

Rafraîchir avec le photovoltaïque

Installations techniques optionnelles
pour le bâtiment Minergie

Contenu

Le réchauffement climatique	3
La maison avant la technique	4
L'alimentation électrique	6
Études de cas	7
Maison individuelle à Rancate	9
Maison individuelle à Cugnasco	10
Maison individuelle à Cureggia	11
Immeuble d'habitation à Arbedo	12
Habiter et travailler à Claro	13
Plus d'infos	14

Impressum

Éditeur

Minergie Schweiz

Production

Texte et concept: Associazione
TicinoEnergia und SUPSI/ISAAC

Rédaction: Othmar Humm,
Faktor Journalisten AG, Zurich

Graphique: Christine Sidler,
Faktor Journalisten AG, Zurich

Traduction: Ilsegret Messerknecht,
Traductions spécialisées, Monthey

Photos: Ascona-Locarno Turismo,
Photo: Alessio Pizzicannella (page 7),
Anna Nizzola (page 10), Thomas
Lasikowski (page 11), Alessandro Fermo
(page 12)

Impression: Birkhäuser + GBC AG,
Reinach



Le réchauffement climatique

Les chaleurs de l'été 2018 ont été une source d'inconfort pour de nombreux habitants qui ont dû mettre en place des moyens pour rafraîchir leurs lieux de vie. Dans les bâtiments disposant d'une protection thermique estivale, les climatisations ne sont pas nécessaires. Toutefois, lorsque elles font défaut et que des systèmes de refroidissement actifs sont utilisés, les installations photovoltaïques fournissent avantageusement l'électricité pour la production de froid. Cette brochure présente des pistes pour un habitat confortable – et explique les différences qui existent entre le Tessin, la Suisse romande et la Suisse alémanique.

La maison avant la technique

La chaleur et l'électricité issues d'énergies renouvelables sont indispensables pour atteindre les objectifs d'efficacité fixés par la Confédération et les cantons. Les modèles de prescriptions énergétiques des cantons (MoPEC) exigent que les nouvelles constructions couvrent elles-mêmes une partie de leurs besoins en électricité. Même Minergie n'est pas réalisable sans la contribution d'énergies renouvelables. Le soleil produit de l'électricité et de la chaleur, mais contribue également à la surchauffe des maisons d'habitation et des postes de travail. Au Tessin, les risques d'inconfort dû aux températures élevées sont plus élevés que dans les autres cantons de Suisse. Lorsqu'un rafraîchissement doit être soutenu mécaniquement, il s'ensuit une hausse considérable de la consommation d'électricité. La corrélation entre la demande en électricité des systèmes de refroidissement et la production des installations PV est avantageuse. Lorsque les besoins de rafraîchissement augmentent, la production du PV aussi. Malgré cela la charge du réseau électrique peut augmenter en raison du rafraîchissement actif des maisons. «Il s'agit d'assurer en premier lieu un climat intérieur confortable grâce à diverses mesures de construction.» Cette phrase, tirée de la norme SIA 180 «Isolation thermique et protection contre l'humidité dans les bâtiments», fixe les mesures de construction pour une protection thermique estivale au moyen d'installations techniques de rafraîchissement. La norme SIA 180 pose des exigences à la protection thermique estivale et définit son justificatif. L'exigence de qualité des bâtiments se conforme aux techniques et exigences légales actuelles. Les bâtiments d'habitation ne sont pas systématiquement refroidis de façon mécanique, ceci n'étant plus nécessaire grâce à de bonnes solutions architecturales. Toutefois, la part croissante des vitres en façade, le degré de technisation accru des logements et le changement climatique parlent en défaveur de cet objectif.

Confort et efficacité

1. Confort thermique estival

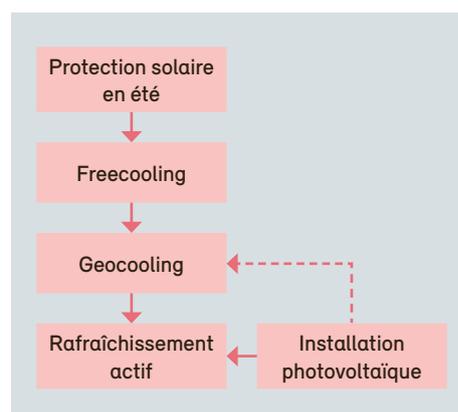
- Augmenter la masse thermique de la structure de base du bâtiment
- Réduire la part vitrée dans la façade
- Planifier les éléments fixes de la protection solaire: Loggias et balcons
- Intégrer une protection solaire mobile extérieure, commandée selon l'intensité du rayonnement solaire

2. Freecooling

Le terme «freecooling» regroupe toutes les mesures permettant de refroidir les bâtiments sans utiliser de machine de froid, p. ex. le rafraîchissement nocturne des pièces par des fenêtres ouvertes, éventuellement par entraînement motorisé.

3. Geocooling

Le geocooling utilise l'eau souterraine ou la chaleur terrestre (10 à 12 °C) pour refroidir les pièces. En règle générale, on utilise alors les installations déjà existantes telles que les sondes géothermiques. On n'utilisera donc pas une pompe à chaleur, mais uniquement un circulateur. L'extraction de la chaleur se fait, par exemple, par un chauffage de sol (risque de condensation sur la surface). Le geocooling sert également à régénérer le sous-sol dans les environs d'une sonde géothermique.



Les mesures agissant sans ou avec peu de consommation d'énergie sont à préférer à un rafraîchissement actif au moyen d'une machine de froid.

4. Rafraîchissement actif

Les machines frigorifiques et les pompes à chaleur, fonctionnant comme des machines de froid, sont des variantes pour un rafraîchissement actif. Un compresseur à entraînement électrique permettant le prélèvement de chaleur du local est intégré dans le circuit chaud-froid. La consommation d'électricité de ces solutions est beaucoup plus élevée que pour les alternatives mentionnées.

5. Installation photovoltaïque

L'électricité produite par une installation PV devrait être utilisée autant que possible pour l'autoconsommation. De plus, les rendements provenant de l'injection d'électricité solaire en été sont très faibles. La taille de l'installation PV s'oriente en fonction de la surface de la

portion de toit ensoleillée et les besoins en électricité.

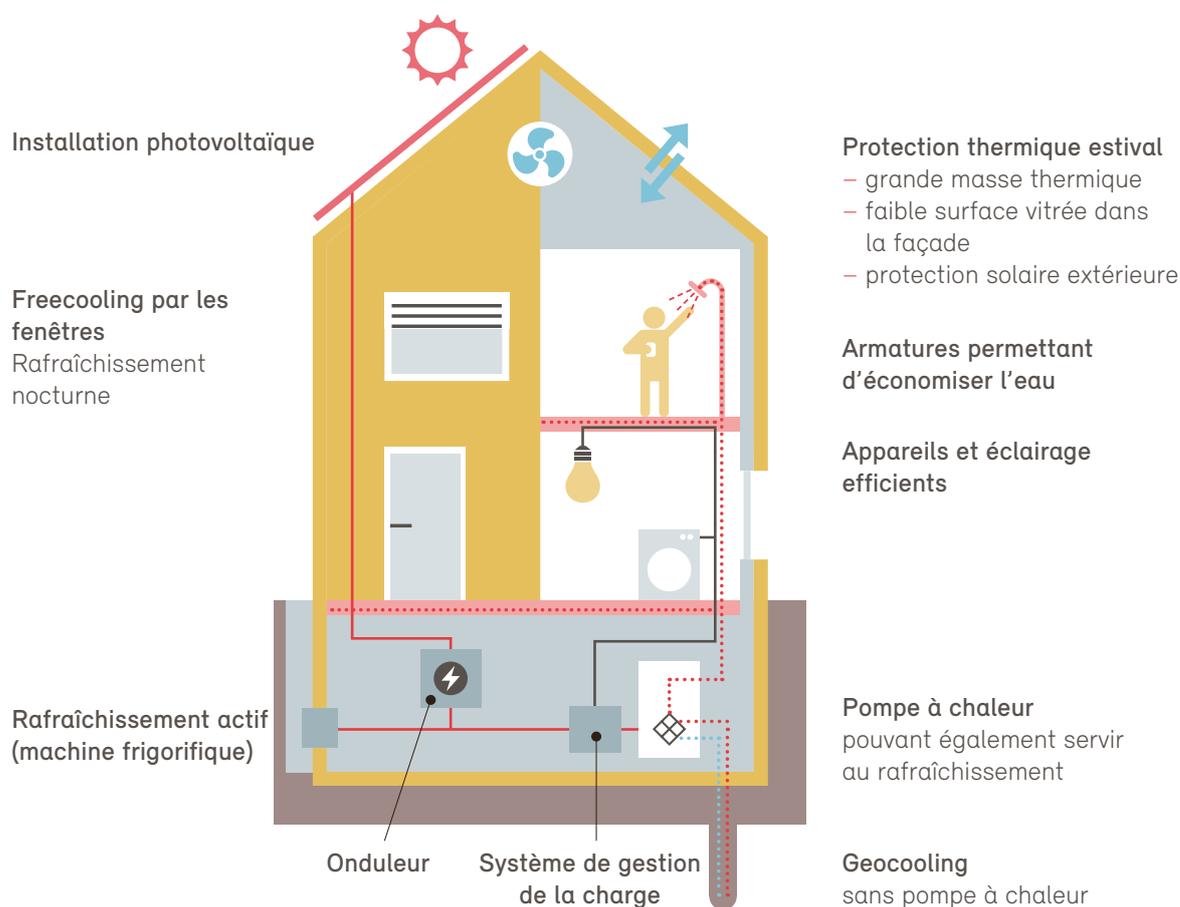
6. Gestion de la charge

Un système de gestion de charge s'avère très efficace pour augmenter l'autoconsommation. En différenciant les catégories de consommateurs d'électricité, à savoir les appareils commutables, les appareils non-commutables et les véhicules électriques, la charge du réseau interne peut être gérée selon la disponibilité du courant du PV.

7. Batteries

Les accumulateurs électriques tels que les batteries augmentent également l'autoconsommation. Ils ne sont toutefois pas toujours rentables. Leurs coûts sont définis en francs par kWh de capacité d'accumulation.

Rafrâchir avec le photovoltaïque dans un bâtiment Minergie



L'alimentation électrique

L'exploitation d'une machine frigorifique ou d'une pompe à chaleur réversible en mode commutable est très avantageuse. Cela permet de coordonner son fonctionnement avec une installation PV. Avec un accumulateur de froid ou la masse thermiquement activable du bâtiment, c'est encore plus avantageux.

On appelle **autoconsommation** (ou consommation propre) la part de la production d'électricité qui est utilisée sur place, sans injection dans le réseau électrique. Le stockage dans une batterie est considéré comme de l'autoconsommation.

Dans le schéma ci-dessous, les parts 1 et 2 sont considérées comme autoconsommation, contrairement à la part 3.

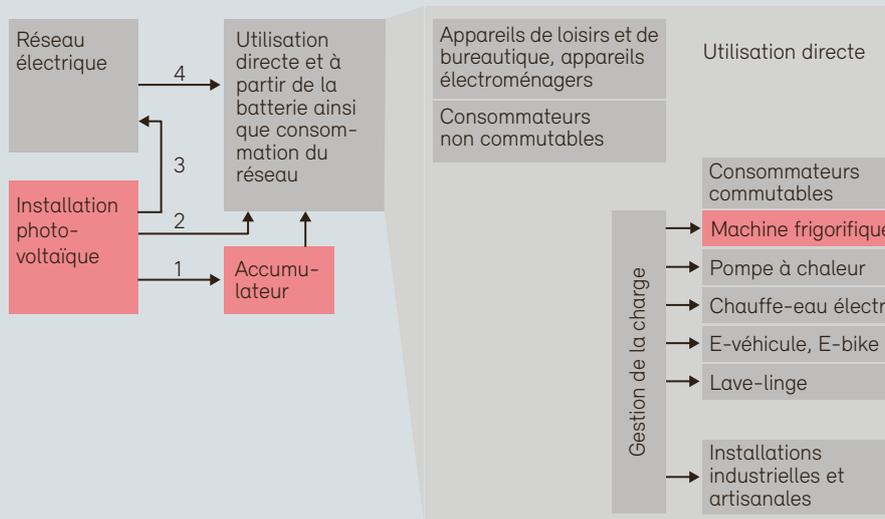
Le **degré d'autarcie** d'un bâtiment résulte du rapport entre l'autoconsommation et la consommation d'électricité totale: les parts 1 et 2 par rapport à la consommation totale représentée par les parts 1, 2 et 4.

Le **taux de couverture solaire** établit un rapport entre la production d'électricité solaire totale et la consommation totale: les parts 1, 2 et 3 par rapport aux parts 1, 2 et 4.

L'interaction est fondamentale

Dans une étude réalisée en 2008 déjà, l'Office fédéral de l'énergie prévoyait que, d'ici à 2030, Zurich présenterait un climat similaire à celui de Turin actuellement («Construire, quand le climat se réchauffe», Zurich 2008). À cet égard, les années 2003 et 2018 présentent de nouveaux chiffres record. Le rafraîchissement des bâtiments, tant résidentiels que non résidentiels, pourrait se généraliser largement sur la base de cette évolution. Les exigences concernant la protection solaire estivale pourraient se renforcer en conséquence. S'il fallait recourir à des machines frigorifiques, d'autres mesures n'atteignant pas les objectifs, l'électricité nécessaire devrait provenir de sources renouvelables. Cette brochure présente avant tout les interactions entre l'installation photovoltaïque, le rafraîchissement mécanique, la gestion de la charge et la batterie.

Parts de la consommation d'électricité



Les interactions entre l'installation PV, la machine frigorifique, la gestion de la charge et la batterie. La partie droite du graphique se rapporte à l'utilisation directe de l'électricité solaire dans un bâtiment.

Études de cas

Les études de cas présentés dans les pages suivantes montrent cinq bâtiments avec une combinaison de rafraîchissement actif et d'installation photovoltaïque. Ces bâtiments sont tous situés dans le canton du Tessin, donc dans la région climatique 12. Ils sont certifiés selon le standard Minergie basé sur le MoPEC 2008. Le Tessin présente un risque de surchauffe des bâtiments plus élevé que dans les cantons au nord des Alpes. Deux de ces cas ont été complétés à des fins de comparaison avec des données de deux autres régions climatiques: Zurich, région climatique 3, avec des hivers plus froids et des étés plus tempérés qu'au Tessin et Montana, région climatique 10, avec des températures hivernales très basses et estivales moins élevées, mais avec un ensoleillement annuel plus important qu'au Tessin. Les trois maisons individuelles sont situées à Rancate, Cugnasco et Cureggia, les deux immeubles d'habitation à Arbedo et Claro, dont l'un avec des bureaux au rez-de-chaussée. Tous ces exemples ont en commun un rafraîchissement actif avec une plus grande consommation d'électricité du réseau réduisant simultanément une réinjection d'électricité solaire dans le réseau. Les besoins pour le rafraîchissement et la production d'électricité solaire sont certes largement corrélés, mais il s'ensuit souvent un besoin résiduel non couvert par l'installation PV. L'autoconsommation et le degré d'autarcie sont augmentés par le rafraîchissement (en raison de la corrélation mentionnée entre production d'électricité solaire et profil de rafraîchissement).

Batteries électriques

Les études de cas ont permis de simuler l'utilisation de batteries électriques en complément aux installations techniques. La taille de ces accumulateurs dépend des avantages énergétiques qui en découlent: une autoconsommation accrue,

une injection dans le réseau réduite, mais pas de grands accumulateurs.

Un critère important de la capacité d'accumulation réside également dans sa rentabilité; avec les hypothèses suivantes:

- Coûts d'investissement pour les batteries en 2025: 380 Fr. par kWh
- Coût de la consommation de l'électricité: 0.20 Fr. par kWh
- Rétribution pour l'injection dans le réseau: 0.06 Fr. par kWh
- Durée de fonctionnement de la batterie: 15 ans
- Coûts d'investissement pour l'installation PV: 3500 Fr. par kWp
- Durée de fonctionnement de l'installation PV: 25 ans

Cette liste montre clairement les critères déterminants pour la rentabilité d'une batterie. Il est également intéressant de constater que l'optimisation tant énergétique qu'économique a amené à un choix identique de taille de batterie, et ceci dans les cinq exemples. Pour ces calculs également, l'outil informatique «PVopti» a été d'une grande utilité.

Piazza Giuseppe Motta
à Ascona.



Principales conclusions

Un type de construction adéquat, comme une enveloppe du bâtiment très bien isolée, une protection solaire estivale conséquente et des installations technique efficaces, assurent un confort élevé en été. La question de la pertinence d'une installation d'un rafraîchissement active liée à une installation PV et à une batterie électrique ne se pose que dans un deuxième temps. Dans ce contexte, le rafraîchissement actif au moyen du geocooling, voire avec une machine frigorifique, représente l'ultime mesure pour garantir le confort.

Une comparaison des cinq bâtiments montre des similitudes et des différences intéressantes:

- L'installation d'un système de refroidissement augmente l'autoconsommation et le degré d'autarcie d'un bâtiment, mais entraîne néanmoins une consommation d'électricité plus élevée du réseau.
- Les besoins en énergie pour le rafraîchissement sont couverts de 39 à 74 % par l'autoproduction d'électricité simultanée (sans batterie). Avec une batterie cette quote-part d'autoproduction peut encore être augmentée.

- Les accumulateurs d'électricité permettent une part d'autoproduction plus élevée ainsi qu'un plus grand degré d'autarcie. En même temps, cela réduit l'injection et la consommation d'électricité du réseau.
- A moyen terme, cela signifie que les coûts d'installations d'une batterie peuvent être amortis d'ici à 2025.
- Pour la planification d'un bâtiment assurant des températures intérieures confortables, même pendant les périodes de canicule, il est indispensable de planifier l'installation PV et la batterie en fonction des conditions climatiques du site choisi. Il est également important de ne pas mettre en avant les bilans annuels mais de réaliser la planification sur la base de la différenciation saisonnière du rendement PV, de l'accumulation et de l'autoconsommation.
- Minergie autorise le rafraîchissement actif des bâtiments pour autant que l'efficacité énergétique du bâtiment soit augmentée avec des mesures appropriées.
- Les besoins en énergie pour le rafraîchissement sont à documenter dans le justificatif pour la certification et à prendre en compte dans le calcul des besoins énergétiques globaux pondérés.

5 bâtiments au Tessin – comparaison des bilans de l'électricité

Site	Rancate	Cugnasco	Cureggia	Arbedo	Claro
Catégorie de bâtiment	Maison individuelle	Maison individuelle	Maison individuelle	Immeuble d'habitation	Immeuble d'habitation + bureaux
Chauffage	100% pompe à chaleur air-eau	100% pompe à chaleur air-eau	100% PAC saumure-eau	100% PAC saumure-eau	100% PAC saumure-eau
Technique de rafraîchissement	PAC air-eau réversible	PAC air-eau réversible	Geocooling	Geocooling	Geocooling
Besoin de rafraîchissement	3,5 kWh/(m ² a)	2,8 kWh/(m ² a)	1,3 kWh/(m ² a)	0,65 kWh/(m ² a)	3,9 kWh/(m ² a)
Rendement PV (m² SRE)*	26,9 kWh/(m ² a)	33,5 kWh/(m ² a)	57,0 kWh/(m ² a)	26,8 kWh/(m ² a)	32,6 kWh/(m ² a)
Capacité de la batterie	10 kWh	10 kWh	5 kWh	30 kWh	20 kWh
Taux de couverture du besoin pour le rafraîchissement par le rendement PV**	39 %	72 %	74 %	71 %	67 %

* SRE: surface de référence énergétique

** Calcul sur une base horaire avec l'outil PVopti

Maison individuelle à Rancate

Cette nouvelle maison individuelle dispose d'une capacité thermique importante du fait de sa construction massive. Les stores à lamelles à l'extérieur, avec une valeur g inférieure à 0,1, sont commandés automatiquement par un capteur de rayonnement. Le bâtiment peut être refroidi la nuit par les fenêtres. La pompe à chaleur air-eau fait également office de machine frigorifique. En complément à l'installation PV, il vaudrait la peine d'intégrer une batterie électrique avec 10 kWh.



Comparaison des variantes

Comparés au même bâtiment sans rafraîchissement actif, la part d'autoconsommation est supérieure de 6 points de pourcentage, et le degré d'autarcie de 2 points. Le rafraîchissement permet de réduire l'injection d'électricité de 410 kWh. La consommation d'électricité du réseau est toutefois supérieure de 650 kWh. 39% de l'augmentation de la consommation due au système de refroidissement sont couverts par l'électricité autoproduite (sans batterie). À l'avenir, il vaudra la peine d'installer un accumulateur électrique.

Comparaison des sites

Le bilan énergétique du bâtiment a été simulé avec les données climatiques de Zurich et Montana. À Zurich, le même bâtiment a présenterait une consommation plus élevée (bien qu'avec des besoins pour le rafraîchissement plus faibles) et un rendement PV réduit. Comparée au site de Rancate, la consommation globale plus élevée justifie une augmentation de l'autoconsommation et la réduction de l'autarcie. Un accumulateur électrique, optimisé énergétiquement et économiquement serait plus petit à Zurich qu'à Rancate. La consommation globale du même bâtiment à Montana est plus élevée qu'à Rancate, mais la part d'autoconsommation et le degré d'autarcie sont toutefois comparables en raison du rendement de l'installation PV plus élevé à Montana. Une batterie de 10 kWh peut s'avérer judicieuse à Montana.

Bâtiment TI-048-A (certifié avant 2017)	
SRE	304,3 m ²
Chauffage	100 % pompe à chaleur air-eau
Eau chaude sanitaire (ECS)	33 % pompe à chaleur air-eau 67 % capteurs solaires thermiques
Rafraîchissement	100 % pompe à chaleur air-eau
Installation PV	7,85 kWp de puissance installée

Données énergétiques	Site		
	Rancate	Zurich	Montana
Besoins de chaleur pour le chauffage Q_n	31,5 kWh/(m ² a)	44,8 kWh/(m ² a)	38,7 kWh/(m ² a)
Besoins de chaleur pour ECS Q_{ww}^*	13,9 kWh/(m ² a)		
Besoins énergétiques pour la ventilation $Q_{e,v}$	2,8 kWh/(m ² a)		
Besoins pour le rafraîchissement $Q_{e,c}$	3,5 kWh/(m ² a)	2,4 kWh/(m ² a)	1,7 kWh/(m ² a)
Rendement PV total	8190 kWh	6720 kWh	8423 kWh
Rendement PV par m ² SRE	26,9 kWh/(m ² a)	22,1 kWh/(m ² a)	27,7 kWh/(m ² a)
Technique du bâtiment en général	1,44 kWh/(m ² a)		
Appareils*	12,5 kWh/(m ² a)		
Éclairage*	5,5 kWh/(m ² a)		

* Valeur standard

Comparaison des sites						
Mesure	Rancate		Zurich		Montana	
	Rafraîchissement	Avec batterie 10 kWh	Rafraîchissement	Avec batterie 5 kWh	Rafraîchissement	Avec batterie 10 kWh
Part d'autoconsommation	29 %	60 %	31 %	48 %	28 %	57 %
Taux de couverture pour refroidissement par PV	39 %	–	39 %	–	38 %	–
Degré d'autarcie	21 %	44 %	19 %	30 %	22 %	47 %
Consommation d'énergie par an	8138 kWh	5880 kWh	9023 kWh	7898 kWh	8356 kWh	5876 kWh

Maison individuelle à Cugnasco

Ce qu'on ne constate pas au premier abord: cette maison individuelle est une nouvelle construction en bois avec, de ce fait, une masse thermique moyenne. La capacité d'accumulation de la structure de base pourrait être améliorée par l'intégration de chapes en ciment. De plus, la maison dispose d'une protection solaire estivale exemplaire: des stores à lamelles extérieurs avec une valeur g inférieure à 0,1 commandés automatiquement par un capteur de rayonnement. Un rafraîchissement nocturne par les fenêtres est également possible. Le chauffage et le rafraîchissement fonctionnent grâce à une pompe à chaleur air-eau. L'intégration d'une batterie de 10 kWh pour le stockage de l'électricité solaire issue de l'installation PV est judicieuse.



Bâtiment TI-111-P (certifié avant 2017)

SRE	197 m ²
Chauffage	100 % PAC air-eau
Eau chaude sanitaire (ECS)	100 % PAC air-eau
Rafraîchissement	100 % PAC air-eau
Installation PV	6 kWp de puissance installée

Comparaison des variantes

Comparés au même bâtiment sans rafraîchissement actif, les parts d'autoconsommation sont supérieures de 6 points de pourcentage, et le degré d'autarcie de 4 points. Le rafraîchissement réduit l'injection d'électricité dans le réseau de 400 kWh. Par contre, il implique une augmentation de la consommation de 150 kWh. 72% de l'augmentation de la consommation due au système de refroidissement sont couverts par l'électricité autoproduite (sans batterie). À l'avenir, il vaudra la peine d'installer un accumulateur électrique. L'installation d'une batterie présente les effets positifs suivants:

- Augmentation de 28 à 63% de la part d'autoconsommation
- Augmentation de 27 à 62% du degré d'autarcie
- Réduction de 53% de l'injection d'électricité dans le réseau
- Réduction de 46% du consommation de l'électricité à partir du réseau

Commentaire

Une réduction de la consommation grâce à une très bonne enveloppe du bâtiment et des installations techniques efficaces permet de réduire la consommation

Données énergétiques

Besoins de chaleur pour le chauffage Q_h	17,5 kWh/(m ² a)
Besoins de chaleur pour ECS Q_{ww} *	13,9 kWh/(m ² a)
Besoins énergétiques pour la ventilation $Q_{e,v}$	4,6 kWh/(m ² a)
Besoins pour le rafraîchissement $Q_{e,c}$	2,8 kWh/(m ² a)
Rendement PV	6600 kWh ou 33,5 kWh/(m ² a)
Technique du bâtiment en général	1,6 kWh/(m ² a)
Appareils*	12,5 kWh/(m ² a)
Éclairage*	5,5 kWh/(m ² a)

* Valeur standard

Comparaison des variantes: avec ou sans batterie

Rafraîchissement	Sans batterie	Avec batterie 10 kWh
Part d'autoconsommation	28 %	63 %
Taux de couverture du besoin pour le rafraîchissement par le rendement PV	72 %	-
Degré d'autarcie	27 %	62 %
Consommation d'énergie par an	4959 kWh	657 kWh

d'énergie du réseau et ainsi d'atteindre une part élevée d'autoconsommation et de degré d'autarcie avec une batterie en moyenne assez grande pour un bâtiment d'habitation. L'installation d'une batterie de 10 kWh, permettant une part d'autoconsommation et un degré d'autarcie supérieurs à 60 %, est judicieuse.

Maison individuelle à Cureggia

Cette maison individuelle complètement rénovée dispose d'une masse thermique importante en raison de sa construction massive. Les stores à lamelles orientables à l'extérieur, avec une valeur g inférieure à 0,1, sont commandés automatiquement par un capteur de rayonnement. Le rafraîchissement nocturne par les fenêtres est possible. La sonde géothermique dédiée au chauffage est également utilisée pour le rafraîchissement (geocooling via le chauffage au sol).



Comparaison des variantes

Comparés à la même maison sans rafraîchissement, la part d'autoconsommation et le degré d'autarcie sont supérieurs de 2 points de pourcentage. Le rafraîchissement permet de réduire l'injection d'électricité de 150 kWh, or la consommation d'électricité à partir du réseau est alors légèrement supérieur de 50 kWh. 74 % de l'augmentation de la consommation due au système de refroidissement sont couverts par l'électricité autoproduite. À l'avenir, il vaudra la peine d'installer une batterie de 5 kWh.

Comparaison des sites

Le bâtiment a été comparé avec les autres sites. À Zurich, le bâtiment présente une consommation globale augmentée, bien qu'il en résulte des besoins pour le rafraîchissement et un rendement PV plus faibles. Comparée à Cureggia, la consommation globale plus élevée justifie une augmentation de l'autoconsommation et la réduction de l'autarcie. Comparé à Montana, la consommation globale est plus élevée qu'à Cureggia et Zurich; la part d'autoconsommation et le degré d'autarcie sont toutefois supérieurs, ce qui diminue la consommation d'électricité. Ceci peut s'expliquer par le rendement de l'installation PV plus élevé. Il est judicieux d'étendre l'installation PV afin d'améliorer l'autarcie du bâtiment. De plus, l'intégration d'une batterie de capacité supérieure qu'à Cureggia ou à Zurich est envisageable.

Bâtiment TI-045-A (certifié avant 2017)	
SRE	156 m ²
Chauffage	100% PAC saumure-eau
Eau chaude sanitaire (ECS)	31% PAC saumure-eau 69% Capteurs solaires thermiques
Rafraîchissement	100% Geocooling
Installation PV	8,7 kWp de puissance installée

Données énergétiques	Site		
	Cureggia	Zurich	Montana
Besoins de chaleur pour le chauffage Q_h	66,9 kWh/(m ² a)	101 kWh/(m ² a)	109,9 kWh/(m ² a)
Besoins de chaleur pour ECS Q_{ww}^*	13,9 kWh/(m ² a)		
Besoins énergétiques pour la ventilation Q_{eV}	5,87 kWh/(m ² a)		
Besoins pour le rafraîchissement Q_{eC}	1,3 kWh/(m ² a)	0,9 kWh/(m ² a)	0,6 kWh/(m ² a)
Rendement PV total	8893 kWh	7496 kWh	9622 kWh
Rendement PV par m ² SRE	57,0 kWh/(m ² a)	48,1 kWh/(m ² a)	61,7 kWh/(m ² a)
Technique du bâtiment en général	2,11 kWh/(m ² a)		
Appareils*	12,5 kWh/(m ² a)		
Éclairage*	5,5 kWh/(m ² a)		

* Valeur standard

Comparaison des sites						
Mesure	Cureggia		Zurich		Montana	
	Rafraîchissement	Avec batterie 5 kWh	Rafraîchissement	Avec batterie 5 kWh	Rafraîchissement	Avec batterie 10 kWh
Part d'autoconsommation	17%	31%	19%	34%	17%	44%
Taux de couverture pour refroidissement par PV	74%	–	42%	–	42%	–
Degré d'autarcie	23%	44%	20%	38%	23%	60%
Consommation d'énergie par an	5236 kWh	3871 kWh	5830 kWh	4605 kWh	5729 kWh	3109 kWh

Immeuble d'habitation à Arbedo

Cet immeuble d'habitation situé à Arbedo est une nouvelle construction massive. Il dispose donc d'une capacité thermique importante. Les stores à lamelles orientables avec une valeur g inférieure à 0,1 sont commandés automatiquement par voie électrique en fonction du degré d'ensoleillement (capteur). Un rafraîchissement nocturne par les fenêtres est possible. Cet immeuble est chauffé par une pompe à chaleur raccordé à des sondes géothermiques. Celles-ci sont utilisées en direct pour le rafraîchissement. L'installation d'une batterie de 30 kWh est recommandée.

Comparaison des variantes

Comparée à la même maison sans rafraîchissement, la part d'autoconsommation est augmentée de 2 points de pourcentage, et le degré d'autarcie de 1 point, ceci en raison du rafraîchissement qui permet de réduire l'injection d'électricité de 500 kWh, la consommation d'électricité à partir du réseau est alors légèrement supérieur de 200 kWh.

71% de l'augmentation de la consommation due au système de refroidissement sont couverts par l'électricité autoproduite (sans batterie). L'installation d'une batterie présente les effets positifs suivants:

- Augmentation de 28 à 63% de la part d'autoconsommation
- Augmentation de 27 à 62% du degré d'autarcie
- Réduction de 54% de l'injection d'électricité dans le réseau
- Réduction de 46% de la consommation de l'électricité à partir du réseau

Commentaire

Dans le cas d'une surface de toiture relativement grande par rapport au volume du bâtiment, le potentiel d'utilisation de l'installation photovoltaïque est intéressant. Les immeubles d'habitation équipés de systèmes de chauffage et de refroidissement efficaces offrent, en raison de la taille du bâtiment, la possibilité d'installer de plus grands accumulateurs électriques.



Bâtiment TI-047-A (certifié avant 2017)

SRE	1102 m ²
Chauffage	100 % PAC saumure-eau
Eau chaude sanitaire (ECS)	100 % PAC saumure-eau
Rafraîchissement	Geocooling
Installation PV	29,25 kWp de puissance installée

Données énergétiques

Besoins de chaleur pour le chauffage Q_h	21,4 kWh/(m ² a)
Besoins de chaleur pour ECS Q_{ww} *	20,8 kWh/(m ² a)
Besoins énergétiques pour la ventilation $Q_{e,v}$	4,9 kWh/(m ² a)
Besoins pour le rafraîchissement $Q_{e,c}$	0,65 kWh/(m ² a)
Rendement PV	29 513 kWh ou 26,8 kWh/(m ² a)
Technique du bâtiment en général	4,1 kWh/(m ² a)
Appareils*	15,5 kWh/(m ² a)
Éclairage*	5,5 kWh/(m ² a)

* Valeur standard

Comparaison des variantes: avec ou sans batterie

	Sans batterie	Avec batterie (30 kWh)
Rafraîchissement		
Part d'autoconsommation	35 %	57 %
Taux de couverture du besoin pour le rafraîchissement par le rendement PV	71 %	-
Degré d'autarcie	25 %	41 %
Consommation d'énergie par an	34 738 kWh	27 643 kWh

Habiter et travailler à Claro

Cette nouvelle construction massive à Claro comprend deux tiers d'appartements et un tiers de bureaux. Ces appartements peuvent être refroidis la nuit par les fenêtres. Seules les pièces abritant les bureaux sont rafraîchies au moyen d'une pompe à chaleur air-eau. Cette installation est également dédiée au chauffage de l'ensemble de la maison. Toutes les pièces sont équipées de stores à lamelles extérieurs avec une valeur g inférieure à 0,1, commandés automatiquement par des capteurs. L'installation PV a été complétée par une batterie de 20 kWh pour la simulation.

Comparaison des variantes

Comparée à un bâtiment sans rafraîchissement, le rafraîchissement augmente la part d'autoconsommation de 8 points de pourcentage, et le degré d'autarcie de 3 points. Le rafraîchissement réduit l'injection d'électricité dans le réseau de 2000 kWh. Par contre, il implique une augmentation de la consommation de 4786 kWh. 67% de l'augmentation de la consommation due au système de refroidissement sont couverts par l'électricité autoproduite (sans batterie). À l'avenir, il vaudra la peine d'installer un accumulateur électrique de 20 kWh. Ceci présente les effets positifs suivants:

- Augmentation de 45 à 65% de la part d'autoconsommation
- Augmentation de 34 à 50% du degré d'autarcie
- Réduction de 40% de l'injection d'électricité dans le réseau
- Réduction de 23% de la consommation de l'électricité à partir du réseau

Commentaire

Le bâtiment se distingue par une utilisation mixte. La partie bureau et sa climatisation augmentent la consommation d'électricité du réseau. Les locaux étant principalement occupés la journée. La part d'autoconsommation est déjà élevée et pourrait être augmentée, tout comme le degré d'autarcie, par une batterie.



Bâtiment TI-132-A (certifié avant 2017)

SRE	747 m ² (habitation: 511 m ² , administration: 236 m ²)
Chauffage	100% PAC saumure-eau
Eau chaude sanitaire (ECS)	100% PAC saumure-eau
Rafraîchissement	Geocooling
Installation PV	23 kWp de puissance installée

Données énergétiques

Besoins de chaleur pour le chauffage Q_h	20,4 kWh/(m ² a)
Besoins de chaleur pour ECS Q_{ww} *	16,4 kWh/(m ² a)
Besoins énergétiques pour la ventilation $Q_{e,v}$	0,64 kWh/(m ² a)
Besoins pour le rafraîchissement $Q_{e,c}$	3,9 kWh/(m ² a)
Rendement PV	24380 kWh ou 32,6 kWh/(m ² a)
Technique du bâtiment en général	1,7 kWh/(m ² a)
Appareils*	20,8 kWh/(m ² a)
Éclairage*	6,6 kWh/(m ² a)

* Valeur standard

Comparaison des variantes: avec ou sans batterie

Rafraîchissement	Sans batterie	Avec batterie (20 kWh)
Part d'autoconsommation	45%	65%
Taux de couverture du besoin pour le rafraîchissement par le rendement PV	67%	-
Degré d'autarcie	34%	50%
Consommation d'énergie par an	20927 kWh	16141 kWh

Plus d'infos

Minergie Suisse

Depuis 1998, Minergie est le label suisse dédié au confort des bâtiments, à l'efficacité énergétique et au maintien de la valeur du patrimoine immobilier. Vous trouverez plus d'informations et des brochures sur les labels de construction et les produits complémentaires de Minergie sur www.minergie.ch.

Minergie Suisse
Bäumleingasse 22
4051 Bâle
061 205 25 50
info@minergie.ch
www.minergie.ch

Miser sur la compétence

Les partenaires spécialistes Minergie soutiennent les maîtres d'ouvrage et les investisseurs lors de la réalisation de projets Minergie. Ce sont des entreprises actives au niveau de la planification ou de l'exécution dans le domaine de la construction et qui ont suivi une formation de base avec des cas pratiques ou qui sont en mesure de justifier avoir conçu ou rénové au moins deux bâtiments selon les exigences du label Minergie. L'association Minergie offre à ses partenaires spécialistes différents cours de perfectionnement. Ces cours ainsi que tous les partenaires spécialisés sont répertoriés sur www.minergie.ch.

Publications spécialisées

Énergie solaire – Installations solaires dans les bâtiments Minergie.
Téléchargement sous www.minergie.ch
→ Publications

Protection thermique estivale pour les logements. Téléchargement sous www.minergie.ch → Publications

Production efficiente de froid – Office fédéral de l'énergie OFEN. Télécharger sous www.bfe.admin.ch → Actualités et médias
→ Publications

Sites Internet

www.ticinoenergia.ch
www.supsi.ch/isaac

Minergie Suisse

Bäumleingasse 22
4051 Bâle

061 205 25 50
info@minergie.ch

Agence romande Minergie

Avenue de Pratifori 24C
1950 Sion

027 205 70 10
romandie@minergie.ch

www.minergie.ch

Avec le soutien de



Leadingpartner Minergie

Partenaire de publication



always the
best climate



ticino * energia