

Juillet 2026

Feuille de route zéro net MPW AG



© OFEN/Samuel Trümpy

Auteurs

Jana Sennrich, Sennrich Energie GmbH
Avec compléments de SuisseEnergie

La présente étude a été élaborée sur mandat de SuisseEnergie.
La responsabilité de son contenu incombe exclusivement à l'auteur.

Table des matières

1.	Mandat.....	5
2.	Situation de MPW AG.....	5
3.	Méthodologie et marges de fonctionnement du système pour le bilan des gaz à effet de serre	6
3.1	Méthodologie du bilan des GES.....	6
3.2	Bases et sources des données.....	6
3.3	Marge de fonctionnement du système	6
4.	Bilan des gaz à effet de serre.....	6
4.1	Agents énergétiques et émissions associées (scopes 1 et 2).....	6
4.1.1	Scope 1 (émissions directes).....	6
4.1.2	Scope 2 (émissions indirectes / achats externes).....	7
4.2	Bilan des gaz à effet de serre : situation actuelle.....	8
5.	Description et potentiel d'optimisation des installations existantes.....	10
5.1	Enveloppe du bâtiment.....	10
5.2	Chauffage.....	14
5.3	Climatisation/froid.....	16
5.4	Ventilation.....	18
5.5	Pompes.....	21
5.6	Air comprimé.....	21
5.7	Éclairage.....	24
5.8	Processus.....	25
5.9	Production d'énergie.....	26
5.10	Mobilité.....	28
5.11	Autres.....	28
6.	Analyse des solutions « zéro net ».....	30
7.	Plan de mesures.....	30
7.1	Vue d'ensemble des mesures	31
7.2	Liste des mesures par année de mise en œuvre ou année de planification.....	32
	Augmentation de la capacité et de la flexibilité en termes de puissance.....	33

8.	Trajectoire de réduction.....	34
8.1	Scope 1.....	34
8.2	Scopes 1 et 2.....	35
8.3	Trajectoire de réduction – Énergie.....	37
9.	Encouragement, prescriptions légales.....	38
10.	Conclusion.....	38
11.	Prochaines étapes.....	38

1. Mandat

L'art. 5 de la loi fédérale du 1^{er} janvier 2025 sur les objectifs en matière de protection du climat, sur l'innovation et sur le renforcement de la sécurité énergétique (LCI) dispose que toutes les entreprises doivent avoir ramené leurs émissions de gaz à effet de serre directes et indirectes à zéro net d'ici à 2050 au plus tard. Afin d'atteindre cet objectif, elles peuvent élaborer une feuille de route zéro net. Cet instrument permet aux entreprises qui le souhaitent de planifier leur décarbonation sur le long terme.

La présente feuille de route zéro net a été élaborée sur la base d'un audit énergétique PEIK¹. Elle montre comment, à partir d'un audit énergétique PEIK, les entreprises peuvent établir une feuille de route qui contienne les éléments centraux listés à l'art. 3, al. 1, de l'ordonnance sur la protection du climat (OCI) et qui serve de base pour la planification à long terme de leur décarbonation, sans que cela requière un surcroît de travail important. Cette feuille de route n'a pas été élaborée dans la perspective d'un encouragement en vertu de l'art. 6 LCI.

2. Situation de MPW AG

La société MPW AG est un atelier de mécanique situé à Weinfelden, dans le canton de Thurgovie, qui emploie quelque 25 personnes, possède 35 machines à commande numérique (machines CNC) et occupe une surface industrielle d'environ 1400 m². Elle fait partie aujourd'hui des gros consommateurs d'énergie du pays. Grâce à une installation solaire installée sur ses bâtiments, son besoin d'achat d'électricité se situe seulement à 250 MWh/a. MPW AG propose des services de fabrication de machines CNC, de rectification et d'érodage. Elle fonctionne en une seule équipe.

L'entreprise a fait réaliser un premier audit PEIK en 2019 et a investi, depuis lors, plus d'un million de francs dans l'efficacité énergétique et sa propre production d'énergie. Elle a notamment installé une installation photovoltaïque de 320 kilowatts crête (kWp) sur le bâtiment principal et les constructions attenantes, qui a été intégrée à un regroupement dans le cadre de la consommation propre (RCP). Les deux installations de chauffage de 70 kW ont été remplacées par deux pompes à chaleur à air de 20 kW. La chaleur résiduelle des compresseurs à air comprimé est évacuée via le système de ventilation. En hiver, cette chaleur peut être utilisée également pour chauffer les bureaux et les habitations. Les plafonds de l'ancien bâtiment de production et du bâtiment annexe ont été isolés. Une installation de stockage de l'énergie a été installée au sein du RCP afin d'optimiser les pics de charge et la consommation propre. L'entreprise a fait l'acquisition de quatre véhicules électriques et a installé quatre bornes de recharge normale ainsi qu'une station de recharge rapide consistant soit en deux bornes de recharge de 25 kW soit en une borne de recharge de 50 kW.

Elle a également investi dans des compteurs de chaleur et d'électricité supplémentaires ainsi que dans un système de gestion de l'énergie, qui ont permis de réaliser une analyse approfondie de la consommation d'énergie. En outre, un système de déconnexion progressive a mis en évidence les pertes en mode veille des différentes installations. D'importantes économies ont pu être réalisées grâce à cette surveillance.

La présente feuille de route zéro net montre à MPW AG l'évolution de sa consommation d'énergie et de ses émissions de CO₂ dans les scopes 1 et 2 sur les neuf dernières années. D'autres mesures visant à poursuivre les efforts de décarbonation ont été identifiées dans le cadre d'un second audit PEIK effectué en octobre 2025.

¹ PEIK, l'audit énergétique pour les PME proposé par SuisseEnergie, conseille les entreprises suisses dont la consommation électrique annuelle se situe entre 100 et 500 MWh ou la consommation de chaleur annuelle entre 500 et 5000 MWh.

3. Méthodologie et marges de fonctionnement du système pour le bilan des gaz à effet de serre

3.1 Méthodologie du bilan des GES

Le bilan des GES a été établi à partir de l'état actuel de l'outil d'audit énergétique PEIK, puis adapté et présenté pour chaque scope selon le Greenhouse Gas Protocol. Les facteurs d'émission sont tirés de l'outil « Scope-Emissions-Tool v5.4 ». Pour le calcul des émissions du scope 2, c'est l'approche basée sur la localisation (« location based method ») qui est utilisée.

3.2 Bases et sources des données

Les documents suivants ont été utilisés comme base pour l'établissement des rapports :

- Relevés sur place
- Rapport issu du PEIK 2019
- Rapport complémentaire de l'analyse de la consommation d'énergie 2019
- Rapport issu du PEIK 2025 (visite du 3 octobre 2025)

Les consommations des différents agents énergétiques ont été estimées dans le cadre de l'audit PEIK à l'aide de l'outil consacré à partir des factures d'énergie et des données disponibles sur place.

3.3 Marge de fonctionnement du système

La présente feuille de route zéro net porte sur le site de MPWAG de Eierlenstrasse 8, 8570 Weinfelden. MPW AG ne possédant qu'un seul site, l'entreprise a été entièrement couverte. Seules les émissions des scopes 1 et 2 de l'entreprise ont été prises en compte. Les émissions du scope 3 ne sont pas l'objet de la feuille de route zéro net.

4. Bilan des gaz à effet de serre

Le bilan des gaz à effet de serre porte sur l'année 2024.

4.1 Agents énergétiques et émissions associées (scopes 1 et 2)

4.1.1 Scope 1 (émissions directes)

Cat. 1.1 : installations stationnaires (combustibles)

Tableau 1 : Évolution des émissions de CO₂ du scope 1, cat. 1.1 : installations stationnaires (combustibles) entre 2016 et 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
Gaz naturel	84 086	64 096	72 168	64 274	68 274	51 253	-	-	-
	T. d'éq.- CO ₂	T. d'éq.- CO ₂	T. d'éq.- CO ₂	T. d'éq.- CO ₂	T. d'éq.- CO ₂	T. d'éq.- CO ₂	T. d'éq.- CO ₂	T. d'éq.- CO ₂	T. d'éq.- CO ₂
Total des t. d'éq.- CO ₂	17,0	12,9	14,6	13,0	13,8	10,4	-	-	-

Cat. 1.2 : installations mobiles (carburant)

Tableau 2 : Évolution des émissions de CO₂ du scope 1, cat. 1.2 : installations mobiles (carburant) entre 2016 et 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	9914	-
	T. d'éq.- CO ₂	T. d'éq.- CO ₂	T. d'éq.- CO ₂	T. d'éq.- CO ₂	T. d'éq.- CO ₂	T. d'éq.- CO ₂	T. d'éq.- CO ₂	T. d'éq.- CO ₂	T. d'éq.- CO ₂
Total des t. d'éq.- CO ₂	17,6	17,6	17,6	17,6	13,1	13,1	7,8	2,6	-

Cat. 1.3 : Traitement physique ou chimique

L'entreprise ne recourt à aucun procédé de traitement physique ou chimique, qui génère des émissions de CO₂.

Cat. 1.4 : Émissions fugitives (libérées p. ex. par les fluides frigorigènes)

Tableau 3 : évolution des émissions de CO₂ du scope 1, cat. 1.4 : Émissions fugitives entre 2016 et 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
Fluide frigorigène									
	T. d'éq.- CO ₂	T. d'éq.- CO ₂	T. d'éq.- CO ₂	T. d'éq.- CO ₂	T. d'éq.- CO ₂	T. d'éq.- CO ₂	T. d'éq.- CO ₂	T. d'éq.- CO ₂	T. d'éq.- CO ₂
Total des t. d'éq.-CO ₂	1,8	2,0	2,0	2,0	2,0	1,7	2,4	12,4	4,0

4.1.2 Scope 2 (émissions indirectes / achats externes)

Dans le cadre de l'approche basée sur la localisation, on calcule les émissions liées à l'achat d'électricité en prenant en compte le mix d'électricité des consommateurs suisses.

Cat. 2.1 : Électricité

Tableau 4 : Évolution des émissions de CO₂ du scope 2, cat. 2.1 : Électricité entre 2016 et 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
Électricité sur le réseau	451 802	462 000	516 185	530 000	540 000	579 158	472 819	324 355	378 013
Mix suisse g. d'éq.- CO ₂ /kWh	182	194	159	119	102	137	142	86	61
Électricité installations PV RU	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	188 024	221 902	211 500
Consommation totale	481 802	492 000	546 185	560 000	570 000	579 158	660 843	546 257	589 513

	T. d'éq.- CO ₂	T. d'éq.- CO ₂	T. d'éq.- CO ₂	T. d'éq.- CO ₂	T. d'éq.- CO ₂	T. d'éq.- CO ₂	T. d'éq.- CO ₂	T. d'éq.- CO ₂	T. d'éq.- CO ₂
Total T. d'éq.-CO ₂	82,0	89,6	82,1	63,1	55,1	75,2	67,1	27,9	23,1

Cat. 2.2 : Vapeur

L'entreprise ne recourt à aucun procédé impliquant de la vapeur, qui génère des émissions de CO₂.

Cat. 2.3 : Chaleur

L'entreprise ne fournit et n'utilise aucune chaleur à distance.

Cat. 2.4 : Froid

L'entreprise ne fournit et n'utilise aucun froid à distance.

4.2 Bilan des gaz à effet de serre : situation actuelle

Tableau 5 : Évolution des émissions de CO₂ des scopes 1 et 2 entre 2016 et 2024.

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
	T. d'éq.- CO ₂	T. d'éq.- CO ₂	T. d'éq.- CO ₂	T. d'éq.- CO ₂	T. d'éq.- CO ₂	T. d'éq.- CO ₂	T. d'éq.- CO ₂	T. d'éq.- CO ₂	T. d'éq.- CO ₂
Scope 1 Bâtiment/mobilité	36,6	32,8	34,4	29,3	24,0	18,5	2,5	12,4	4,0
Scope 2 Électricité mix suisse (approche basée sur la localisa- tion)	82,0	89,6	82,1	63,1	55,1	75,2	67,1	27,9	23,1
Total des t. d'éq.-CO ₂	118,6	122,4	116,5	92,4	79,1	93,8	69,6	40,3	27,1

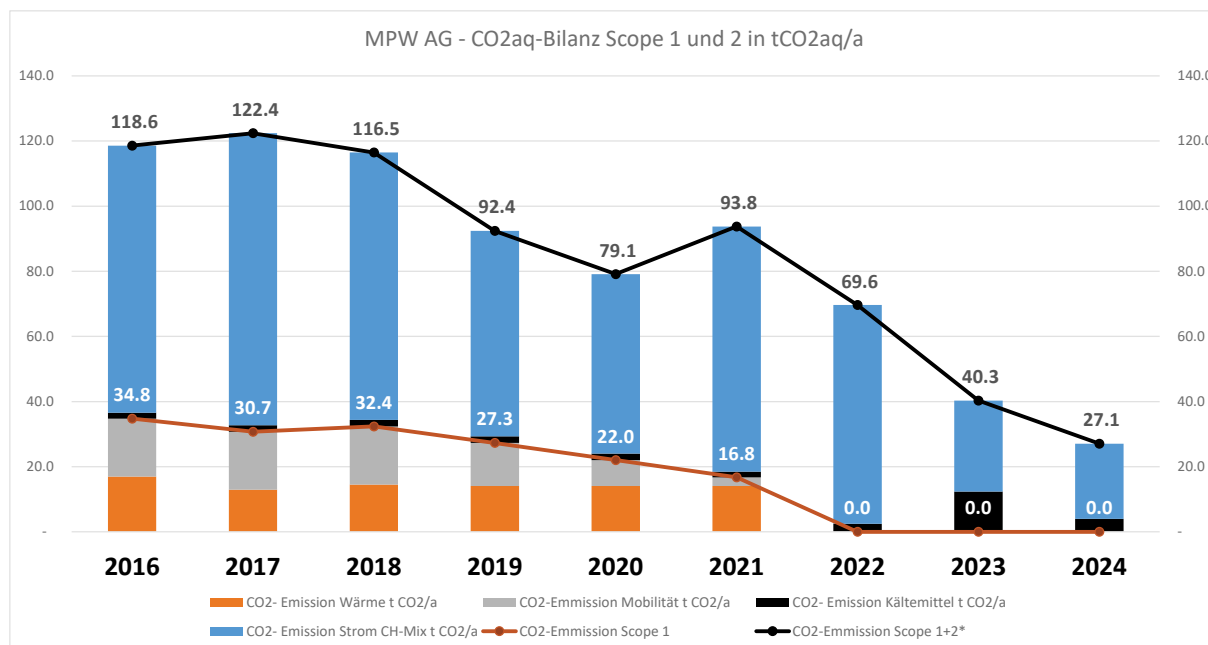


Figure 1 : Évolution des émissions de CO₂ des scopes 1 et 2 de MPW AG ventilée par source d'émissions entre 2016 et 2024.

MPW AG a sensiblement réduit ses émissions de CO₂ au cours des neuf dernières années. La majorité des émissions restantes est liée au mix électrique suisse. L'énergie utilisée localement issue du gaz naturel et du diesel a pu être convertie en électricité, ce qui a permis d'économiser une quantité importante d'énergie et d'éviter de nombreuses émissions de CO₂. Seules les émissions générées par les fluides frigorigènes, lesquels ne sont pas encore systématiquement répertoriés et sont remplacés par vagues, n'ont pas encore été abaissées.

5. Description et potentiel d'optimisation des installations existantes

Même si une analyse actualisée ne nécessite pas une revue complète de l'état des installations avant l'année du bilan des émissions de gaz à effet de serre, la présente feuille de route montre l'évolution de celui-ci entre le premier audit PEIK de 2019 et le second de 2025. Cela permet de contextualiser les mesures proposées dans le plan de mesures et de mieux comprendre la cohérence de la stratégie de décarbonation de l'entreprise.

5.1 Enveloppe du bâtiment

2019	2025																		
Enveloppe du bâtiment L'indice de dépense d'énergie pour l'ensemble du site s'établit à 56 kWh/m ² a. (Minergie inférieure à 30 kWh/m ² a). Bâtiment de bureau, 1986 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Éléments</th><th>Désignation, type, remarque</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Année de construction</td><td>1986</td></tr> <tr> <td>Toit</td><td>Toit légèrement en pente, isolé, valeur U 0,5 W/m²K</td></tr> <tr> <td>Puits de lumière</td><td>Les écoutilles de toit peuvent être ouvertes</td></tr> <tr> <td>Façade</td><td>Isolée, valeur U 0,6 W/m²K</td></tr> <tr> <td>Fenêtre</td><td>Fenêtre en bois sans vitrage isolant, valeur U 3,1 W/m²K</td></tr> <tr> <td>Stores</td><td>Existants, manuels</td></tr> </tbody> </table> Halle de production 1 Nord, 1997 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Éléments</th><th>Désignation, type, remarque</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Éléments	Désignation, type, remarque	Année de construction	1986	Toit	Toit légèrement en pente, isolé, valeur U 0,5 W/m ² K	Puits de lumière	Les écoutilles de toit peuvent être ouvertes	Façade	Isolée, valeur U 0,6 W/m ² K	Fenêtre	Fenêtre en bois sans vitrage isolant, valeur U 3,1 W/m ² K	Stores	Existants, manuels	Éléments	Désignation, type, remarque			Enveloppe du bâtiment Panneaux sandwich, production Nord avec nouveau toit. Bâtiment de bureau, 380 m ² de SRE (2 étages, 190 m ²), 1986 Toit : toit en pente, avec tuiles : valeur U 0,5 W/m ² K Façade maçonnerie : valeur U 0,6 W/m ² K Fenêtre en bois sans vitrage isolant valeur U 3,1 W/m ² K Isolation contre la chaleur estivale : stores extérieurs, manuels Halle de production 1 Nord, 400 m ² SRE (1 étage, hauteur : 6,5 m), 1997 Toit en panneaux sandwich - 0,5 W/m ² K Rénovation 2022 : 0,2 W/m ² K
Éléments	Désignation, type, remarque																		
Année de construction	1986																		
Toit	Toit légèrement en pente, isolé, valeur U 0,5 W/m ² K																		
Puits de lumière	Les écoutilles de toit peuvent être ouvertes																		
Façade	Isolée, valeur U 0,6 W/m ² K																		
Fenêtre	Fenêtre en bois sans vitrage isolant, valeur U 3,1 W/m ² K																		
Stores	Existants, manuels																		
Éléments	Désignation, type, remarque																		

Année de construction	1997	Façade en panneaux sandwich : 0,6 W/m²K Fenêtre en métal : 2,4 W/m²K
Toit	Toit légèrement en pente, isolé, panneaux sandwich isolant de 60 mm, valeur U 0,5 W/m ² K	
Façade	Isolée, valeur U 0,6 W/m ² K	
Fenêtre	Fenêtre en métal sans vitrage isolant, valeur U 2,4 W/m ² K	
Stores	Existants, manuels	
Particularités	Les charges internes dans les halles de production, lesquelles représentent 7/8 de la consommation d'énergie, diminuent massivement le besoin en chauffage, raison pour laquelle la plupart du temps, la ventilation est utilisée à des fins de refroidissement. Au regard de leur ancienneté, il pourrait être intéressant de rénover le toit et les puits de lumière. Remplacement recommandé par un modèle de même conception mais présentant une plus grande résistance à la charge, notamment en vue de l'extension de l'installation photovoltaïque.	
Halle de production 2 Sud, 2002		Halle de production 2 Sud, 630 m²SRE (1 étage, hauteur : 6,5 m), 2002 Toit plat en panneaux sandwich 0,3 W/m²K Façade en panneaux sandwich 0,3 W/m²K Fenêtre en métal, vitrage isolant 1,7 W/m²K Isolation contre la chaleur estivale : stores extérieurs, manuels 8 puits de lumière / RWA
Éléments	Désignation, type, remarque	
Année de construction	2002	
Toit	Toit plat, isolé, avec installation PV, valeur U 0,3 W/m ² K	
Puits de lumière	8 écoutilles de toit pouvant être ouvertes	
Façade	Isolée, valeur U 0,3 W/m ² K	
Fenêtre	Fenêtre en métal avec vitrage isolant, valeur U 1,7 W/m ² K	
Stores	Existants, manuels	

Particularités	Les charges internes dans les halles de production, lesquelles représentent 7/8 de la consommation d'énergie, diminuent massivement le besoin en chauffage, raison pour laquelle la plupart du temps, la ventilation est utilisée à des fins de refroidissement.
----------------	--

Halle de production 3, annexe nord-est - rectification de précision ; 2013

Éléments	Désignation, type, remarque
Année de construction	2013
Toit	Toit plat, isolé, valeur U 0,25 W/m²K
Puits de lumière	2 écoutilles de toit pouvant être ouvertes
Façade	Isolée, valeur U 0,25 W/m²K
Fenêtre	Fenêtre en métal avec vitrage isolant, valeur U 1,5 W/m²K
Stores	Existants, manuels
Particularités	

Garage couvert / salle de gym, crossfit, – Eierlenstrasse 10, 1984

Éléments	Désignation, type, remarque
Année de construction	1984
Toit	Toit en pente, construction en panneaux, isolé, valeur U 0,52 W/m²K, Isolation avec panneaux en laine de verre de 90 mm $\lambda=0,045$ W/mK
Puits de lumière	10 puits de lumière – aucune fenêtre

Halle de production 3 annexe nord-est, 160 m² SRE (1 étage, hauteur : 6,5 m), 2013

Toit plat en panneaux sandwich 0,25 W/m²K
Façade en panneaux sandwich 0,25 W/m²K
Fenêtre en métal, vitrage isolant 1,5 W/m²K
Isolation contre la chaleur estivale : stores extérieurs manuels
2 puits de lumière / RWA

Façade	Panneaux isolants, valeur U 0,52 W/m ² K, isolation avec panneaux en laine de verre de 90 mm $\lambda=0,045$ W/mK	
Portes	Porte nord : Porte sectionnelle avec petite porte de passage, rénovée en 2021, valeur U : 2,24 W/m ² K Porte sud : Porte sectionnelle sans petite porte de passage	
Particularités	Évaluation : En cas de changement d'affectation, une rénovation de l'enveloppe du bâtiment, et en particulier du toit, pourrait être intéressante en raison de leur ancienneté. Remplacement recommandé par un modèle de même conception mais présentant une plus grande résistance à la charge, notamment en vue de l'extension de l'installation photovoltaïque.	

5.2 Chauffage

2019	2025																								
Chauffage   Figure 2 : Centrale de chauffe UG Figure 3 : Tableau principal Centrale de chauffe SS <table border="1"> <thead> <tr> <th>Eléments</th><th>Désignation, type, remarque</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Désignation de l'installation</td><td>Hoval UltraGas UG-A.C (80)</td></tr> <tr> <td>Année de construction</td><td>2002</td></tr> <tr> <td>Fournisseur d'énergie</td><td>Gaz naturel à condensation</td></tr> <tr> <td>Module de neutralisation</td><td>Existant</td></tr> <tr> <td>Puissance de la chaudière</td><td>70 kW</td></tr> <tr> <td>Puissance du brûleur</td><td>17 à 70 kW</td></tr> <tr> <td>Sorties de groupe / pompes de circulation</td><td>ECS – Biral MX 13 – Niveau 2 : 52-71 W – niveau réglé Radiateur habitation – Grundfos UPE 25-60 180 – 40 – 100 W avec régulation de la fréquence Radiateur habitation – Biral Redline M13 – niveau 3 : 88-118 W – niveau réglé</td></tr> <tr> <td>Protection contre la corrosion</td><td>Présence d'un Elysator</td></tr> <tr> <td>Commande / régulation</td><td>Courbe de chauffe : PD 15°C à 20°C et 15°C à 70°C</td></tr> <tr> <td>Isolation</td><td>Avec coquilles PIR</td></tr> <tr> <td>Circuit hydraulique</td><td>Circuit de mélange</td></tr> </tbody> </table>	Eléments	Désignation, type, remarque	Désignation de l'installation	Hoval UltraGas UG-A.C (80)	Année de construction	2002	Fournisseur d'énergie	Gaz naturel à condensation	Module de neutralisation	Existant	Puissance de la chaudière	70 kW	Puissance du brûleur	17 à 70 kW	Sorties de groupe / pompes de circulation	ECS – Biral MX 13 – Niveau 2 : 52-71 W – niveau réglé Radiateur habitation – Grundfos UPE 25-60 180 – 40 – 100 W avec régulation de la fréquence Radiateur habitation – Biral Redline M13 – niveau 3 : 88-118 W – niveau réglé	Protection contre la corrosion	Présence d'un Elysator	Commande / régulation	Courbe de chauffe : PD 15°C à 20°C et 15°C à 70°C	Isolation	Avec coquilles PIR	Circuit hydraulique	Circuit de mélange	Chauffage et ECS Pompe à chaleur air-eau Heim, ann. const. 2022 13 kW A-9, R410A Installation 1 : 8,13 kW A2/W35 (COP 4.22) Installation 2 : 8,13 kW A2/W35 (COP 4.22) Installation 1 compteur - 2025-10-03 Production de chaleur : 135 843 Besoins en électricité : 30 549 Rendement : 4.4 SCOP Installation 2 compteur - 2025-10-03 Production de chaleur : 57 819 Besoins en électricité : 12 095 Rendement : 4.8 SCOP Total : 193 633 kWh en 3 ans --> 65 MWh/a ou 14 MWh el/a Réservoir tampon 978 litres AWN Air comprimé 28 kW +60°C/+50°C Air comprimé AWN 24 kW +60°C/50°C Compteur 03.10.2025 : 70 070 kWh (depuis 2023 --> >30 MWh/a) Compteur 01.07.2025 : 62 414 kWh Compteur 01.01.2025 : 41 177 kWh Groupe ventilation, courbe de chauffe : -10°C / +56°C et +20°C/+28°C Groupe habitation/bureau, courbe de chauffe : -10°C / +56°C et +20°C/+28°C
Eléments	Désignation, type, remarque																								
Désignation de l'installation	Hoval UltraGas UG-A.C (80)																								
Année de construction	2002																								
Fournisseur d'énergie	Gaz naturel à condensation																								
Module de neutralisation	Existant																								
Puissance de la chaudière	70 kW																								
Puissance du brûleur	17 à 70 kW																								
Sorties de groupe / pompes de circulation	ECS – Biral MX 13 – Niveau 2 : 52-71 W – niveau réglé Radiateur habitation – Grundfos UPE 25-60 180 – 40 – 100 W avec régulation de la fréquence Radiateur habitation – Biral Redline M13 – niveau 3 : 88-118 W – niveau réglé																								
Protection contre la corrosion	Présence d'un Elysator																								
Commande / régulation	Courbe de chauffe : PD 15°C à 20°C et 15°C à 70°C																								
Isolation	Avec coquilles PIR																								
Circuit hydraulique	Circuit de mélange																								

Dissipation de chaleur	Chauffage au sol, chauffage de l'air, ventilation, radiateurs	ECS : Chauffe-eau à pompe à chaleur. Accroître le potentiel d'utilisation des rejets de chaleur. Acheminer la chaleur résiduelle dans les bâtiments voisins				
<u>Évaluation :</u> Température de départ très élevée : 70 °C. Dans le secteur industriel, les températures basses pour les nouvelles constructions se situent autour de +45 °C. Les pompes de groupe ne possèdent pas encore toutes un variateur de fréquence. Le chauffe-eau à circulation continue empêche la chaudière au gaz naturel de fonctionner en mode de condensation. Si toutes les pompes sont équipées d'un variateur de fréquence qui maintient aussi la température de retour aussi basse que possible, alors la chaudière à condensation peut, elle aussi, profiter de cet effet. <u>Mesure :</u> Remplacement des pompes par des pompes avec variateur de fréquence et réglage sur une température de retour basse, ce qui permet de réduire la consommation électrique. Les températures de retour basses permettent une puissance thermique de condensation plus élevée, et donc un besoin réduit en gaz naturel. Eau chaude 						
Figure 4 : Chauffe-eau à côté de la centrale de chauffe						
<table><tr><th>Éléments</th><th>Désignation, type, remarque</th></tr><tr><td>Désignation de l'installation</td><td>Hoval CombiVal 300 ER – ann. const. 2002</td></tr></table>		Éléments	Désignation, type, remarque	Désignation de l'installation	Hoval CombiVal 300 ER – ann. const. 2002	
Éléments	Désignation, type, remarque					
Désignation de l'installation	Hoval CombiVal 300 ER – ann. const. 2002					

Capacité	300 litres	
Chauffage de l'eau	Chauffe-eau à partir de la centrale de chauffe, y c. bloc électrique	
Circulation / système de pré-chauffage	Aucun	
<u>Évaluation :</u> La pompe du chauffe-eau de l'eau chaude sanitaire est réglée sur le niveau 2. Ainsi, l'eau présente dans le chauffe-eau est toujours chaude. Lorsque la régulation marche/arrêt est optimale, aucune action n'est nécessaire pour que la chaudière utilise pleinement la condensation. Il n'est pas certain que cela soit le cas ici. <u>Mesures :</u> Vérifier que le chauffe-eau est toujours chargé entièrement, par exemple comme réservoir journalier, lorsque le chauffage ne supporte aucune charge thermique. Cette mesure est moins justifiée si la consommation d'eau est réduite.		

5.3 Climatisation/froid

2019	2025				
Climatisation/froid   Figure 5 : Système de refroidissement ventilation production Figure 6 : Climatiseur monobloc	Climatisation/froid Climatisation ventilation : Évaporateur direct Air Blue, année de construction : 2001 Alfa LE 141, AIRB011967 Puissance frigorifique : 56,6 kW PD/PR : +5°C/+5,4°C Max 38,8 A R407C, env. 6,5 kg				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Éléments</th><th>Désignation, type, remarque</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td><td>Climatiseur pour érodeuses MARKSA SA, CSW 900 BJ. 2017 Puissance frigorifique : 5,2 kW</td></tr> </tbody> </table>	Éléments	Désignation, type, remarque		Climatiseur pour érodeuses MARKSA SA, CSW 900 BJ. 2017 Puissance frigorifique : 5,2 kW	
Éléments	Désignation, type, remarque				
	Climatiseur pour érodeuses MARKSA SA, CSW 900 BJ. 2017 Puissance frigorifique : 5,2 kW				

Désignation de l'installation	Air Blue – Alfa LE 140	2,1 kg, R407C Potentiel : Refroidissement naturel avec RWA-automatique
Fournisseur d'énergie	Électricité	
Puissance thermique	56,6 kW selon schéma de ventilation	
Puissance de raccordement électrique	Courant de démarrage 171 A, consommation électrique max. 38,8 A à env. 22 kW él	
Année de construction	2001	
Sorties groupe	Ventilation production	
Fluide frigorigène	R407C	
Hydraulique	Évaporateur direct, PD +5°C/PR +5.4°C	
Post-refroidissement	Température :, sans utilisation des rejets de chaleur	
Particularités	Le post-refroidisseur se trouve sur la face ensoleillée du bâtiment, orientation ouest	
<u>Évaluation :</u> Le post-refroidissement ne respecte plus les normes en vigueur. Les évaporateurs directs ne sont plus utilisés dans les systèmes de climatisation. Les grosses batteries sont intégrées dans des monoblocs, ce qui rend possibles des températures de refroidissement plus élevées et des températures de post-refroidissement plus basses, et accroît ainsi l'efficacité. En outre, il est possible désormais d'utiliser un système de refroidissement en tant que pompe à chaleur si l'installation hydraulique requise est présente. Cela permet aux batteries de chauffage et de refroidissement raccordées en série avec le circuit d'eau de chauffer et de refroidir avec des températures basses optimales. Pour une pompe à chaleur, l'emplacement idéal d'un tel système est côté soleil. Pour le refroidissement de la pièce, il faut un emplacement ombragé, au nord-est du bâtiment.		

Mesures :

Il convient d'étudier le remplacement de l'installation à la fin de sa durée de vie par un système combiné réversible de pompe à chaleur et de système de refroidissement. L'évaporateur direct doit être remplacé par un circuit au glycol qui chauffe et refroidit après être passé dans la pompe à chaleur. Pour ce faire, les batteries doivent être branchées en série, et la batterie de refroidissement doit évent. être remplacée par une autre pouvant être utilisée de cette manière.

En tant que mesure à court terme, il convient également d'installer un compteur d'électricité qui permette de confirmer, ou de relativiser, la rentabilité de cette mesure, en particulier en configuration hivernale.

5.4 Ventilation

2019

Ventilation

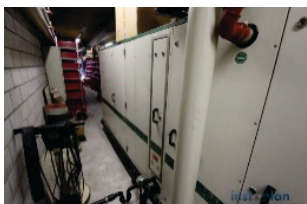


Figure 7 : Ventilation production monobloc pulsion



Figure 8 : Ventilation production monobloc extraction

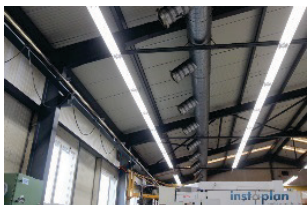


Figure 9 : Pulsion halle 1997

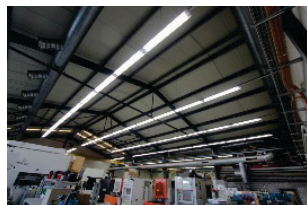


Figure 10 : Extraction halle 1997

2025

Ventilation

Ventilation production, 17 000 m³/h
Année de construction : 2002,
RWT LE et ventilateur LK CF
Horaires de mise en route minuterie
Lundi : 3h00-21h00
Mardi : 04h00-21h00
Mercredi : 04h00-21h00
Jeudi : 04h00-21h00
Vendredi : 04h00-21h00
Samedi : 09h00-18h00
Dimanche : 09h00-18h00
Réglage : Auto

03.10.2025 :

Heures de fonctionnement niveau 1 : 20465 h
Heures de fonctionnement pompe A : 3201 h

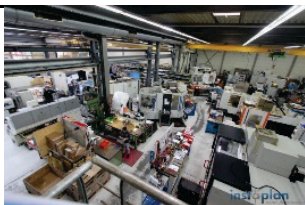


Figure 11 : Extraction halle 2002



Figure 12 : Pulsion halle 2002



Figure 13 : Ventilation halle 1997 et 2002 droite

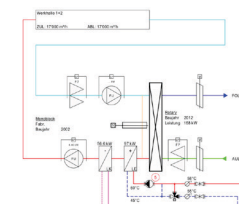


Figure 14 : Schéma ventilation production

Consigne pièce : 22 °C
 Consigne chauffage : +25 °C
 Confort refroidissement : +23 °C
 Confort chauffage +22 °C
 Consigne/min. ZUL : +16 °C
 Max. ZUL : +32°C clapet de ventilation possible.
 Ventilation construction 2013

Potentiel : Réglage des heures de ventilation

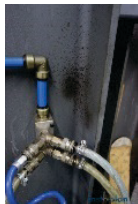
Éléments	Désignation, type, remarque
Désignation de l'installation	GEA ATplus – Monobloc extraction et pulsion production
Année de construction	2001
Débit d'air	17 000 m ³ /h
Filtre	F7
Récupération de chaleur	Rotary 168 kW, rendement 79 %
Chauffage de l'air	97 kW, +60 °C/+45 °C
Refroidissement de l'air	56.6 kW
Humidificateur	Aucun
Circulation d'air	Installée
Moteur du ventilateur	ZUL / FOL 5,5 kW y c. CF – régulateur manuel réglable en continu
Commande / régulation	Réglage précis manuel sur l'armoire de commande :

	Débit volumétrique, débit volumétrique air ext. min.	
<u>Évaluation :</u> La ventilation en date de 2001 est encore en bon état. Elle présente un rendement élevé en termes de récupération de chaleur et est équipée d'un système de refroidissement. Le réglage de la ventilation n'est plus optimal pour l'exploitation. Des grandeurs de réglage font défaut. L'évaporation directe dans la batterie de refroidissement n'est pas optimisée sur le plan énergétique. Reste à définir si une transformation peut être judicieuse. L'arrivée d'air n'est pas adaptée à l'utilisation des locaux. Ainsi, les flux d'air sont source de rejets thermiques dans la pièce, ce qui n'est pas idéal pour le refroidissement l'été. <u>Mesures :</u> On ne sait pas de quelle manière la ventilation est réglée durant l'année. Le commande Siemens doit être examinée. La régulation peut être mesurée et déterminée au moyen de capteurs de température. Elle peut aussi être vérifiée en se basant sur les valeurs théoriques et les valeurs de réglage. L'utilisation d'une commande pouvant être réglée sur des valeurs prédéfinies offre de nombreuses possibilités pour influencer le fonctionnement du chauffage et du refroidissement. La ventilation pourrait être gérée au moyen d'un nouveau concept de chauffage/refroidissement utilisant un système réversible de pompe à chaleur/machine de refroidissement. Une étude de faisabilité comportant une estimation détaillée des coûts pourrait être pertinente si le besoin en refroidissement est élevé. Utiliser uniquement la pompe à chaleur comme chauffage présente un potentiel limité. Il convient d'examiner si les rejets de chaleur issus des systèmes à air comprimé doivent être utilisés ou évacués.		

5.5 Pompes

2019	2025
Pompes	Pompes
	Aucun potentiel existant, remplacé en 2022

5.6 Air comprimé

2019	2025				
Air comprimé  Figure 15 : Centrale à air comprimé – sans évacuation de la chaleur  Figure 16 : Compresseur à air comprimé  Figure 17 : Fuite d'air comprimé audible au niveau du distributeur  Figure 18 : Fuite d'air comprimé avec dépôt d'huile	Air comprimé 3 compresseurs : Almig Variable 28, 28 kW, ann. const. 2017, ventilation AWN et chauffage WT 2025-10-03 : 3 446 021 m³ Volume total 29 753 h Heures de fonctionnement 25 065 h Heures de charge (3100 Bh --> 13545 VBh --> 379 MWh --> 47,4 MWh/a) Almig F-Drive 30 VSD, 30 kW, ann. const. 2021, ventilation AWN et chauffage WT 0,61 - 6,59 m³/min 2025-10-03 : 2 353 238 m³ Volume total depuis le 8.2.2022 29 865 h Nbre d'heures total : 13 426 Nbre d'heures de fonctionnement : 12 743 Heures de charge (3480 Bh --> 1625 VBh --> 48,8 MWh/a) Almig B15, 15 kW, ventilation AWN, Sécheur par réfrigération : Ann. const. 2010 Nbre d'heures de fonctionnement : 25 702 Nbre d'heures de charge : 13 926 Vanne magnétique activée 7,9 bars Potentiels : Pertes d'endiguement : Verrouillage systématique selon la machine				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Eléments</th><th>Désignation, type, remarque</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Désignation de l'installation / fournisseur d'air comprimé</td><td> 3 compresseurs : Almig Var 28, ann. const. 2017 Almig Var 24, ann. const. 2011 Almig Belt 15, ann. const. 2012 </td></tr> </tbody> </table>	Eléments	Désignation, type, remarque	Désignation de l'installation / fournisseur d'air comprimé	3 compresseurs : Almig Var 28, ann. const. 2017 Almig Var 24, ann. const. 2011 Almig Belt 15, ann. const. 2012	
Eléments	Désignation, type, remarque				
Désignation de l'installation / fournisseur d'air comprimé	3 compresseurs : Almig Var 28, ann. const. 2017 Almig Var 24, ann. const. 2011 Almig Belt 15, ann. const. 2012				

Niveau de pression	9 bars	Potentiel : Air comprimé - localisation des fuites et élimination
Refroidissement par compresseur	Refroidi à l'air directement dans la pièce	
Condition d'air	Compresseurs huilés Filtre à huile SA 360G – microfiltre degré d'extraction 0,01 micron	
Consommation d'énergie	88 000 kWh/a (correspond à env. 17 % de la consommation d'énergie totale – valeur très élevée)	
Utilisation des rejets de chaleur	Aucune, chaleur des locaux directement utile en hiver, aucune répartition / aucun brassage dans la pièce	
Commande / régulation	Régulation du débit volumétrique – pression constante. Vanne magnétique coupure réseau : 5h00 « Marche » – 23h00 « Arrêt », peut-être commuté en mode manuel	
Séchage à l'air	Présent, R407c, 730 g, moteur 0,76 kW, ann. const. 2010	
Réseau d'air comprimé	Système de tuyaux	
Fuite d'air comprimé	Plusieurs présents, une pression élevée dans le réseau favorise l'apparition d'autres fuites.	
Réservoirs d'air comprimé	Env. 300 litres	
Particularités	Le réseau de conduites forme un goulot d'étranglement, ce qui nécessite une pression élevée.	

Liste de fabricants :

Descrip- tion	An- née de	Puis- sance	Heures de fonct.	Heures de fonct.	Coeffi- cient de charge	Re- marque s
------------------	------------------	----------------	------------------------	------------------------	-------------------------------	--------------------

	con- struc- tion	élec- trique [kW]	[h/tot]	env. [h/a]	(Heures de charge pleine / heures de fonc- tionne- ment)	
Almig Var 28	Ann. const. 2017	28	6545	3000	5714 (53 %)	40 000 kWh/a 50 %
Almig Var 24	Ann. const. 2011	24	37 592	37 592	30 313 (71 %)	48 000 kWh/a 50 %
Almig Belt 15	Ann. const. 2012	15				

Évaluation :
La redondance des compresseurs à air comprimé est tout juste suffisante. Le niveau de pression est très élevé (9 bars). Dans le cadre d'un approvisionnement optimal et d'une réduction des fuites, 7 0 à 7,5 bars suffisent pour les machines qui ont besoin de 6 bar à 6,5 bars. Les exigences de raccordement doivent être vérifiées.
La chaleur résiduelle des compresseurs à air comprimé doit pouvoir réduire le besoin en chauffage fossile d'env. 50 % en hiver.

Mesures :
Les compresseurs génèrent une pression du réseau très élevée. Il convient d'en examiner la cause : sollicitation des machines, goulots d'étranglement hydraulique de l'air comprimé, fuites ? La pression du réseau doit être abaissée progressivement de 0,1 bar par semaine, jusqu'à ce que les premières réclamations arrivent, puis être relevée de 0,2 bar jusqu'à ce que le

problème soit résolu ou que la pression du réseau se situe entre 7 et 7,5 bars. Présence de fuite, qui doivent être détectées et éliminées autant que possible, par exemple à l'aide d'un détecteur à ultrasons. À chaque fois que cela est possible, la vanne magnétique de coupure générale doit être activée. Elle peut être arrêtée manuellement, ce qui a été le cas lors des relevés. La chaleur résiduelle issue des compresseurs n'est pas utilisée de manière optimale, ou pas évacuée des halles de production de manière optimale en été. La chaleur résiduelle issue du refroidissement des compresseurs peut être acheminée jusqu'aux installations de ventilation. Étant donné qu'elle est équipée d'un système de récupération de la chaleur, la chaleur résiduelle peut ainsi être acheminée de manière optimale au bon endroit via la pulsion d'air. L'été, la même configuration permet de refroidir la production, la chaleur ne se dispersant plus dans la pièce (à la condition toutefois que la récupération de la chaleur ne soit pas activée). De manière alternative ou en cas de remplacement d'un compresseur à la fin de sa durée de vie, la chaleur résiduelle peut être acheminée directement côté eau vers le circuit de chauffage ou l'installation de ventilation. En été, il convient d'installer un post-refroidisseur ou un conduit d'évacuation d'air direct afin d'évacuer la chaleur résiduelle de la pièce. Au regard de la situation et de la proximité avec la ventilation, la variante avec évacuation de l'air vers l'installation de ventilation semble être la plus pragmatique, dans la mesure où les débits d'air du système le permettent.	
--	--

5.7 Éclairage

2019	2025
Éclairage	Éclairage
	LED

5.8 Processus

2019	2025				
Processus Figure 19 : Halle 2, ann. const. 2002, côté gauche Figure 20 : Halle 2, ann. const. 2002, côté droit Figure 21 : Post-refroidisseur dans le garage ou sous l'extraction Figure 22 : Les tuyaux représentent un risque de chute, sécurité au travail <table border="1"> <thead> <tr> <th>Éléments</th><th>Désignation, type, remarque</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Liste des appareils</td><td>Document séparé y c. heures de fonctionnement, année de construction, consommation énergétique extrapolée</td></tr> </tbody> </table> <u>Évaluation :</u> Les installations sont utilisées en fonction du besoin. En raison de la densité de l'encombrement, les anciennes machines, parfois peu performantes, doivent être remplacées par de nouvelles. Leur présence réduit la puissance et augmente le besoin en énergie. Il en résulte une augmentation de la consommation d'énergie et une élévation de la température dans la pièce en été.	Éléments	Désignation, type, remarque	Liste des appareils	Document séparé y c. heures de fonctionnement, année de construction, consommation énergétique extrapolée	Processus 35 installations de production selon inventaire séparé Augmentation de l'efficacité Empilement ou automatisation Potentiels : Réduire les pertes en mode veille ou au maintien en état prêt à fonctionner
Éléments	Désignation, type, remarque				
Liste des appareils	Document séparé y c. heures de fonctionnement, année de construction, consommation énergétique extrapolée				

<u>Mesures :</u> Aucune mesure d'économie d'énergie n'est proposée pour les machines. Les seuls éléments permettant de garantir la sécurité d'exploitation sont : Une adaptation des conduits de ventilation et/ou de l'évacuation de la chaleur issue de la production dans le but de permettre des conditions plus stables pour les personnes et les machines. - Les prises d'air doivent être placées au-dessus des sources de chaleur (installations de post-refroidissement, à air comprimé, etc.) - En été, les bouches d'aération ne doivent pas déplacer et diffuser la chaleur montante. - Le cas échéant : placer les prises d'air directement contre l'élément de post-refroidissement - Le cas échéant : refroidir l'eau de refroidissement de manière centralisée avant le groupe frigorifique (avec ventilation possible) Cela permet de limiter le risque de chute.	
--	--

5.9 Production d'énergie

2019	2025
Production d'énergie Figure 23 : Tableau principal centrale électrique Figure 24 : Onduleur de l'installation PV	Production d'énergie Installation PV sur toit, ancienne production : 29,64 kWp Installation PV sur toit, nouvelle production : 36,66 kW Installation PV sur toit, hangar 14,04 kW Installation PV sur toit en pente, production Nord, 32,76 kWp Installation PV sur toit en pente, production Sud, 23,4 kWp Installation PV façade Eierlenstrasse 8 : 17,55 kWp Installation PV façade Eierlenstrasse 10 : 26,52 kWp Installation PV sur toit Eierlenstrasse 10 : 85,4 kWp Est Installation PV sur toit Eierlenstrasse 10 : 85,02 kWp Ouest Total : 351 kWp Rendement annuel moyen : 330 MWh à 275 MWh, en baisse (comparaison sur 4 années, taux d'empoussiérage/d'encrassement env. 5 % par an)

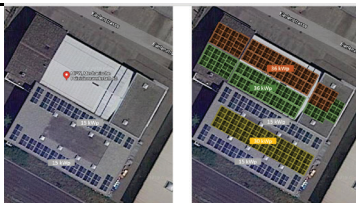


Figure 25 : Installation PV 30 kWp et évent. nouvelles installations PV

Eléments	Désignation, type, remarque
Compensation électricité réactive	Défect. Remplacé en 2019.
Installation photovoltaïque	30 kWp – mise en service 4.8.2015 Onduleur OND2 – sans transfo. – surveillance intégrée tous-courants : 11,44 kWp de 29,64 kWp, 750 V, 15 A Onduleur OND1 – sans transfo. – surveillance intégrée tous-courants : 19,24 kWp de 29,64 kWp, 750 V, 14.56 A

Évaluation :

Une installation PV 30 kWp est installée. La consommation propre s'établit autour de 100 % - même sans stockage et sans production le week-end.

Mesures :

L'installation PV 30 kWp peut être complétée par une installation 90 kWp. Les tarifs pour l'injection dans le réseau sont exceptionnellement élevés, ce qui est bénéfique pour la rentabilité quelle que soit la taille de l'installation.

Valeur : Env. 3000 CHF/a - donc actuellement entre 9000 et 120000 francs de perte par an)

Recommandation : nettoyer minutieusement tous les 3 ans.

Potentiel : La façade Est ne possède encore aucune surface occupée (rentabilité modérée)

Potentiel : Nettoyage

5.10 Mobilité

2019	2025								
Mobilité <table border="1"> <thead> <tr> <th>Eléments</th><th>Désignation, type, remarque</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Véhicules</td><td>3 Tesla avec motorisation 100 % électrique sont en service</td></tr> <tr> <td>Véhicules de livraison</td><td>Aucun</td></tr> <tr> <td>Collaborateurs</td><td>Sur 23 personnes, 50 % possèdent un véhicule non électrique Déplacement domicile-travail – collaborateurs avec voiture de tourisme total env. 150 km/d</td></tr> </tbody> </table> <u>Évaluation :</u> La consommation d'énergie est influencée avant tout par les véhicules de la direction : ceux-ci ont tous été remplacés par des véhicules électriques en 2019. <u>Mesures :</u> L'offre de bornes de recharge pourrait être proposée aussi aux collaborateurs et visiteurs grâce à l'extension de l'installation photovoltaïque et à la mise en place d'un système de stockage. Par ailleurs, il est recommandé de mettre en place un monitoring énergétique grâce à des relevés de la consommation d'énergie et de la prestation kilométrique.	Eléments	Désignation, type, remarque	Véhicules	3 Tesla avec motorisation 100 % électrique sont en service	Véhicules de livraison	Aucun	Collaborateurs	Sur 23 personnes, 50 % possèdent un véhicule non électrique Déplacement domicile-travail – collaborateurs avec voiture de tourisme total env. 150 km/d	Mobilité 4 bornes de recharge CA Simplee, 22 kW chacune 2 bornes de recharge CC HYC Alpitronic de 25 kW chacune, ou 1x 50 kW Différents véhicules électriques : Tesla modèle S, 2015 - 40 000 km/a - jusqu'à 20 kWh/100 km Tesla modèle X, 2017 - 30 000 km/a - jusqu'à 22 kWh/100 km Tesla modèle 3, 2019 - (vendue en 2024)- - jusqu'à 22 kWh/100 km Skoda Eniaq, 2021 - 10 000 km/a - jusqu'à 16,7 kWh/100 km Tesla modèle S, 2023 - 15 000 km/a - jusqu'à 19,1 kWh/100 km (Jusqu'à aujourd'hui : Mercedes Vito 116 CDI, jusqu'à 9 litres/100 km)
Eléments	Désignation, type, remarque								
Véhicules	3 Tesla avec motorisation 100 % électrique sont en service								
Véhicules de livraison	Aucun								
Collaborateurs	Sur 23 personnes, 50 % possèdent un véhicule non électrique Déplacement domicile-travail – collaborateurs avec voiture de tourisme total env. 150 km/d								

5.11 Autres

2019	2025
Autres	Autres

<u>Évaluation :</u> À partir de la courbe de charge, il est possible d'obtenir des informations sur le fonctionnement. Ainsi, par exemple, une analyse en temps réel effectuée le soir peut permettre d'augmenter l'efficacité de l'utilisation de l'énergie et d'adapter réellement cette dernière aux besoins. La courbe de charge montre que l'installation d'une installation photovoltaïque supplémentaire serait possible et même pertinente. Des pics de consommation existent et ce phénomène pourrait même encore s'amplifier en raison des stations de recharge, ce qui aggraverait la situation. <u>Mesures :</u> Une gestion de la courbe de charge pourrait permettre de casser les pics de consommation, et ainsi de réduire les coûts. Cette solution pourrait même être combinée à une batterie, évent. à une batterie de véhicule bidirectionnelle, ce qui offrirait des possibilités intéressantes. Aujourd'hui, cela est possible uniquement avec les systèmes de batterie stationnaires. Si une installation PV supplémentaire est installée, une installation de stockage de l'énergie pourrait également coordonner l'énergie de manière optimale et, le cas échéant, compléter la mobilité électrique par une gestion de charge adaptée. Il en résulte une situation bénéfique à tous les égards : l'énergie utilisée est une énergie renouvelable, celle-ci peut être répartie sur toute la journée, une solution de stockage intermédiaire est mise à disposition pour la mobilité électrique, et des économies de coûts sont réalisées. La conception optimale à ce jour (en termes de prix) avec la courbe de charge actuelle est une batterie d'une performance 25 kW pour une capacité de 40 kWh. (Avec possibilité d'extension)	Batterie de stockage ADS-Tec, 1 pce, 100 kW/120 kWh Étudier le potentiel de RCP(v) Potentiel : Examiner la puissance et la capacité dans le cas d'une augmentation du stockage, augmenter la flexibilité/l'énergie de réglage
--	--

6. Analyse des solutions « zéro net »

MPW AG a décarboné son système de chauffage grâce à une pompe à chaleur air/eau. Les véhicules électriques et les installations solaires ont, quant à eux, permis de décarboner le secteur de la mobilité. De plus amples mesures d'efficacité énergétique ont été proposées sur la base du second audit PEIK (cf. tableau 6, ch. 7.1). Elles ont avant tout pour objectif de réduire la consommation d'électricité. En outre, lors du remplacement des systèmes de refroidissement, il convient de choisir un fluide frigorigène qui génère le moins d'émissions de gaz à effet de serre possible.

D'autres mesures de réduction de la consommation d'énergie pourraient être envisagées dans le futur, sur la base d'études de faisabilité. Cela pourrait concerner, par exemple, le recours à des installations stationnaires de stockage de l'énergie, en particulier pour le stockage saisonnier. Mais à l'heure actuelle, ces mesures ne seraient pas intéressantes financièrement pour une PME. Il convient malgré tout de continuer à étudier régulièrement les potentiels d'utilisation (même avec des cycles de stockage plus courts) et les possibilités de financement.

7. Plan de mesures

Un plan de mesures a été élaboré sur la base de l'analyse des solutions « zéro net » et des potentiels identifiés au chapitre 5. L'effet cumulé des mesures de réduction des émissions permet de respecter la trajectoire fixée, avec pour objectif final d'atteindre le zéro émission net. L'évaluation des mesures et des coûts a été réalisée avec une exactitude de +/- 25 %. Un examen plus précis des coûts et la prise en compte des tarifs actuels de l'énergie permettront de mieux estimer la rentabilité en vue d'une décision d'investissement.

7.1 Vue d'ensemble des mesures

La liste ci-dessous présente l'ensemble des mesures analysées et mises en œuvre par MPW AG au cours des six dernières années, ainsi que les mesures proposées à partir de 2025. Elle n'est pas exhaustive et la situation doit être réévaluée tous les trois à cinq ans. D'éventuels effets de rétroaction positifs entre les différentes mesures proposées ne figurent pas dans la liste mais ils peuvent se déployer si plusieurs mesures sont mises en œuvre.

Tableau 6 : Aperçu des mesures mises en œuvre au cours des six dernières années et des mesures proposées pour le futur, afin de réduire la consommation d'énergie et les émissions de CO₂ de MPW AG.

N°	An-née	Titre de la mesure	Équipement/thématique	Planification	Écono-mies agents fossiles	Écono-mies électricité	Écono-mies totales	Écono-mies CO ₂	Écono-mies facteur CO ₂	Coûts	Part des coûts de l'énergie PCE*	Pay-back
					kWh/a	kWh/a	ct./kWh // CHF/a	tCO ₂ /a	%	CHF	%	a
Mesures proposées suite à l'audit PEIK de 2019												
A2019-1	2019	Remplacement de la production de chaleur	Chauffage et ECS	2019	+	+						
A2019-2	2019	Utilisation des rejets de chaleur issus des systèmes à air comprimé	Chauffage et ECS	2019	15 000	6000				15 000	100 %	5,3
A2019-3	2019	Régulation selon lumière du jour, éclairage LED	Éclairage	2019		4211				5000	100 %	4,7
A2019-4	2019	Remplacement système de refroidissement	Climatisation et froid	2019	-	8669				180 000	10 %	8,3
A2019-5	2019	Refroidissement central destiné aux machines	Climatisation et froid	2019	-	10 000				150 000		
A2019-6	2019	Concept de remplacement ventilation/climatisation	Ventilation	2019	-	-				5000		
A2019-7	2019	Réglage des heures de fonctionnement	Ventilation	2019	10 009	7670				2000	100 %	0,7
A2019-8	2019	Remplacement des pompes à chaleur	Pompes	2019	-	673				1800	50 %	5,3
A2019-9	2019	Extension installation PV	Prod. d'électricité	2019	-	69 379				10 000	100 %	6,3
A2019-10	2019	Baisse de la pression du réseau	Air comprimé	2019	-	4359				3000	100 %	2,8
A2019-11	2019	Optimisation de la courbe de charge, optimisation de la consommation propre	Autres	2019	-	7000				40 000	50 %	11,4
Mesures mises en œuvre entre 2020 et 2022												
M2020-1	2020	Étude de faisabilité Chauffage	Chauffage et ECS	2020	+++	+++				10 000	100 %	
M2020-2	2020	Étude de faisabilité PV	Prod. d'électricité	2020	+++	+++				10 000	100 %	
M2020-3	2020	Remplacement par des véhicules électriques	Mobilité	2020	66 150	-				20 000	100 %	3,4
M2021-1	2021	Élimination des rejets de chaleur issus des systèmes à air comprimé dans le système de ventilation	Climatisation et froid	2021	10 000	-				12 000	100 %	13,3
M2022-1	2022	Remplacement du système de chauffage par des pompe à chaleur air/eau	Chauffage et ECS	2022	73 000	-14 000				99 150	40 %	12,9
M2022-2	2022	Utilisation des rejets de chaleur issus des systèmes à air comprimé directement pour le chauffage	Chauffage et ECS	2022	15 000	-				21 154	50 %	7,8
M2022-3	2022	Rénovation de la toiture du bâtiment de production	Env. du bâtiment	2022	15 000	-				57 250	25 %	10,6
M2022-4	2022	Stockage de l'énergie en vue d'une optimisation de la consommation propre	Prod. d'électricité	2022	-	-5000	6000			125 699	100 %	26,5
M2022-5	2022	Création d'un RPC pour la bâtiment voisin	Prod. d'électricité	2022	+++	+++						
M2022-6	2022	Réalisation d'une installation PV en toiture	Prod. d'électricité	2022	-	207 000	10 300			369 396	100 %	6,0
M2022-7	2022	Réalisation d'une installation PV en façade	Prod. d'électricité	2022	+++	+++						
M2022-8	2022	Installation d'une infrastructure de recharge CA/CC	Mobilité	2022	+++	+++				47 248		
M2022-9	2022	Gestion du stockage en vue d'une optimisation des pics de charge	Autres	2022	+++	+++						
Mesures proposées suite à l'audit PEIK de 2025												
A2025-1	2025	Concept de climatisation	Climatisation et froid		+++	+++						
A2025-2	2025	Optimisation des heures de ventilation	Ventilation			29 000				15 000	100 %	2,1
A2025-3	2025	Remplacement des ventilateurs de la ventilation	Ventilation		-	8250				15 000	100 %	7,3
A2025-4	2025	Amélioration de l'efficacité des processus	Autres		+++	+++						
A2025-5	2025	Réduction des pertes en mode veille des machines CNC	Autres		-	75 000				40 000	100 %	2,1

A2025-6	2025	Nettoyage des installations solaires 350 kWp	Prod. d'électricité	-	20 000	-	-	0 %	12 000	100 %	2,4
A2025-7	2025	Extension installation PV dans RCP(v)/CEL	Prod. d'électricité	-	50 000	20 691	-	0 %	280 000	100 %	13,5
A2025-8	2025	Éliminer les fuites d'air compimer - Solution systématique	Air comprimé	-	25 000	-	-	10 %	15 000	100 %	2,4
A2025-9	2025	Utiliser le stockage de l'énergie avec flexibilité	Autres	-	-	-	-	0 %	3000	100 %	
A2025-10	2025	Optimisation du fonctionnement grâce à un monitoring de l'énergie	Autres	+++	+++						
A2025-11	2025	Points de recharge publics pour la mobilité	Mobilité	-	-	2200	-	0 %	3000	100 %	1,4
A2025-12	2025	Augmentation de la capacité et de la flexibilité en termes de puissance	Autres	-	-	40 000	-	0 %	200 000	100 %	5,0

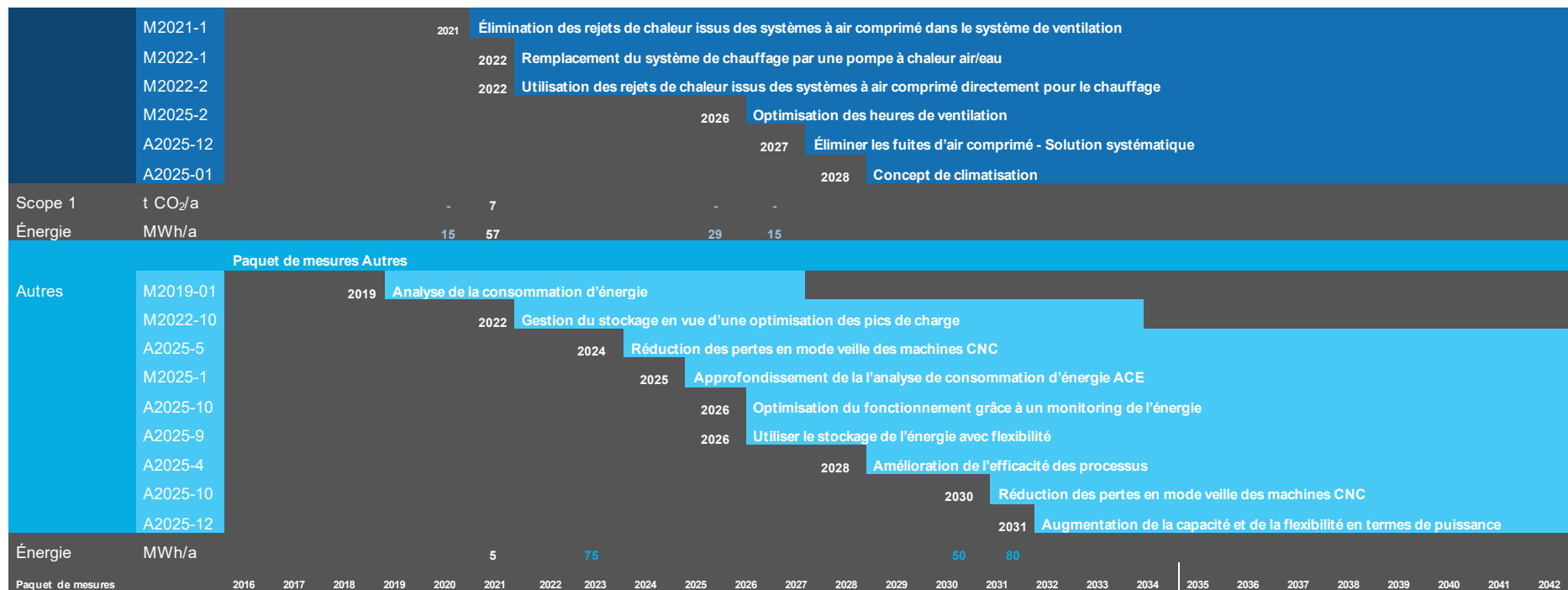
* Part des coûts d'investissement qui doit être amortie grâce à des économies d'énergie

7.2 Liste des mesures par année de mise en œuvre ou année de planification

Les bandes de couleurs permettent de visualiser facilement la période durant laquelle une mesure est efficace, et à quel moment elle doit être réévaluée ou reconduite. Elles ne représentent pas la durée réelle de mise en œuvre des mesures.

Tableau 7 : Calendrier des mesures de réduction de la consommation d'énergie et des émissions de CO₂ de MPW AG, qui ont déjà été mises en œuvre ou qui sont proposées pour le futur.

Paquet de mesures		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							
Paquet de mesures Bâtiment/chaaleur																																			
Bâtiment/chaaleur	M2022-3						2022	Rénovation de la toiture du bâtiment de production																											
Scope 1	t CO ₂ /a						3																												
Énergie	MWh/a						50																												
Paquet de mesures Photovoltaïque																																			
Photovoltaïque	M2020-2				2020	Étude de faisabilité Photovoltaïque																													
								Stockage de l'énergie en vue d'une optimisation de la consommation propre																											
	M2022-4						2022																												
	M2022-5						2022	Création d'un RPC pour les bâtiments voisins																											
	M2022-6						2022	Réalisation d'une installation PV en toiture																											
	M2022-7						2022	Réalisation d'une installation PV en façade																											
	M2022-8						2022	Réalisation d'une installation PV en façade																											
	M2022-9											2026	Nettoyage des installations solaires 350 kWp																						
	M2025-7														2029	Extension de l'installation PV dans RCP/CEL																			
Scope 2	t CO ₂ /a						19																												
Paquet de mesures Mobilité																																			
Mobilité	M2020-3					2021	Remplacement par des véhicules électriques																												
	M2022-8						2022	Mise en place d'une infrastructure de recharge CA/CC																											
	M2025-11								2024	Points de recharge publics pour la mobilité																									
Scope 1	t CO ₂ /a					5.0	13		-																										
Énergie	MWh/a					15	35		-																										
Paquet de mesures CVCRS/air comprimé																																			
CVCRS/air comprimé	M2020-1				2020	Étude de faisabilité Chauffage																													



8. Trajectoire de réduction

La représentation de la trajectoire de réduction part du bilan actuel des gaz à effet de serre de l'entreprise (en date de 2024).

8.1 Scope 1

Tableau 8 : Trajectoire de réduction dans l'objectif d'atteindre le zéro émission net dans le scope 1 d'ici à 2050, avec des objectifs intermédiaires pour 2030 et 2040.

Trajectoire de réduction	2016	2025	2030	2040	2050
Pourcents	100 %	90 %	30 %	10 %	0 %
T. d'éq.-CO ₂	36	33	11	4	0

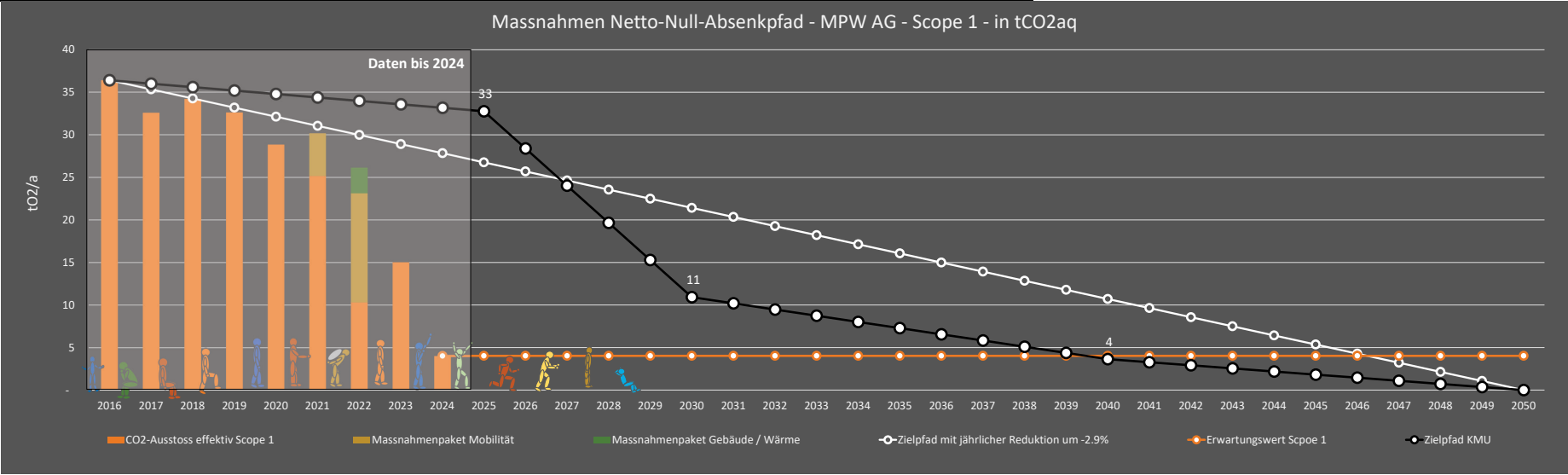


Figure 26 : Trajectoire de réduction de MPW AG, scope 1.

La figure 26 montre la trajectoire de réduction des émissions du scope 1 de MPW AG d'ici à 2050. Elle comprend une trajectoire de référence théorique avec une réduction annuelle linéaire de 2,9 % (ligne blanche) ainsi qu'une trajectoire cible qui vise le zéro émission net d'ici à 2050, avec des objectifs intermédiaires pour 2030 et 2040 (ligne noire, cf. également tableau 8). La trajectoire de réduction réelle de MPW AG est représentée en orange.

L'effet des mesures mises en œuvre est indiqué par secteur :

- En vert : le bâtiment et la fourniture de chaleur
- En jaune : la mobilité et les carburants

La figure montre la contribution des différentes mesures à la réduction des émissions directes liées aux agents énergétiques fossiles. Certaines mesures ayant un impact à la fois sur la consommation des agents énergétiques fossiles et sur le besoin en électricité, l'analyse doit être complétée par les émissions du scope 2 pour pouvoir mettre en évidence l'effet global de décarbonation.

Par ailleurs, les fluides frigorigènes continuent d’émettre des émissions durant toute la période sous revue. Par conséquent, pour pouvoir atteindre l’objectif de neutralité climatique, il convient, au moment du remplacement des installations de refroidissement, de veiller à ce que les fluides frigorigènes qui seront utilisés par la suite possèdent un potentiel d’effet de serre qui est le plus bas possible.

8.2 Scopes 1 et 2

Tableau 9 : Trajectoire de réduction avec l’objectif d’atteindre le zéro émission net dans les scopes 1 et 2 d’ici à 2050, avec des objectifs intermédiaires pour 2030 et 2040.

Trajectoire de réduction	2016	2025	2030	2040	2050
Pourcents	100 %	90 %	30 %	10 %	0 %
T. d'éq.-CO ₂	118	107	36	12	0

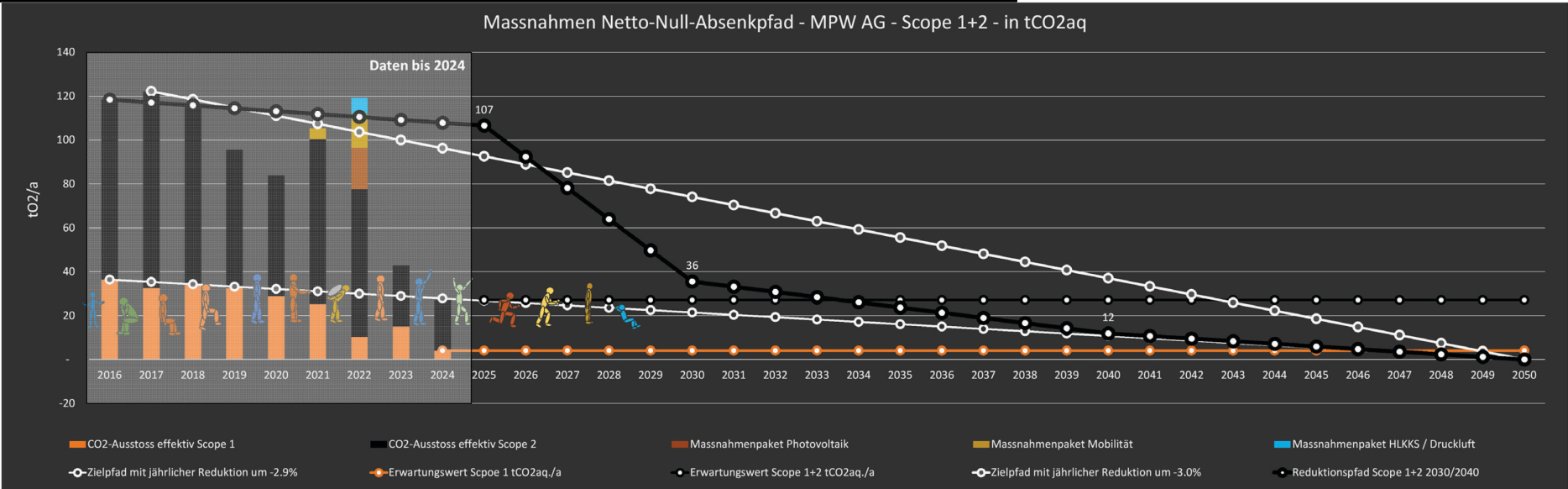


Figure 27 : Trajectoire de réduction de MPW AG, scopes 1 et 2.

La figure 27 montre la trajectoire de réduction des émissions des scopes 1 et 2 de l'entreprise MPWAG d'ici à 2050. Elle comprend deux trajectoires de référence linéaires qui visent la neutralité climatique d'ici à 2050 (lignes blanches) : une réduction annuelle de 2,9 % pour le scope 1 et de 3,0 % pour le scope 2. L'évolution attendue des émissions est également représentée : il s'agit de la ligne orange avec des points pour le scope 1 et de la ligne noire avec des points pour les scopes 1 et 2. La trajectoire représentée en noir définit des objectifs intermédiaires pour 2030 et 2040, avec un objectif final de zéro émission net en 2050 (cf. également tableau 9).

Les émissions des scopes 1 et 2 sont représentées les unes sur les autres dans des bâtons verticaux, et mettent en évidence l'effet combiné des mesures dans les secteurs des installations techniques, de la mobilité et du photovoltaïque. Toutefois, l'évolution des émissions du scope 2 ne dépend pas uniquement des mesures d'efficacité électrique prévues (cf. tableau 6, ch. 7.1), mais aussi du facteur d'émission futur du mix électrique suisse, qui n'a pas été pris en compte dans le graphique. Il n'est possible de décarboner l'électricité achetée qu'en acquérant des produits adaptés. Sans cette mesure, l'utilisation d'électricité solaire autoproduite restera la clé.

Le besoin supplémentaire en électricité qui résulte de l'électrification, par exemple de l'utilisation de pompes à chaleur ou de véhicules électriques, n'est pas visible non plus sur le graphique. Toutefois, les données actuelles montrent que la décarbonation croissante de l'approvisionnement électrique et le développement de la production photovoltaïque propre contribuent indirectement à une réduction supplémentaire des émissions. Il est donc important de prendre en compte non seulement la réduction directe des émissions de CO₂ mais aussi les économies d'énergie réalisées, en tant que troisième niveau d'effet des mesures.

8.3 Trajectoire de réduction – Énergie

Tableau 10 : Trajectoire de réduction de la consommation d'énergie d'ici à 2050, avec objectifs intermédiaires pour 2030 et 2040

Trajectoire de réduction	2016	2025	2030	2040	2050
Pourcents	100%	90%	40%	25%	25%
MWh non pondéré	603	543	241	151	151

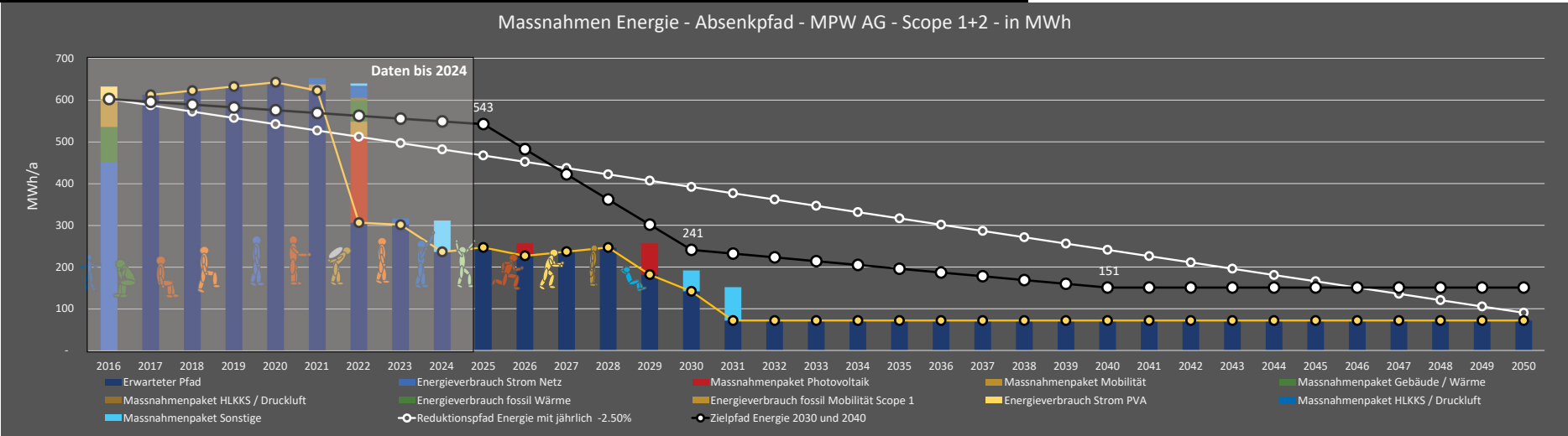


Figure 28 : Trajectoire de réduction de la consommation d'énergie.

La figure 28 montre la trajectoire de réduction de la consommation d'énergie de MPW AG d'ici à 2050. Les mesures prises en compte sont les mêmes que celles des trajectoires de réduction des scopes 1 et 2, ce qui permet de mettre en évidence leur impact sur la consommation finale d'énergie. La figure comprend une trajectoire de référence assortie d'une réduction annuelle d'environ 2,5 % ainsi qu'une trajectoire cible assortie d'objectifs intermédiaires pour 2030 et 2040 (cf. également tableau 10).

Cette représentation met en évidence l'effet combiné des différentes mesures sur la consommation d'énergie, indépendamment de la décarbonation des agents énergétiques. Elle montre en particulier la contribution des mesures dans les secteurs des installations techniques, de la mobilité, du bâtiment et de l'énergie photovoltaïque. Les objectifs définis pour 2030 et 2040 peuvent être mis en comparaison avec les données de consommation réelles. Il s'agit d'une méthode de monitoring adaptée pour pouvoir évaluer l'efficacité des mesures, comparer les résultats obtenus avec les valeurs prévisionnelles, et suivre les progrès réalisés en vue d'atteindre la réduction cible de la consommation d'énergie.

9. Encouragement, prescriptions légales

L'encouragement des mesures peut être consulté sur le site Internet des offices cantonaux de l'énergie. Les communes peuvent, elles aussi, proposer des programmes d'encouragement ou des aides supplémentaires. Les associations, les institutions et les syndicats sont associés à certains dispositifs d'encouragement, qui ne sont toutefois pas vérifiés par les pouvoirs publics.

L'ensemble des programmes d'encouragement approuvés par les pouvoirs publics sont répertoriés à la page www.francsenergie.ch.

Les principaux instruments sont les suivants :

- Photovoltaïque - Pronovo
- Remplacement du système de chauffage – Encouragement cantonal / programme d'impulsion basé sur la LCI
- Rénovation des bâtiments - Programme Bâtiments
- Augmentation de l'efficacité en matière de consommation électrique – plusieurs, not. aussi proposés par des fournisseurs d'électricité

Souvent, un encouragement est accordé à la réalisation d'analyses et d'études de faisabilité, ainsi qu'à des accompagnements à la mise en œuvre. Ces outils sont malheureusement trop peu utilisés. Avec l'audit énergétique PEIK, SuisseEnergie offre aux PME un accompagnement à la mise en œuvre et un suivi de l'efficacité des mesures.

10. Conclusion

MPW AG a exploité plusieurs potentiels. De nouvelles possibilités en matière d'approvisionnement propre en énergie et de gestion de l'énergie émergent en permanence, de même que de nouvelles connaissances sur la consommation en mode veille. À long terme, la problématique à résoudre est la suivante : « Que faire de l'électricité excédentaire ? ». Par ailleurs, la planification, la mise en œuvre, la surveillance et l'établissement de rapports sur les mesures conformément aux exigences des programmes d'encouragement requièrent de plus en plus de ressources internes, de même que, souvent, un accompagnement professionnel externe, en particulier pour les PME.

11. Prochaines étapes

L'entreprise MPWAG a quasiment atteint ses objectifs de décarbonation. La prochaine étape concerne la réalisation d'économies financières et une utilisation rationnelle de l'énergie. Pour ce faire, des analyses approfondies et la recherche d'offres concrètes permettant d'exploiter les potentiels identifiés sont requises. Les mesures mises en œuvre jusqu'à aujourd'hui ont rapidement porté leurs fruits sur le plan économique. Toutefois, souvent, seuls un suivi et une amélioration continus offrent la rentabilité escomptée sur le long terme.