellt und verdeutlichen die kombinierte Wirkung der Massnahmen in den Bereichen technische Anlagen, Mobilität und Photovoltaik. Die Entwicklung der Scope-2-Emissionen hängt jedoch nicht nur von den vorgesehenen Stromeffizienzmassnahmen (siehe Tabelle 6 in Kapitel 7.1), sondern auch vom zukünftigen Emissionsfaktor des Schweizer Strommixes ab, welcher in der Grafik nicht berücksichtigt ist. Die Dekarbonisierung von eingekauftem Strom kann nur durch den Erwerb der entsprechenden Produkte erreicht werden. Ohne diese Massnahme ist die Nutzung von selbst erzeugtem Solarstrom wesentlich.

Ebenfalls nicht dargestellt ist der zusätzliche Strombedarf infolge der Elektrifizierung, beispielsweise durch Wärmepumpen oder Elektrofahrzeuge. Die bisherigen Daten zeigen jedoch, dass die fortschreitende Dekarbonisierung der Stromversorgung sowie der Ausbau der eigenen Photovoltaikproduktion indirekt zu einer weiteren Emissionsreduktion beitragen. Daher ist es sinnvoll, neben den direkten CO₂-Reduktionen auch die erzielten Energieeinsparungen als dritte Wirkungsebene der Massnahmen zu berücksichtigen.

8.3 Reduktionspfad – Energie

Tabelle 10: Zielpfad zur Reduktion des Energieverbrauchs bis 2050 mit Zwischenzielen für die Jahre 2030 und 2040.

Reduktionspfad	2016	2025	2030	2040	2050
Prozente	100%	90%	40%	25%	25%
MWh ungewichtet	603	543	241	151	151

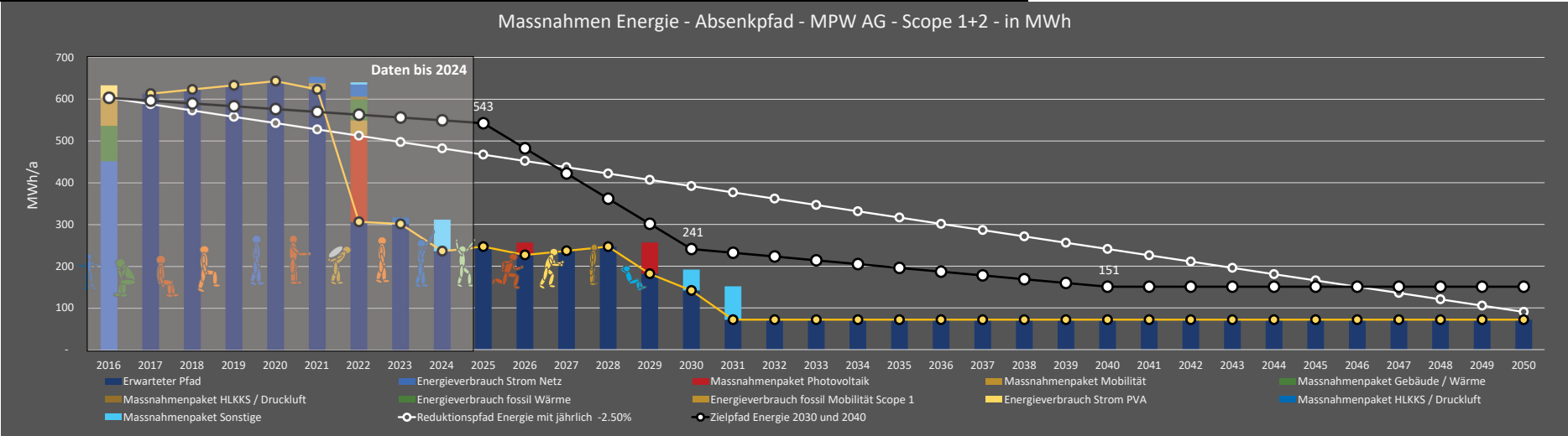


Abbildung 28: Reduktionspfad Energieverbrauch.

Abbildung 28 zeigt den Reduktionspfad des Energieverbrauchs der MPW AG bis 2050. Es werden dieselben Massnahmen wie bei den Reduktionspfaden der Scope-1- und Scope-2-Emissionen berücksichtigt, wodurch deren Einfluss auf den Endenergieverbrauch sichtbar wird. Dargestellt sind ein Referenzpfad mit einer jährlichen Reduktion von rund 2,5 % sowie ein Zielpfad mit Zwischenzielen für 2030 und 2040 (siehe auch Tabelle 10).

Die Darstellung macht die kombinierte Wirkung der verschiedenen Massnahmen auf den Energieverbrauch sichtbar, unabhängig von der Dekarbonisierung der Energieträger. Sie zeigt insbesondere die Beiträge der Massnahmen in den Bereichen technische Anlagen, Mobilität, Gebäude und Photovoltaik. Die für 2030 und 2040 definierten Ziele können mit den tatsächlichen Verbrauchsdaten verglichen werden. Damit entsteht ein geeignetes Monitoring-Instrument, um die Wirksamkeit der Massnahmen zu überprüfen, die erreichten Ergebnisse mit den Planwerten zu vergleichen und den Fortschritt auf dem Weg zur angestrebten Energieverbrauchsreduktion zu verfolgen.

9. Förderung, gesetzliche Vorgaben

Förderungen für Massnahmen sind beim kantonalen Energieamt abrufbar. Auch Gemeinden bieten teilweise Förderprogramme oder Zusatzförderungen an. Auch Vereine, Institutionen und Gewerkschaften sind teilweise an Fördermöglichkeiten beteiligt, welche nicht öffentlich prüfbar sind.

Alle prüfbaren Förderungen sind unter www.energiefranken.ch aufgeführt.

Im Folgenden sind die aktuell wesentlichsten Förderinstrumente aufgeführt:

- Photovoltaik - Pronovo
- Heizungsersatz – Kantonale Förderung / Impulsprogramm basierend auf dem KIG
- Gebäudesanierung - Das Gebäudeprogramm
- Effizienzsteigerung im Stromverbrauch – diverse v.A. auch Stromversorger

Häufig werden Analysen, Machbarkeitsstudien und Umsetzungsbegleitungen gefördert. Diese werden leider meist zu wenig genutzt. EnergieSchweiz bietet KMU beispielsweise mit der PEIK-Energieberatung sehr gute Möglichkeiten zur Umsetzungsbegleitung sowie im Monitoring zum Controlling der Massnahmen.

10. Schlussfolgerung / Ausblick

Die MPW AG hat diverse Potentiale umgesetzt. Es ergeben sich laufend neue Möglichkeiten für Energie-Eigenversorgung und -Management, sowie neue Erkenntnisse zum Standbyverbrauch. Langfristig sind die Probleme: «Was anfangen mit dem überschüssigen Strom?» noch nicht gelöst. Die Planung, Umsetzung, Überwachung und Berichterstattung von Massnahmen in Konformität mit den Anforderungen der Förderprogramme erfordern zunehmend interne Ressourcen und machen insbesondere für KMUs häufig eine externe fachliche Begleitung notwendig.

11. Abschluss/Weiteres Vorgehen

Die MPW AG hat die Dekarbonisierung nahezu erreicht. Die weiteren Anreize im Fokus sind wirtschaftliche Einsparmassnahmen und wirtschaftliche Energienutzung. Dazu sind teils vertiefte Analysen oder konkrete Angebote einzuholen, damit die Potentiale schliesslich umgesetzt werden können. Die bisher umgesetzten Massnahmen haben sich nach kurzer Zeit wirtschaftlich gelohnt. Häufig sind Massnahmen aber erst mit einer ständigen Kontrolle und Weiterentwicklung langfristig so wirtschaftlich wie berechnet.