MINERGIE®
SAVOIR-FAIRE

Mieux planifier, mieux construire

Optimiser avec Minergie

Contenu

Aperçu en un coup d'œil	4
Les exigences	6
Planification intégrale	7
Minimiser ou maximiser?	8
Trois champs d'optimisation	9
Optimisation des besoins de chaleur	10
Optimisation des besoins en électricité	12
Optimisation autoproduction d'électricité	14
Le calcul	16
Exploitation optimale	18
Qualité dans le processus de construction	19
Rénovation avec système	20
Plus d'infos	22

Impressum

Éditeur
Association Minergie

Production
Texte: Christine Sidler, Othmar Humm, Faktor Journalisten AG, Zurich
Graphique: Christine Sidler, Faktor Journalisten AG, Zurich
Photos: Caspar Martig (Page 7), Leonardo Finotti (Page 13), Claudio Fornito (Page 17), Pino Brioschi (Page 21)
Impression: Birkhäuser + GBC AG, Reinach

Photo de couverture: Daniel Swarovski Corporation, Männedorf, ZH-3100 (Photo: HGEsch Photography).

PERFORMANCE myclimate neutral Drucksache
No. 01-17-940006 – www.myclimate.org
© myclimate – The Climate Protection Partnership

FSC www.fsc.org RECYCLED Papier aus Recyclingmaterial FSC® C018119

Mieux planifier, mieux construire

Minergie est surtout connu comme standard de construction pour des maisons confortables et efficientes sur le plan énergétique. Mais le bilan énergétique d'un projet selon Minergie propose aussi une méthode simple d'optimisation des besoins en énergie – sans compromis en matière de confort et de valorisation du bien immobilier. Le processus de planification permet d'identifier les nombreuses solutions à la disposition des maîtres d'ouvrage, planificateurs et architectes pour mettre en œuvre cette construction exemplaire. Cette brochure désigne les instruments de réglage pertinents et les illustrent à l'aide d'exemples.

Aperçu en un coup d'œil

Minergie est un label de qualité pour les nouvelles constructions et les rénovations qui comprend toutes les catégories de bâtiments. Il a pour objectifs un confort d'habitat et de travail optimal, une faible consommation de chaleur et d'électricité et un maintien de la valeur de la maison à long terme, en se concentrant sur une enveloppe du bâtiment de haute qualité, un renouvellement automatique de l'air et un approvisionnement en énergies renouvelables.

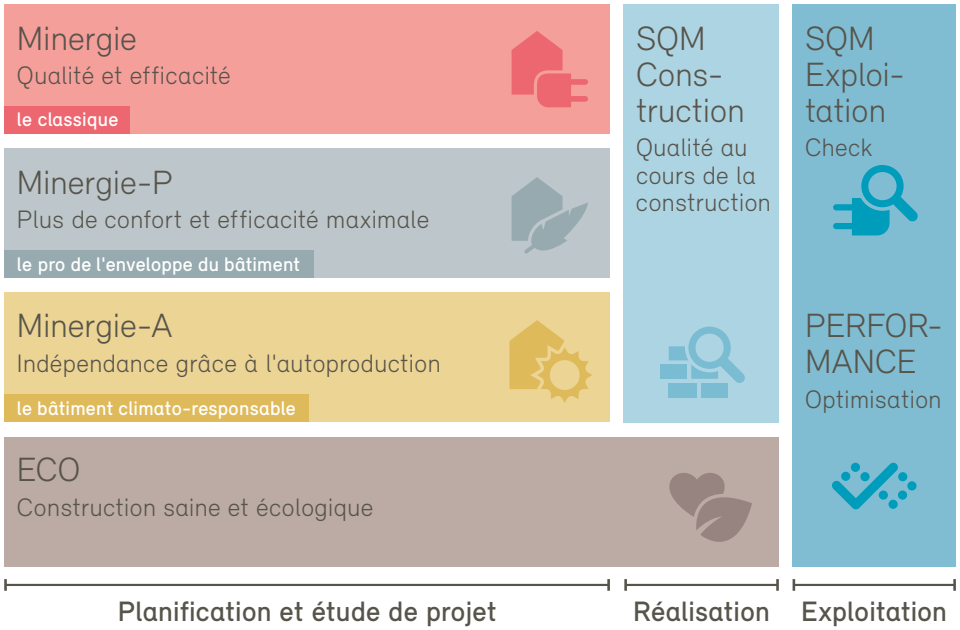
Le label comprend les trois standards Minergie, Minergie-P et Minergie-A, ainsi que le complément ECO. Minergie-P désigne les bâtiments à très basse consommation d'énergie et Minergie-A les bâtiments à énergie positive. Le complément ECO peut être combiné à tous les standards et qualifie les bâtiments dans lesquels les aspects liés à la santé et à l'écologie de la construction sont pris en compte. Minergie couvre ainsi des critères importants de la construction durable: confort, maintien de la valeur du bâtiment, efficacité énergétique, écologie de la construction et santé. Les produits complémentaires SQM et PERFORMANCE garantissent la qualité lors de la construction et de l'exploitation. Le label est destiné aux constructions conventionnelles comme aux plus innovantes.

Bilan énergétique global

Le Modèle de prescriptions énergétiques des cantons (MoPEC 2014) ont repris en grande partie les anciennes exigences de Minergie. Minergie définit des exigences énergétiques de 20 à 50 % plus strictes selon les labels et va également plus loin sur d'autres points (par exemple avec l'interdiction des énergies fossiles, le monitoring, la ventilation mécanique contrôlée ou la protection thermique). Par ailleurs, Minergie étend les limites du système: outre la consommation destinée au chauffage, à l'eau chaude, à la ventilation et à la climatisation, Minergie prend également en compte les besoins pour

Minergie se base sur le MoPEC 2014

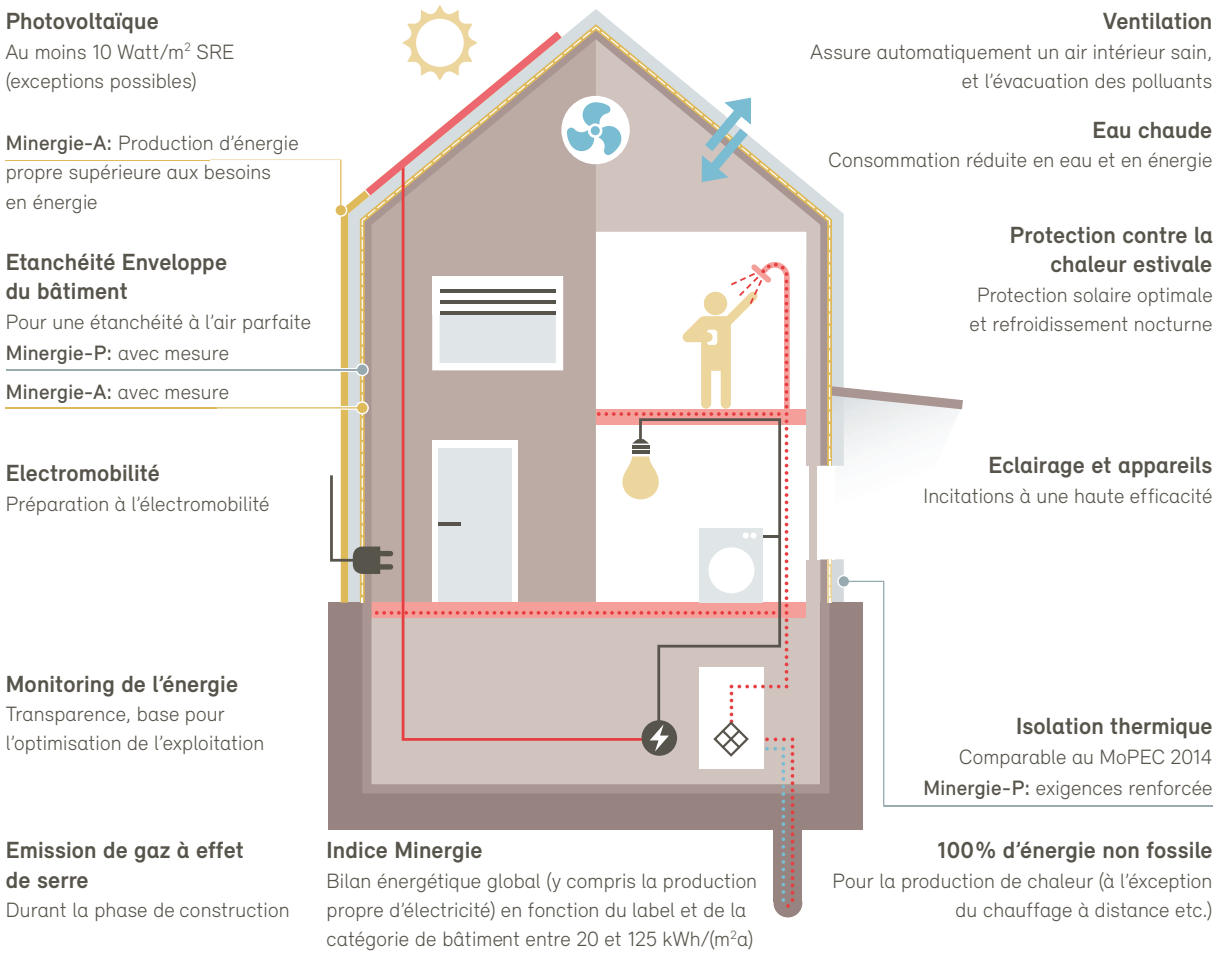
Minergie	Minergie évalue en outre le besoin pour l'électricité du ménage ou générale, ainsi que l'autoproduction (nouvelle construction). Font également partie du justificatif l'étanchéité à l'air, la protection solaire en été et le monitoring.
Constr. traditionnelle MoPEC 2014	Éclairage dans les grands bâtiments administratifs selon SIA 387/4
	Autoproduction d'électricité ou taxe de compensation (impossible chez Minergie)
	Besoins en énergie finale pondérée pour le chauffage, l'eau chaude, la ventilation et la climatisation
	Besoins de chaleur selon SIA 380/1



l'éclairage, les appareils et les installations techniques générales. Ce besoin total pondéré en énergie est calculé grâce à l'indice Minergie.

Minergie en contexte

Certificat énergétique cantonal des bâtiments (CECB): Minergie se combine parfaitement avec d'autres systèmes d'évaluation énergétique du bâtiment, comme le CECB par exemple. Cependant, les bâtiments dotés d'un bon classement CECB ne présentent pas toujours la qualité Minergie.
CECB Plus: Les conseils obtenus dans le cadre de CECB Plus constituent une bonne préparation pour les rénovations Minergie: Un bâtiment ayant obtenu de bonnes évaluations en matière d'énergie, de confort et de maintien de sa valeur peut être certifié Minergie. À l'inverse, le résultat avec un modèle de rénovation Minergie peut être un bon classement CECB.
SNBS: Le standard Construction durable Suisse (SNBS) permet également d'exploiter des synergies. Une double certification des bâtiments peut être obtenue de manière simple et est financièrement intéressante pour les requérants. Le justificatif Minergie-ECO possède les mêmes critères que SNBS en ce qui concerne l'énergie, l'écologie de la construction et la santé.
Site 2000 watts: Les bâtiments Minergie et surtout Minergie-A et Minergie-P sont parfaits pour servir de base à un site 2000 watts. Ils garantissent le respect des exigences élevées en matière d'efficacité énergétique et simplifient la certification Site 2000 watts.



Exigences pour les rénovations à la page 6

Les exigences

L'indice Minergie est la principale exigence pour l'évaluation de la qualité énergétique d'un bâtiment. Il fixe la limite pour le besoin total pondéré en énergie pour le chauffage, l'eau chaude, la ventilation, la climatisation, l'éclairage, les appareils et les installations techniques générales. L'électricité produite par la maison peut être déduite. L'indice Minergie dépend de la catégorie du bâtiment et fait également la distinction entre nouvelle construction et rénovation. Des exigences supplémentaires relatives aux besoins de chaleur pour le chauffage et aux besoins en énergie finale conformément à MoPEC 2014 garantissent que les exigences ne soient pas satisfaites par une seule mesure, p. ex. une très grande installation PV.

Besoins de chaleur pour le chauffage: exigence selon MoPEC 2014.

Besoins pondérés en énergie finale pour la chaleur: pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire, la ventilation et la climatisation (définition selon MoPEC 2014), sans l'autoproduction d'électricité.

Autoproduction d'électricité: Les nouvelles constructions doivent produire elles-mêmes une partie de leur électricité. Les constructions Minergie et Minergie-P n'y sont pas contraintes si l'indice Minergie calculé du bâtiment est inférieur de 5 kWh/m² à l'exigence Minergie. La consommation propre peut être déduite de l'indice Minergie, l'électricité injectée dans le réseau peut l'être de 40 %.

Ventilation: De l'air frais doit être automatiquement amené à l'intérieur en quantité suffisante. Cela permet également de récupérer la chaleur de l'air vicié, de protéger du bruit extérieur, de filtrer les pollens, etc.

Éclairage et appareils: Un justificatif d'éclairage selon la norme SIA 387/4 est nécessaire pour les grands bâtiments non résidentiels. Pour les bâtiments d'habitation, il existe des incitations à l'efficacité pour l'éclairage et les appareils.

Monitoring énergétique: obligatoire pour tous les bâtiments avec une SRE supérieure à 2000 m² (bâtiments Minergie-A inférieurs à 2000 m² sans mesure de chaleur).

Énergie renouvelable à 100 %: Dans les bâtiments Minergie, le chauffage et l'eau chaude sanitaire ne peuvent pas être produits avec des énergies fossiles. La couverture des pics de charges, le CCF et l'utilisation du chauffage à distance font exception.

Étanchéité à l'air: Les exigences selon la norme SIA 180 doivent être respectées. Des mesures sont nécessaires pour Minergie-P et Minergie-A.

Protection thermique estivale: Une protection thermique estivale supérieure à la moyenne doit être justifiée.

Tableau 1: Exigences aux habitations individuelles et collectives

	Minergie	Minergie-P	Minergie-A
Indice Minergie*			
Nouvelle construction	55 kWh/m²	50 kWh/m²	35 kWh/m²
Rénovation	90 kWh/m²	80 kWh/m²	35 kWh/m²
Besoins de chaleur pour le chauffage**			
Nouvelle construction	MoPEC 2014	70 % MoPEC 2014	MoPEC 2014
Rénovation	Aucune donnée	90 % MoPEC 2014	Aucune donnée
Besoins en énergie finale chaleur**			
Nouvelle construction	35 kWh/m² (MoPEC 2014)		
Rénovation	60 kWh/m² (exigences Minergie)		
Production propre d'électricité	Nouvelle construction: au moins 10 W/m² (MoPEC 2014)		Couvrant le besoin
Ventilation d'air contrôlée	Oui		
Protection solaire en été	Exigences accrues		
Agents énergétiques	Pas de combustibles fossiles		
Étanchéité à l'air q_{a50}			
Nouvelle construction	1,2 m³/h m²	0,8 m³/h m²	
Rénovation	1,6 m³/h m²	1,6 m³/h m²	
Monitoring de l'énergie	Oui, si surface de référence énergétique supérieure à 2000 m²		Oui ***

* Exigence principale
** Exigence supplémentaire
*** tous les bâtiments inférieurs à 2000 m² sans mesure de chaleur

Planification intégrale

Un bâtiment efficient sur le plan énergétique doit être planifié comme un système global. Pour cela, il est nécessaire de faire interagir l'architecture, la technique de construction et les installations techniques. Dans l'idéal, planificateurs et architectes élaborent ensemble des solutions. Le but est de concevoir un bâtiment présentant un minimum de pertes et un maximum de gains pour la meilleure couverture des besoins possible. Dès le début de la phase de conception, en définissant la forme du bâtiment et son orientation, la taille des fenêtres et leur ombrage et en choisissant les agents énergétiques, l'équipe de planificateurs pose des jalons importants pour l'efficacité énergétique et le confort du bâtiment.

Aspects qualitatifs

Outre les mesures classiques, telles que la protection thermique et des installations techniques efficientes, des aspects qualitatifs sont également au cœur de la planification intégrale:

– Une construction étanche à l'air est déterminante pour une enveloppe de bâtiment de haute qualité. Cette exigence est contrôlée par le biais d'un test blower door pour Minergie-P et Minergie-A.
– De faibles températures de départ lors de la distribution de la chaleur et de la production d'eau chaude sanitaire
– Pic de charges électriques minimales au cours de l'année et de la journée
– Autoconsommation élevée d'électricité solaire
– Simplicité d'utilisation des installations: une formation adaptée aux utilisateurs et aux conciergeries améliore l'utilisation des installations techniques.
– Un système de monitoring met en évidence les potentiels d'optimisation en cours d'exploitation. L'intégration des composants nécessaires dès la planification permet de réduire les coûts. Le module Minergie permet une comparaison entre les données planifiées et mesurées.
– Le monitoring améliore également la qualité de la construction: lorsque toutes les personnes concernées savent que des données de mesure sont relevées lors de l'exploitation, le soin apporté par les planificateurs et les exécutants est plus grand.

Élargir la réflexion

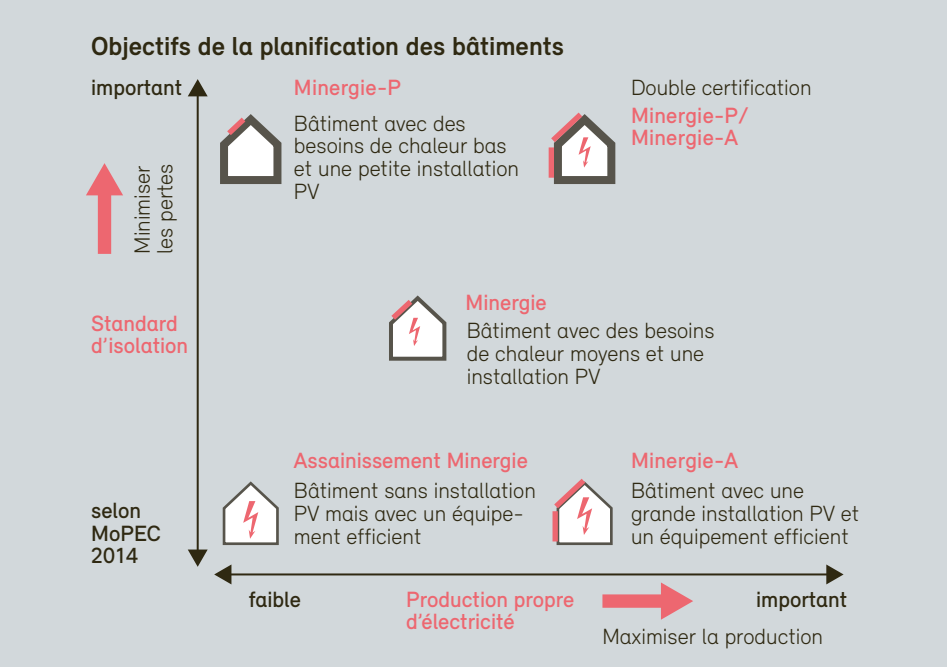
D'autres critères qui ne concernent pas l'efficacité énergétique doivent également être pris en compte dans la décision. Il s'agit de réflexions architecturales et culturelles et de l'état de la structure de base pour les rénovations. La flexibilité d'utilisation est également un critère important. Les plans et l'ossature, les murs intérieurs ainsi que les canaux destinés à l'approvisionnement en énergie, en eau et à l'évacuation des eaux usées devraient permettre différentes utilisations. Les coûts engendrés représentent toujours un critère important. La prise en compte des coûts du cycle de vie doit alors être un principe de planification majeur: la construction, l'entretien et la réparation doivent orienter le choix des matériaux et des installations techniques.
Pour faire face aux divers défis, Minergie propose une large palette de possibilités. La boîte à outils de Minergie possède de nombreux instruments utilisables tout au long du processus de planification.

Minergie crée la qualité de vie. Rénovation du siège de la Mobilière suisse, Monbijoustrasse 68, Berne. Architecture: GWJ Architektur AG. BE-588-P

Minimiser ou maximiser?

Les préférences individuelles du maître d'ouvrage ou de l'équipe de planificateurs influencent la planification des bâtiments. Minergie définit ainsi trois principaux objectifs: lorsqu'on accorde une grande importance à un bâtiment doté d'une enveloppe de haute qualité et de besoins de chaleur quasi nuls, le standard adapté est Minergie-P. Lorsqu'on met l'accent sur la production d'électricité renouvelable et sur la plus grande indépendance possible en matière d'approvisionnement en énergie, Minergie-A est le bon choix. Sinon, lorsque l'on opte pour une construction simple, sans trop de dépenses supplémentaires et répondant à des exigences plus strictes que les prescriptions légales, il faut s'orienter vers le standard de base Minergie. Pour améliorer le bilan énergétique d'un projet Minergie, calculé grâce à l'indice Minergie, l'équipe de planificateurs peut minimiser les pertes et maximiser l'autoproduction d'énergie. Les mesures spécifiées dans les champs d'optimisation «Besoins en électricité» et «Besoins de chaleur» (graphique p. 9) entraînent une réduction des pertes. Les mesures indiquées dans le champ «Optimisation autoproduction d'électricité» permettent l'augmentation de la production d'électricité.

Le graphique ci-dessous présente une forme simplifiée: une isolation plus ou moins importante génère des valeurs extrêmement différentes quant aux besoins de chaleur pour le chauffage d'un bâtiment qui doivent être couverts par une production d'électricité plus ou moins importante pour atteindre le standard Minergie. Le standard Minergie-P est l'expression d'une maison bien isolée. Minergie-A correspond à une couverture complète des besoins annuels, même lorsque les besoins de chaleur pour le chauffage ne sont pas particulièrement bas en raison d'une exigence d'isolation modérée. Un grand nombre de bâtiments Minergie ne sont certifiés ni Minergie-P, ni Minergie-A, mais sont toutefois bien isolés et couvrent eux-mêmes une grande partie de leurs besoins en énergie.
Cet équilibre entre «minimiser» et «maximiser» offre des avantages principalement économiques: un lien fort avec l'architecture et la construction peut être établi lors du dimensionnement des éléments de construction et des systèmes et des formats classiques et éprouvés être utilisés.

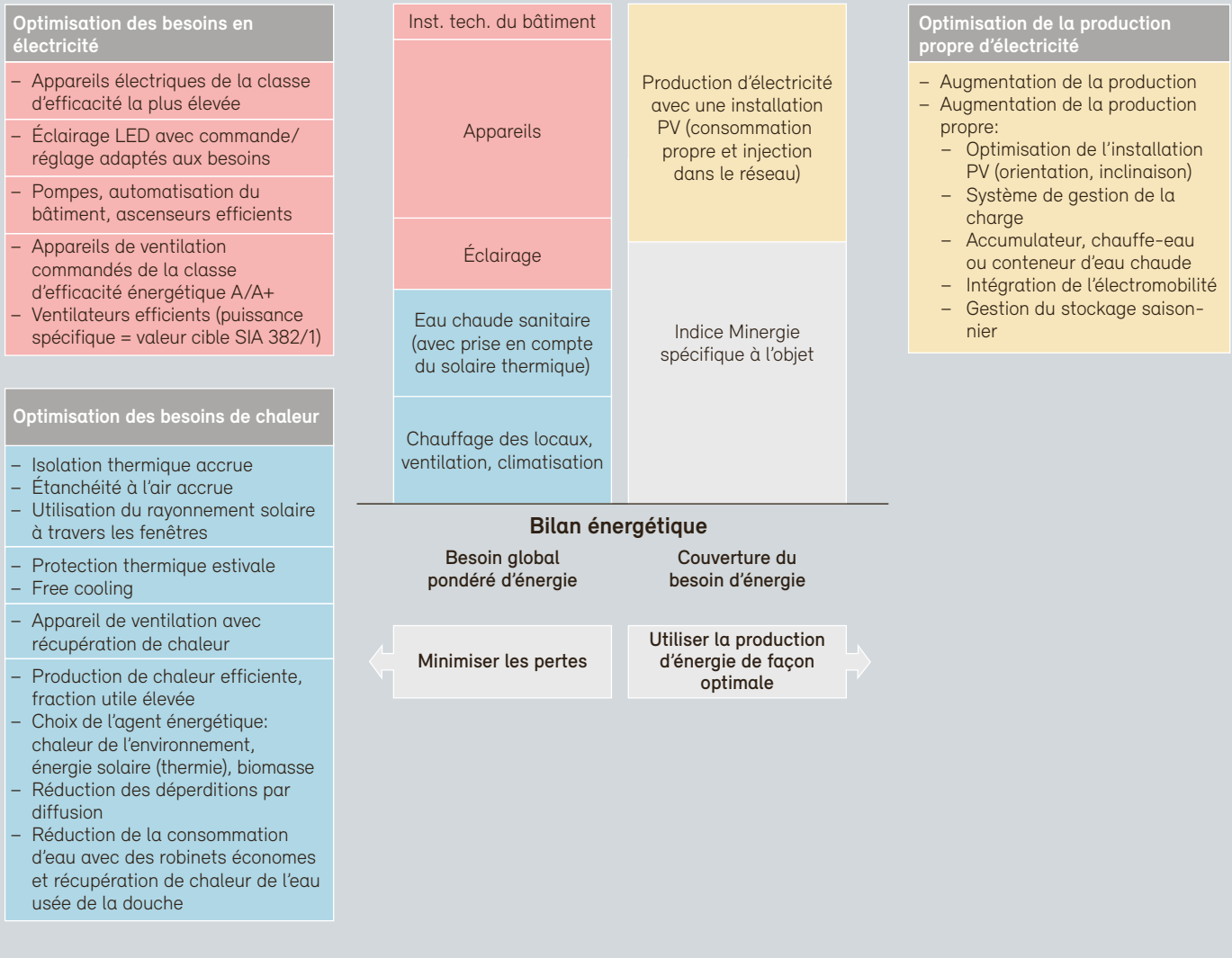


Un bâtiment Minergie peut être positionné dans le graphique en fonction de son utilisation, de sa géométrie et de son emplacement, mais également selon les préférences individuelles du maître de l'ouvrage. De nombreuses maisons Minergie se situent au centre du carré. Ils affichent alors un mélange équilibré entre un bon standard d'isolation et la couverture du besoin par une production propre d'électricité. Minergie-A est axé sur la production, Minergie-P minimise les pertes.

Trois champs d'optimisation

Les équipes de planificateurs peuvent influencer le bilan énergétique global d'un bâtiment dans trois champs d'optimisation. L'illustration ci-dessous présente une sélection des nombreuses mesures possibles. Naturellement, la voie à suivre pour atteindre l'objectif dépend du bâtiment. L'utilisation d'un bâtiment, sa géométrie, notamment la hauteur, l'emplacement et le fait qu'il s'agisse d'une nouvelle construction, d'une rénovation par étapes ou complète, modifient l'éventail des mesures.
Les planificateurs et maîtres d'ouvrage bénéficient ainsi d'une grande liberté dans l'adaptation des mesures liées à la construction et aux installations techniques, ainsi que dans la conception et la matérialisation du bâtiment.
Minergie offre également un large éventail dans le degré de technicité d'un bâtiment. En effet, suivant la pondération des champs d'optimisation, on obtient des constructions dotées de peu d'installations techniques («Low-tech») ou d'un équipement technique varié («High-tech»). Les champs d'optimisation «besoins de chaleur», «besoins en électricité» et «autoproduction d'électricité» sont cependant tous en interaction directe les uns avec les autres.

Trois champs d'optimisation des bâtiments Minergie



Optimisation des besoins de chaleur

Les besoins en énergie pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire, la ventilation et la climatisation dépendent d'une multitude de décisions de planification. Neuf caractéristiques sont particulièrement importantes, car elles influencent très fortement l'efficience d'un bâtiment.

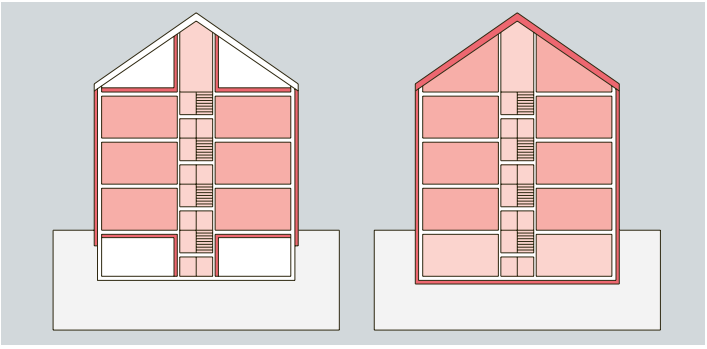
Structure

Une structure compacte et l'abandon des saillies et retraits en façade permettent de réduire les surfaces de déperdition par rapport à la surface utile chauffée (surface de référence énergétique, SRE). Le coefficient d'enveloppe du bâtiment quantifie la surface du bâtiment pertinente en matière de déperditions rapportée à la SRE. Les petites constructions dotées de grandes surfaces de façade présentent des coefficients d'enveloppe de bâtiment de 3, les constructions compactes plus grandes possèdent un coefficient de 0,8 seulement. La surface de déperdition d'une petite construction par m^2 de SRE est donc jusqu'à 4 fois supérieure à celle d'une grande construction compacte.

Périmètre d'isolation

L'enveloppe thermique du bâtiment doit comprendre toutes les zones chauffées sans interruption. Ce n'est souvent pas le cas dans les bâtiments anciens, la définition précoce du périmètre d'isolation est donc essentielle. Pour éviter les raccords compliqués d'éléments de construction, les locaux non chauffés, tels que les cages d'escalier ou les caves, peuvent être intégrés dans le périmètre, des «pièces tampons» ne sont en revanche guère judicieuses.

Le périmètre d'isolation comprend tous les domaines chauffés d'un bâtiment.



Ponts thermiques

L'étendue du périmètre d'isolation influence le nombre et l'action des ponts thermiques. Les détails de construction, notamment les raccords de fenêtre, constituent un autre facteur d'influence important.

Périmètre d'étanchéité à l'air

Les périmètres d'isolation et d'étanchéité à l'air s'étendent en parallèle par dessus de nombreux éléments de construction. Dans beaucoup de bâtiments, le crépi intérieur sur le mur extérieur fait partie de ce périmètre; dans les constructions en bois le revêtement intérieur ou le pare-vapeur assurent l'étanchéité à l'air. Les raccords de toit et de fenêtre, les portes et les installations techniques nécessitent une attention particulière. Les traversées de câbles électriques pour les moteurs de stores et les installations extérieures exigent un plan pour la pose des conduites.

Épaisseur d'isolation

Le standard de construction souhaité, ainsi que le positionnement d'un projet de construction sur le plan de la conception, conformément à l'illustration à la page 9, devraient être déterminants pour le dimensionnement de l'isolation thermique. La différenciation de l'épaisseur d'isolation le long du périmètre d'isolation présente de nombreux avantages comme p. ex. au niveau d'un toit avec des valeurs U de 0,10 à 0,15 $W/m^2 K$ pour un transfert de chaleur simultanément plus élevé en façade. Un calculateur d'isolation est disponible sur

minergie.ch/calculateur-disolation. Il permet de définir l'épaisseur d'isolation idéale pour des raisons écologiques.

Fenêtres

Les fenêtres jouent un rôle déterminant pour obtenir une bonne enveloppe du bâtiment. Les bonnes fenêtres réduisent les déperditions de chaleur. Elles se caractérisent par un taux de surface vitrée élevé, une valeur U satisfaisante au niveau du verre et du châssis, ainsi que par un intercalaire optimal. Les fenêtres assurent également des apports solaires passifs élevés et une pénétration importante de la lumière naturelle. Dans chaque construction, il convient de faire attention à la conjonction des trois éléments que sont les apports solaires, la surchauffe et la pénétration de la lumière naturelle.

Protection thermique estivale

Les apports de chaleur solaire à travers les éléments de construction transparents comportent un risque de surchauffe. À noter: une bonne protection solaire se situe à l'extérieur, résiste au vent, est mobile et commandée. Les valeurs idéales du coefficient global de transmission d'énergie (valeur g) pour le vitrage et l'ombrage se situent entre 0,1 et 0,15. Le free cooling et une grande masse thermique sont des solutions permettant de se protéger de la chaleur en été. Il n'est pas recommandé d'associer protection contre l'éblouissement et protection solaire.

Agents énergétiques

Les énergies fossiles ne sont pas compatibles avec Minergie pour les nouvelles constructions et les rénovations. En cas d'installation d'une pompe à chaleur, celle-ci doit également assurer la production d'eau chaude pour la cuisine et la salle de bain et être alimentée en électricité par l'installation PV de la maison qui représente un complément idéal dans les habitations équipées d'une pompe à chaleur et, éventuellement, d'un véhicule électrique. Les capteurs solaires thermiques sont bien adaptés à la production de chaleur à bois, les deux systèmes pouvant utiliser le même accumulateur de chaleur.

Installations techniques

Le fonctionnement des systèmes d'installations techniques simples est plus fiable que celui des combinaisons complexes.
Il importe que la chaleur pour le chauffage soit distribuée à de faibles températures de départ. Les chauffages d'appoint en ruban doivent être évités pour la distribution d'eau chaude sanitaire: prévoir soit un système de maintien en température, soit un système de circulation d'eau chaude sanitaire.
L'appareil d'aération doit être conforme à la classe d'efficacité énergétique A+ et les ventilateurs respecter la valeur cible de la norme SIA 382/1. Une récupération de la chaleur entre air vicié et air pulsé est aujourd'hui courante et très efficace. La chaleur issue de l'air vicié sert également à la production d'eau chaude.

Potentiels d'efficience pour les besoins de chaleur dans le justificatif Minergie
Le calcul de l'indice Minergie (page 16) quantifie les potentiels d'efficience suivants:
- Les besoins de chaleur pour le chauffage important pour le bilan énergétique se base sur le renouvellement d'air effectif. La récupération de chaleur lors du renouvellement d'air est pris en compte dans le calcul. Cela entraîne une nette réduction des pertes de chaleur dues à la ventilation.
- Les mesures d'efficience lors de l'approvisionnement en eau chaude sanitaire, comme les armatures économiques, la renonciation à des bandes chauffantes auxiliaires ou les systèmes de récupération de chaleur, sont prises en compte.
- Les installations de ventilation avec un besoin d'électricité bas et la récupération de chaleur sont ajoutées.
- Les énergies renouvelables sont évaluées positivement dans l'indice Minergie au moyen des facteurs de pondération. Les besoins en chaleur sont, dans l'indice Minergie, pondérés avec les facteurs de pondération nationaux.

Optimisation des besoins en électricité

De nos jours, beaucoup d'appareils électriques sont plus efficients que leurs versions antérieures, mais leur nombre augmente à une vitesse folle. Par ailleurs, ils sont souvent surdimensionnés, fonctionnent inutilement et restent en veille. Il existe donc un gros potentiel d'amélioration de l'efficacité.

Éclairage

Une bonne utilisation de la lumière naturelle permet de réduire les besoins en éclairage: de grandes surfaces vitrées à linteau élevé, des murs et des équipements clairs, ainsi qu'un degré de transmission élevé des vitrages sont des critères importants. Pour un éclairage électrique, il convient de vérifier l'efficacité de la source lumineuse (en lumen par watt), l'emplacement du luminaire dans la pièce (émission directe ou indirecte), ainsi que la commande ou le réglage des luminaires (en fonction de la présence et de la lumière naturelle) par rapport à l'efficacité énergétique globale (voir top-lumiere.ch).

Appareils

Il est devenu difficile de dénombrer les appareils électriques dans un ménage ou un bureau. La plupart consomment énormément d'électricité, même en veille. Le choix d'appareils efficients pour la cuisine, le bureau et les loisirs, une utilisation et un réglage axés sur les besoins permettent de réduire les coûts énergétiques. Cela signifie donc qu'il faut utiliser des appareils de la classe d'efficacité énergétique la plus élevée (www.topten.ch) et exploiter des synergies avec l'automatisation du bâtiment et la gestion de l'énergie. Il convient également d'étudier la possibilité de se passer de certains appareils.

Potentiels d'efficacité pour la production propre d'électricité dans le justificatif Minergie
Le calcul de l'indice Minergie (page 16) quantifie les potentiels d'efficience suivants:
- Dans le cas d'installation d'appareils et d'éclairages particulièrement efficients, des facteurs de réduction de 0,85 pour les nouvelles constructions et de 0,70 pour des rénovations s'appliquent. Potentiel d'efficience: 15 % pour les bâtiments existants, 30 % pour les nouvelles constructions. Les nouveaux bâtiments peuvent être équipés de façon plus conséquente avec une nouvelle technologie économe.

Ascenseurs

Dans les tours d'habitation, les ascenseurs représentent jusqu'à 5 %, voire 10 %, de la consommation d'électricité d'un bâtiment. Des systèmes de contrôle de destination intelligents, des éclairages efficients (LED) et la réduction de la consommation en mode veille permettent de réaliser des économies considérables. Dans les bâtiments d'habitation, la consommation en veille représente plus des trois-quarts des besoins. Il est recommandé d'opter pour un ascenseur relevant de la meilleure classe d'efficacité énergétique. Dans les tours d'habitation, il convient de prévoir la récupération de l'énergie de freinage.

Équipements auxiliaires

Les circulateurs, les vannes motorisées, ventilateurs de brûleurs ainsi que les systèmes de commande et de réglage consomment de l'électricité dans la limite de quelques pour cent de la chaleur produite. Les composants sont souvent surdimensionnés (pompes) ou présentent des durées de fonctionnement inutilement longues. Des pompes à moteurs efficients, dimensionnées avec précision divisent par deux la consommation d'électricité. Un réglage cohérent en fonction des besoins diminue également la consommation.

Gestion de l'énergie

La gestion de l'énergie permet de commander le fonctionnement des appareils commutables, ce qui augmente la consommation propre d'électricité so-

Nouveau bâtiment du siège CFF à Berne Wankdorf. BE-292-P

laire (les frais d'utilisation du réseau proviennent de cette part de la consommation). Associé à une pompe à chaleur, à des accumulateurs thermiques et électriques, ainsi qu'à des véhicules électriques, un système de gestion de l'énergie offre des avantages considérables. Dans les bâtiments plus vastes, le fonctionnement de cette gestion doit être exécuté via l'automatisation du bâtiment.

Automatisation du bâtiment

Les systèmes de pilotage et d'automatisation du bâtiment peuvent contribuer grandement au fonctionnement efficient sur le plan énergétique d'une construction. Cependant, les systèmes d'automatisation sont souvent à l'origine d'une consommation électrique inutilement importante lorsque les systèmes d'automatisation du bâtiment présentent une configuration sous-optimale et de longues durées de fonctionnement. L'offre progresse très rapidement grâce au développement du «marché de la maison intelligente».

Monitoring

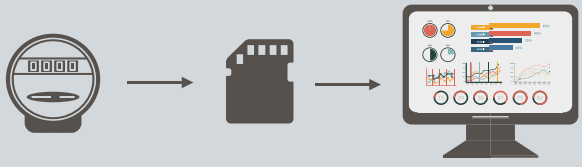
Un monitoring des besoins en énergie des grands bâtiments et constructions Minergie-A est une condition pour la certification. L'objectif fixé peut être résumé en trois mots-clés: mesurer, enregistrer et visualiser.

Pour les bâtiments Minergie-A inférieurs à 2000 m^2, sont prioritaires:
– Consommation d'énergie finale totale pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire
– Électricité sans production de chaleur
– Énergie utile du chauffage et de la production d'eau chaude sanitaire
– Refroidissement et climatisation
– Production d'énergie propre au bâtiment

Pour tous les bâtiments avec une SRE supérieure à 2000 m^2, deux types de mesure supplémentaires sont exigées:
– Énergie utile chaleur pour le chauffage
– Énergie utile pour la production d'eau chaude sanitaire

Les synergies entre la gestion de l'énergie, le monitoring et l'automatisation du bâtiment peuvent être considérables. Pour simplifier le respect des exigences du monitoring, Minergie a défini un module Monitoring. Il comprend le «Monitoring+», une comparaison automatisée des données planifiées avec celles mesurées permettant l'optimisation de l'exploitation.

Monitoring selon Minergie



Mesure des consommations d'énergie

Enregistrement centralisé des données de mesure

Visualisation des consommations d'énergie

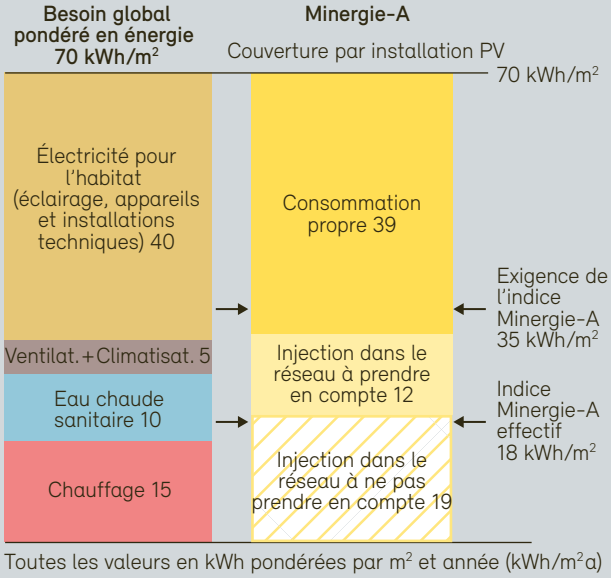
Optimisation autoproduction d'électricité

La plupart des cantons imposent désormais aux nouvelles constructions, à travers leur loi sur l'énergie, une installation PV dotée d'une puissance installée de 10 W par m^2 de surface de référence énergétique (SRE) (MoPEC 2014). Pour les bâtiments Minergie, l'autoproduction d'électricité est la meilleure stratégie à adopter pour atteindre l'indice Minergie du standard. Dans une habitation collective Minergie classique, on obtient un rendement électrique nécessaire pondéré d'environ 22 kWh/m^2 de SRE, ce qui correspond à environ 110 % de la prescription MoPEC de 10 W/m^2 de SRE.

Minergie-A

La condition pour obtenir la certification Minergie-A est la couverture complète des besoins en énergie pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire, la ventilation, la climatisation, l'éclairage, les appareils et les installations techniques générales par la production d'électricité dans le bâtiment (valeurs pondérées). La consommation propre et l'électricité injectée dans le réseau sont totalement déduites. Il en résulte, dans la pratique de planification, des bâtiments à énergie positive.

Bilan énergétique à l'exemple d'un habitat collectif



Toutes les valeurs en kWh pondérées par m^2 et année (kWh/m^2a)

Installation photovoltaïque

En général, les dimensions et l'exposition d'une surface de production photovoltaïque dépendent de la taille et de la géométrie du toit. Il existe cependant des potentiels d'optimisation, en particulier grâce à la configuration adaptée au photovoltaïque des toits des nouvelles constructions. Les exigences relatives à l'indice Minergie sont abaissées pour les bâtiments élevés à faible surface de toit spécifique (par m^2 de SRE).

Possibilité de prise en compte de l'électricité photovoltaïque

La consommation propre peut être entièrement déduite de la production d'électricité de l'installation PV et à hauteur de 40 % de l'électricité injectée dans le réseau. Par conséquent, la contribution du réseau à l'approvisionnement en énergie d'un bâtiment est prise en compte. Dans le justificatif, la part des besoins propres est quantifiée avec des valeurs standard ou avec l'outil informatique «PVopti». Pour les maisons d'habitation, le taux de consommation propre se situe entre 30 et 70 % de l'électricité solaire produite, en fonction de l'équipement du bâtiment (accumulateur thermique et électrique, gestion de la charge). Pour les bâtiments fonctionnels utilisés toute la journée, les besoins propres sont nettement supérieurs.

Hausse de la consommation propre

La mise en circuit de consommateurs et la charge d'éléments accumulateurs à des périodes de forte production d'électricité solaire permettent d'augmenter considérablement la consommation propre. Les lave-linge, lave-vaisselle, pompes à chaleur, chauffe-eau à pompe à chaleur et véhicules électriques sont commutables. Outre la masse thermique du bâtiment,

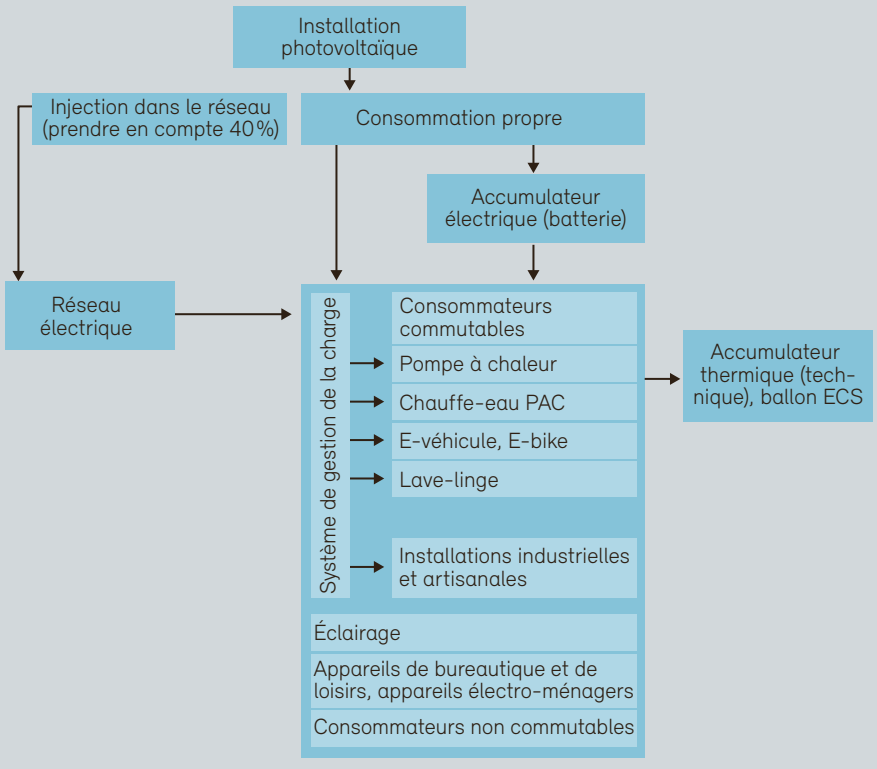
les accumulateurs de chaleur techniques, les ballons d'eau chaude et les batteries électriques peuvent également être utilisés comme accumulateurs. Un système de gestion de l'énergie assure la commande. Les installations PV intégrées en façade sont très productives notamment en hiver. Associées à une pompe à chaleur, elles permettent d'augmenter la consommation propre.
Les bâtiments Minergie, principalement les maisons Minergie-A, sont très similaires au concept «All Electric House» (maison tout-électrique). L'équipement technique du bâtiment est ainsi complété par des batteries et des réservoirs d'eau classiques, ce qui est simple sur le plan technique, mais pas vraiment avantageux sur le plan des coûts. En cas d'installation ultérieure des batteries, il est recommandé de prévoir un espace à cet effet à proximité du boîtier de distribution.
L'installation de tubes vides pour l'infrastructure de chargement des véhicules électriques est obligatoires dans tous les bâtiments Minergie. Toute station de charge installée peut être prise en compte pour la certification Minergie.

Potentiels d'efficience pour l'autoproduction d'électricité dans le justificatif Minergie
Le calcul de l'indice Minergie (page 16) quantifie les potentiels suivants:
- L'augmentation de l'électricité solaire directement utilisée dans la maison en comparaison de la production solaire globale fournit une contribution d'efficience considérable («autoproduction»)

PVopti

Le programme informatique «PVopti» est une aide à la planification simple, destinée à augmenter la consommation propre (www.minergie.ch). PVopti propose un tableau Excel dans lequel est représenté le profil de consommation et de production du bâtiment. Les capacités d'accumulation d'énergie sont tout aussi importantes.

Quotes-parts de la consommation d'électricité



Le calcul

Exemple d'un immeuble administratif simple

Besoins de chaleur		Besoins en électricité		Production propre d'électricité		Bâtiment
Indice partiel Minergie pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire, la ventilation et la climatisation	+	Caractéristique partielle Minergie pour l'éclairage, les appareils et les installations techniques en général	−	Caractéristique partielle Minergie pour la production (rendement de l'installation PV à prendre en compte)	=	Indice Minergie du bâtiment (besoins totaux en énergie pondérés)
=		=		=		
Besoins de chaleur de chauffage avec renouvellement d'air effectif, divisés par le degré d'utilisation de la production de chaleur pondérée		Besoins en énergie pour l'éclairage selon la norme SIA 387/4, pondéré avec un facteur 2		Autoconsommation de l'électricité produite par le bâtiment		Les bâtiments avec une hauteur supérieure à 10 m offrent moins de surface de toit en comparaison à la SRE. Par conséquent, les exigences sont réduites en fonction de la hauteur du bâtiment.
+		+		+		
Besoins de chaleur pour l'eau chaude sanitaire, divisés par la fraction utile de la production de chaleur, pondéré		Besoins en énergie pour les appareils selon le Cahier technique SIA 2056, pondéré avec un facteur 2		40 % de l'électricité injectée dans le réseau		Suppléments pour les bâtiments avec des stations climatiques importantes en altitude (kWh/m²): Davos 4 Grand-St-Bernhard 8 Samedan 8 Engelberg, San Bernardino, Schuls, Zermatt 2
x		+				
Facteurs d'atténuation pour les mesures d'efficience de l'eau chaude sanitaire		Besoins en énergie pour les installations techniques en général selon le Cahier technique SIA 2056, pondéré avec un facteur 2		60 % de l'électricité injectée dans le réseau ne sont pas pris en compte pour l'indice Minergie, mais le sont pour la couverture des besoins dans Minergie-A.		
+						
Besoins en électricité pour la ventilation et la climatisation, pondéré avec un facteur 2						

Valeurs pondérées en kWh/m² a

Rénovation du bâtiment administratif Mühlebachstrasse 17, Zurich. ZH-3989

Exploitation optimale

Mise en service

Une mise en service minutieuse effectuée par des experts diminue les dépenses d'optimisation de l'exploitation. En effet, le réglage précis des systèmes de commande et des installations techniques du bâtiment dans le respect des prescriptions d'usine est indispensable pour un fonctionnement efficient et parfait (Tableau 2). Une formation rigoureuse des exploitants et utilisateurs, ainsi qu'une documentation correspondante sont tout aussi importantes.

Optimisation de l'exploitation

Des études de l'Office fédéral de l'énergie montrent que les optimisations de l'exploitation des installations techniques présentent des potentiels d'efficacité élevés (nettement supérieurs à 10 %). Une optimisation de l'exploitation permet principalement de vérifier les valeurs de réglage des composants, de garantir un fonctionnement adapté aux besoins et d'adapter les systèmes les uns aux autres. Elle ne fait pas partie de la mise en service et requiert un ordre séparé. Pour utiliser les données d'exploitation pour la planification et la réalisation de l'optimisation de l'exploitation, l'optimisation devrait être effectuée un à trois ans après la mise en service.

Monitoring

Mesurer, visualiser, interpréter: ces mots-clés traduisent l'objectif et le concept du monitoring. Minergie crée ainsi une base pour informer à long terme les utilisateurs et exploitants des bâtiments sur la consommation d'énergie et pour optimiser l'exploitation des installations techniques. Le monitoring n'a pas pour objectif de contrôler le justificatif Minergie. Les systèmes de gestion de l'énergie, d'automatisation du bâtiment et de monitoring offrent les mêmes avantages. Il est donc judicieux de les combiner, notamment dans les bâtiments très vastes. Il est recommandé de prévoir suffisamment tôt les installations nécessaires au monitoring. Le module Monitoring-Minergie, qui peut également être utilisé de manière facultative pour comparer les valeurs planifiées avec celles mesurées (Monitoring+), est là pour apporter une aide.

Assurance qualité

Les produits d'assurance qualité SQM Exploitation et PERFORMANCE permettent d'optimiser l'efficacité énergétique et le confort lors de la phase d'exploitation. Dans le cadre d'une inspection, et en évaluant les données de consommation existantes, un expert Minergie identifie les mesures d'optimisation pertinentes pour le bâtiment.

Tableau 2: Mesures pour une exploitation optimale

Mise en service	Exploitation	Optimisation de l'exploitation
– Détermination des responsabilités – Choix du processus de mise en service (réception) – Documents complets de l'exploitation (manuels, prescriptions de maintenance, documents de garantie) – Attention particulière portée aux systèmes interconnectés et aux combinaisons – Équilibrage hydraulique de la distribution du chauffage – Prévision suffisante de temps – Régulation de la ventilation	– Un controlling régulier des données de consommation d'énergie et des installations techniques permet d'économiser de l'énergie et des coûts et augmente la disponibilité des installations – Enregistrement soigneux des données sur la consommation d'énergie – Documentation des pannes et des réparations – Le cas échéant: installation des points de mesure – Maintenance et nettoyage (p. ex. changement des filtres de la ventilation)	– Définition des limites du systèmes de l'optimisation de l'exploitation – Détermination des responsabilités – Exploitation des données de mesure, si disponibles – Évaluation de façon critique des exigences définies par l'exploitant et/ou l'utilisateur – Si judicieux: installation des points de mesure

Qualité dans le processus de construction

Les constructions complexes requièrent d'importantes compétences du mandant, c'est-à-dire un maître d'ouvrage qui formule clairement ses besoins et sait quelles prestations il peut exiger. Minergie fournit pour cela une assistance fiable en proposant les systèmes d'assurance qualité SQM Construction. SQM Construction est une extension de la procédure de certification courante et concerne principalement le processus de contrôle et de documentation. Les produits de construction et les standards d'exécution sont contrôlés sur place, tout comme la mise en service des installations techniques et la formation du personnel. Le maître d'ouvrage reçoit des documents de construction exhaustifs et contrôlés fournissant toutes les informations importantes sur les éléments de construction et les installations. SQM Construction garantit une bonne qualité d'exécution et affine la prise de conscience de tous les acteurs du projet quant à la qualité dans le processus de construction. Des rapports de contrôle et des informations aident à identifier les erreurs et offrent une sécurité à l'équipe de planificateurs et au maître d'œuvre. La qualité d'exécution accrue améliore également la sécurité financière, la transparence et la confiance et réduit les risques lors de la construction.

Deux variantes de produits

SQM Construction est disponible dans deux variantes:
– Avec SQM Construction Check, les planificateurs, spécialistes Minergie et exécutants ont la possibilité de contrôler eux-mêmes le processus de construction selon le système de qualité Minergie standardisé.
– Avec SQM Construction Selection, on s'adresse aux maîtres d'ouvrage et aux exécutants assumant la responsabilité globale. Les contrôles sont réalisés par un expert indépendant SQM Construction selon le principe de la double vérification.

Le classeur SQM Construction et les rapports de contrôle qu'il contient constituent la base de ces deux produits. Ils sont établis pour chaque projet. Les deux variantes de produit aboutissent au même résultat final: l'octroi du label qualité «certifié SQM Construction».

Deux variantes de produits

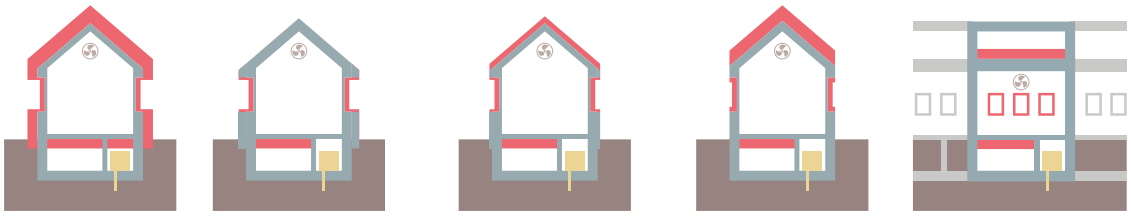
SQM Construction Check (immeubles d'habitation)	**SQM Construction Selection** (bâtiments d'habitation complexes, administration, écoles, utilisations mixtes)
L'architecte ou le maître de l'ouvrage contrôlent l'exécution de la construction à l'aide des rapports de vérification SQM Construction spécifiques au projet	Un expert indépendant SQM Construction accompagne le projet de construction, le vérifie et le documente en continu
Le service de certification Minergie vérifie la documentation SQM Construction	

Désignation «certifié SQM Construction»

Rénovation avec système

Les modèles de rénovation Minergie constituent une alternative à la procédure de certification classique pour une rénovation énergétique des bâtiments d'habitation à la fois simple et de qualité. Cinq modèles permettent une mise en œuvre et une certification simples selon Minergie en réduisant les coûts pour les requérants. Un justificatif de la consommation d'énergie du bâtiment n'est pas nécessaire. Chaque modèle est basé sur la protection thermique pour le toit, les murs extérieurs, les fenêtres et le sol ou correspond à un classement CECB. Les modèles fixent également des exigences minimales en matière de production de chaleur, de consommation d'électricité, d'installation PV, de protection thermique et de renouvellement automatique de l'air.

Les différents modèles tiennent compte de l'état du bâtiment et des mesures déjà prises: Le modèle 1 convient aux bâtiments qui n'ont pas encore été rénovés ou qui ne l'ont été que superficiellement. L'accent est mis sur une enveloppe de bâtiment de haute qualité. En revanche, il n'y a pas d'exigences concernant les installations techniques ou l'éclairage. Une installation photovoltaïque est recommandée, mais pas obligatoire. Les modèles 2, 3 et 4 conviennent aux bâtiments récents ou déjà rénovés partiellement. Les différences entre les modèles résident dans les combinaisons entre les isolations du toit et des murs. Une ventilation avec récupération de chaleur est recommandée pour tous les modèles, et obligatoire pour le modèle 4. Le modèle 5 est adapté aux bâtiments contigus sur un ou deux côtés, avec des façades qui ne peuvent pas être touchées. Cette solution est particulièrement intéressante pour les environnements urbains.



	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3	Modèle 4	Modèle 5
Efficacité de l'enveloppe CECB	B	C	C	C	C
ou Valeurs U (W/m²K)	Toit ≤ 0.17 Murs ext. ≤ 0.25 Fenêtres ≤ 1.0 Sol ≤ 0.25	Toit ≤ 0.30 Murs ext. ≤ 0.40 Fenêtres ≤ 1.0 Sol ≤ 0.25	Toit ≤ 0.25 Murs ext. ≤ 0.50 Fenêtres ≤ 1.0 Sol ≤ 0.25	Toit ≤ 0.17 Murs ext. ≤ 0.70 Fenêtres ≤ 1.0 Sol ≤ 0.25	Toit ≤ 0.17 Murs ext. ≤ 1.10 Fenêtres ≤ 1.0 Sol ≤ 0.25
Production de chaleur	Energies renouvelables (par ex. : pompe à chaleur, chauffage à distance, bois)				
Renouvellement de l'air	Ventilation de base admise, la récupération de chaleur est recommandée www.minergie.ch/un-air-ambiant-sain			récup. de chaleur obligatoire	
Confort estival	Un justificatif pour la protection thermique estivale doit être fourni www.minergie.ch/protection-thermique-estivale				
Electricité	Photovoltaïque recommandé	40% des mesures d'économie possibles sur l'éclairage et les appareils électriques ou installation photovoltaïque min. 5Wp par m² de surface de référence énergétique des bâtiments			

Banque de Dépôts et de Gestion. Lugano TI-238

Plus d'infos

Minergie

Depuis 1998, Minergie est le standard suisse pour le confort, l'efficacité et le maintien de la valeur du patrimoine.
Le label de qualité pour les nouvelles constructions et les rénovations comprend toutes les catégories de bâtiments. L'accent est mis sur le confort qui est rendu possible par une enveloppe de bâtiment de qualité, un renouvellement d'air systématique, une protection thermique supérieure à la moyenne et une assurance qualité complète.
Les bâtiments Minergie se caractérisent également par des besoins énergétiques très faibles et une part maximale d'énergies renouvelables.

Association Minergie
Avenue de Pratifori 24C
1950 Sion
027 205 70 10
romandie@minergie.ch
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 ou des spécialistes actifs dans la planification ou l'exécution dans le domaine de la construction et qui ont suivi une formation de base Minergie ou qui peuvent justifier de leur pratique professionnelle par au moins deux bâtiments construits ou rénovés 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.

Montrer le bon exemple

Minergie s'est imposée. Preuve en sont des milliers de bâtiments en Suisse. Ils figurent sur le site Internet de Minergie dans la Liste des bâtiments. Les maîtres d'ouvrage intéressés peuvent s'inspirer de cette liste: il n'existe aucun type de bâtiment qui n'ait pas encore été certifié Minergie. La matérialisation et l'architecture ne connaissent pas non plus de limites.

Publications spécialisées

Les publications suivantes vous permettront d'en savoir plus sur divers sujets spécifiques:
– Un air ambiant sain - Systèmes d'aération standard dans la maison Minergie
– Énergie solaire - Installations solaires dans les bâtiments Minergie
– Une construction saine - Bâtiments écologiques selon Minergie-ECO
– Protection thermique estivale - Confort climatique dans les bâtiments Minergie
– Planifier l'énergie électrique - Des solutions innovantes pour l'électricité dans les bâtiments
– Monitoring - Mesurer, visualiser, évaluer, optimiser

minergie.ch/publications

Sites Internet

Informations complémentaires:
endk.ch → Politique énergétique → MoPEC

6/22, e-pdf

Agence romande Minergie
Avenue de Pratifori 24C
1950 Sion

027 205 70 10
romandie@minergie.ch

minergie.ch

Avec le soutien de
suisseénergie

Leadingpartner Minergie

Partenaire de publication