

Vorwort / Avant-propos	3
Highlights 2009	5
Überblicksberichte / Rapports de synthèse	
Effiziente Energienutzung / Utilisation efficace de l'énergie	
Forschungsprogramm Energie in Gebäuden	13
Forschungsprogramm Verkehr	31
Forschungsprogramm Akkumulatoren	45
Forschungsprogramm Elektrizitätstechnologien und -anwendungen	51
Forschungsprogramm Netze	65
Forschungsprogramm Wärmepumpen, Wärme-Kraft-Kopplung, Kälte	73
Forschungsprogramm Verbrennung	85
Forschungsprogramm Kraftwerk 2020 und Carbon Capture & Storage (CCS)	101
Forschungsprogramm Wasserstoff und Brennstoffzellen	115
Forschungsprogramm Industrielle Prozesse	133
Erneuerbare Energie / Sources d'énergie renouvelables	
Programme de recherche Chaleur solaire et Stockage de chaleur	143
Forschungsprogramm Photovoltaik	157
Programme de recherche Solaire industriel à haute température	171
Forschungsprogramm Biomasse und Holzenergie	181
Forschungsprogramm Wasserkraft	197
Forschungsprogramm Geothermie	207
Forschungsprogramm Windenergie	219
Kernenergie / Énergie nucléaire	
Forschungsprogramm Kerntechnik und Nukleare Sicherheit	229
Forschungsprogramm Regulatorische Sicherheitsforschung	247
Programme de recherche Fusion thermonucléaire contrôlée	261
Forschungsprogramm Radioaktive Abfälle	267
Querschnittsprogramme / Programmes transversaux	
Forschungsprogramm Energie–Wirtschaft–Gesellschaft	273
Anhänge / Annexes	289
Eidgenössische Energieforschungskommission (CORE) Commission fédérale pour la recherche énergétique (CORE)	289
Zuständigkeiten bei den Forschungsprogrammen Responsables des programmes de recherche	290

Vorwort

Die Energieforschung der öffentlichen Hand der Schweiz richtet sich nach dem *Konzept der Energieforschung des Bundes*. Für die Umsetzung des Konzepts ist das Bundesamt für Energie (BFE) zuständig. Es verfügt dafür über eigene Fördermittel, die subsidiär zu den Anstrengungen der privaten und öffentlichen Forschungsstellen eingesetzt werden. Die Betreuung der verschiedenen Forschungs- und Entwicklungsprogramme sowie der Pilot- und Demonstrationsprogramme erfolgt durch die Bereichs- und Programmleiter des BFE. Für die Umsetzung der Ergebnisse in den Markt werden sie unterstützt durch das Forschungsprogramm Wissens- und Technologietransfer und die Bereichsleiter des Programms EnergieSchweiz.

Die am Anfang 2011 zu erscheinende *Projektliste der Energieforschung des Bundes 2008/2009* wird Auskunft über die Aufwendungen der mit öffentlichen Mitteln finanzierten Energieforschung sowie eine detaillierte Zusammenstellung der Geldflüsse geben. Zur Erinnerung: 2007 kamen rund 55 % der von der öffentlichen Hand aufgewendeten 174,2 Mio. Franken aus dem ETH-Bereich. Das BFE war mit einem Anteil von 15 % noch vor der EU (10 %) zweitgrösster Finanzgeber. Die meisten Geldmittel kamen der effizienten Energienutzung zugute (67,2 Mio. Franken), 52 Mio. flossen in die Kernenergie und 39,3 Mio. in die erneuerbaren Energie. Für energiewirtschaftliche Grundlagen wurden 15,6 Mio. Franken aufgewendet.

Die im vorliegenden Band publizierten Überblicksberichte der Programmleiter des BFE zeigen die Fortschritte derjenigen Projekte auf, die durch das BFE mitfinanziert worden sind. Daneben sind aber auch Hinweise auf andere, mit öffentlichen und privaten Mitteln durchgeführte Forschungsarbeiten aufgeführt. Der detaillierte Fortschritt einzelner Projekte kann in den entsprechenden Jahres- und Schlussberichten verfolgt werden, die auf der Website www.energieforschung.ch publiziert werden. Das Reproduzieren von einzelnen Beiträgen ist unter Angabe der Quelle gestattet.

Juni 2010

Bundesamt für Energie (BFE)

Titelbild: Elektronenmikroskopische Aufnahme von Zinkoxid-Nanostrukturen, welche elektrochemisch auf Polystyrene-Kügelchen abgeschieden wurden. Felder von diesen periodisch angeordneten Strukturen können nützlich sein als Baustein für neuartige Dünnschichtsolarzellen. (Quelle: Empa)

Avant-propos

Le *Plan directeur de la recherche énergétique de la Confédération* est le fil conducteur de la recherche soutenue par les pouvoirs publics dans le domaine de l'énergie en Suisse. Sa mise en pratique incombe à l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) qui dispose, à cette fin, de moyens propres engagés de façon subsidiaire à ceux des institutions de recherche tant privées que publiques. L'accompagnement des divers programmes de recherche et de développement est pris en charge par les chefs de domaine et de programme à l'OFEN. Pour la transposition des résultats vers le marché, ceux-ci sont appuyés par le programme de Transfert scientifique et technologique et par les responsables de domaine du programme SuisseEnergie.

La *Liste des projets de la recherche énergétique de la Confédération 2008/2009*, à paraître en début 2011, renseignera sur les dépenses des pouvoirs publics au titre de la recherche énergétique, ainsi que sur la composition des flux de financement. Rappelons que, en 2007, près de 55 % des 174,2 MCHF déployés par les collectivités publiques étaient issus du Domaine des EPF. Avec une part de 15 %, l'OFEN occupait encore le deuxième rang des bailleurs de fonds, devant l'UE (10 %). La plus grande part des moyens financiers étaient inscrits au titre de l'utilisation efficace de l'énergie (67,2 MCHF), alors que 52 MCHF étaient attribués à l'énergie nucléaire et 39,3 MCHF aux sources d'énergie renouvelables. 15,6 MCHF étaient consacrés aux fondements de l'économie énergétique.

Le présent volume rassemble les rapports de synthèse annuels des chefs de programme de l'OFEN. On y trouvera décrits les progrès obtenus dans le cadre des divers projets cofinancés par l'OFEN. Il y est également fait mention des travaux de recherche accomplis grâce à d'autres moyens publics et/ou privés. Le progrès détaillé des projets est documenté dans les rapports annuels et finaux spécifiques qui peuvent être téléchargés du site www.recherche-energetique.ch. La reproduction d'extraits du présent document est autorisée, à condition d'en indiquer la source.

Juin 2010

Office fédéral de l'énergie (OFEN)

Page de titre : Image prise au microscope électronique à balayage des nanostructures d'oxyde de zinc. Les arrangements de telles structures pourraient être un élément utile dans de nouveaux types de cellule solaire nanostructurée avec absorbeur ultra mince. (source : Empa)

Highlights 2009

Sanierung geschützter Bestandsgebäude
Assainissement de bâtiments protégés

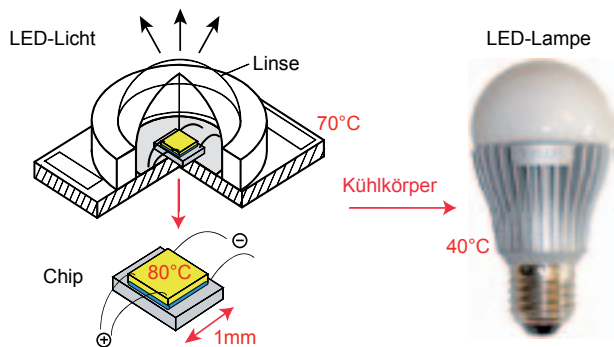


Innen- oder Aussendämmung? Die Tours Cayla mit Baujahr 1954 gehören zum Inventar geschützter Bauten der Stadt Genf. Die Forscher des CUEPE an der Universität Genf konnten die Behörden dafür gewinnen, je mindestens ein Gebäude mit Aussen- bzw. Innendämmung zu sanieren. Mit dem Projekt konnte gezeigt werden, dass beide Lösungen architektonisch und bauphysikalisch überzeugend realisierbar sind. Der Heizenergiebedarf wurde auf die Hälfte reduziert, wobei die Lösung mit Aussendämmung weitere 15 % einspart. (→ Seite 13)

Isolation intérieure ou extérieure? Les Tours Cayla, édifiées en 1954, font partie de l'inventaire des bâtiments protégés de la ville de Genève. Les chercheurs du CUEPE de l'Université de Genève ont convaincu les autorités d'équiper au moins deux de ces bâtiments d'une isolation extérieure et intérieure, respectivement. Le projet a démontré que l'une et l'autre solution étaient réalisables, tant du point de vue de l'architecture que de la physique du bâtiment. Les besoins d'énergie de chauffage ont été réduits de moitié, l'isolation extérieure valant encore un plus de 15 %. (→ page 13)

Forschungsprogramm / Programme de recherche
Energie in Gebäuden
L'énergie dans les bâtiments

Effiziente LED-Beleuchtung
Eclairage efficace par LED



Mit der weissen LED (Licht emittierende Diode) steht eine neue Technologie zur effizienten Raumbeleuchtung zur Verfügung. Doch Markt und Entwicklung sind unübersichtlich und verbindliche Qualitätsstandards sind kaum vorhanden. Deshalb wurden die spezifischen Qualitätsmerkmale der LED-Beleuchtung identifiziert und die drei Schlüsselmerkmale Effizienz, Lichtqualität und Lebensdauer bewertet. Bezüglich Einsatz ist die LED-Beleuchtung dort attraktiv und wirtschaftlich, wo sie ihre einzigartigen Vorteile ausspielen kann: gerichtetes Licht, sehr lange Lebensdauer, keine Wärme im Lichtstrom, ultraviolettrees Licht, Farbmodulation und verlustarme Dimmung. (→ Seite 51)

Une technique nouvelle, celle de la diode blanche superluminescente (LED) fait de plus en plus d'adeptes dans l'éclairage. Or le marché et le développement évoluent sans cesse et il n'y a guère de normes de qualité contraignantes. On a donc défini les caractéristiques spécifiques d'un tel éclairage et on en a évalué les trois qualités essentielles, à savoir l'efficacité, la qualité d'éclairage et la durée de vie. Son adoption est indiquée là où il peut faire jouer ses avantages indéniables: éclairage orienté, très longue durée de vie, flux de lumière sans réchauffement ni rayonnement UV, modulation de la couleur et réglage de la puissance impliquant peu de déperditions. (→ page 51)

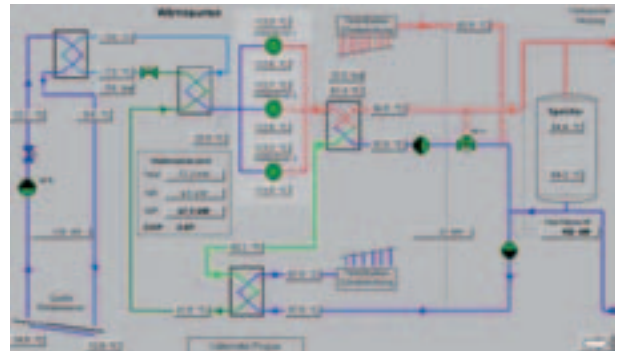
Forschungsprogramm / Programme de recherche
Elektrizitätstechnologien und -anwendungen
Technologies et utilisations de l'électricité



Trocknungsverfahren zur Herstellung von hochwertigem Trockenfuttermitteln für Nutztiere können durch mechanische Entwässerung (Vorpresse) bedeutend effektiver werden. In zwei Projekten wurden folgende Resultate erreicht: (1) 27 % Effizienzgewinn (Primärenergie 190 statt ursprünglich 258 Liter Heizöl_{EL} pro Normtonne Trockengut; (2) Reduktion des CO₂-Ausstosses um 240 t/a in einer durchschnittlichen Trocknungsanlage (1000 Normtonnen Trockengut/a; 3000 MWh/a); (3) bessere Futtermittelqualität bei stark verkürzter Durchlaufzeit von 60 auf 45 Minuten und 15 °C tieferer Trockentemperatur; (4) Bessere Rendite nach 3 Jahren Pay-Back Time für die Investition in die Vorpresse; (5) das energiereiche Prozesswasser kann mittels biotechnologischer und chemischer Verfahren weiter verwertet werden. (→ Seite 133)

La déshydratation mécanique (pressage préalable) diminue fortement les besoins d'énergie dans la production de fourrage de haute valeur pour le bétail. En effet, deux projets ont donné les résultats suivants: (1) 27 % de gain d'efficacité (énergie primaire 190 litres d'huile de chauffage_{EL} au lieu de 258 litres, initialement, par tonne standard de produit séché); (2) réduction des rejets de CO₂ de 240 t/a dans un séchoir moyen (1000 tonnes standard de produit séché/a; 3000 MWh/a); (3) meilleure qualité de fourrage avec un temps de rotation ramené de 60 à 45 minutes et une température de séchage abaissée de 15 °C; (4) rendement amélioré, après 3 ans d'amortissement, de l'investissement dans le séchage préalable; (5) l'eau résiduaire riche d'énergie peut être réutilisée grâce à des processus biotechnologiques et chimiques. (→ page 133)

Forschungsprogramm / Programme de recherche
Industrielle Prozesse
Processus industriels



Seit Januar 2006 ist im Schulhaus Limmat eine Propanwärmepumpe in Betrieb, welche den Altbau aus dem Jahre 1909 mit Heizwasser und Brauchwarmwasser versorgt. Sie bezieht ihre Wärme aus einem Abwasserkanal mit einer Jahresdurchschnittstemperatur von 14 °C. Die Wärmepumpe weist eine Jahresarbeitszahl von 2,7 auf. Mittels einer Exergieanalyse konnte gezeigt werden, dass die Wärmepumpe nicht optimal funktioniert, und dass auch die Hydraulik ein Verbesserungspotenzial aufweist. So läuft zum Beispiel das ganze Wärmeabgabesystem auf einer zu hohen Abgabetemperatur, da eine kleine Abwatswohnung mit versorgt wird, die eine hohe Vorlauftemperatur benötigt. Mit den in diesem Bericht vorgeschlagenen Massnahmen kann die Jahresarbeitszahl auf 4,4 gesteigert werden. (→ Seite 73)

Depuis janvier 2006, le collège Limmat possède une pompe à chaleur à propane qui produit l'eau de chauffage et l'eau sanitaire nécessaires dans ce bâtiment datant de 1909. La chaleur est tirée d'une canalisation pour l'évacuation des eaux usées dont la température moyenne sur l'année est de 14 °C. Son coefficient de performance annuel est de 2,7. Or une analyse exergétique a montré que son fonctionnement n'est pas optimal et que le système hydraulique peut être amélioré aussi. Ainsi la fourniture de chaleur est réglée sur une température exagérément élevée, parce que liée à un petit logement de concierge qui nécessite une température de départ élevée. Les mesures proposées dans le rapport permettent de porter le coefficient de performance annuel à 4,4. (→ page 73)

Forschungsprogramm / Programme de recherche
Wärmepumpen, WKK, Kälte
Pompes à chaleur, CCF, réfrigération

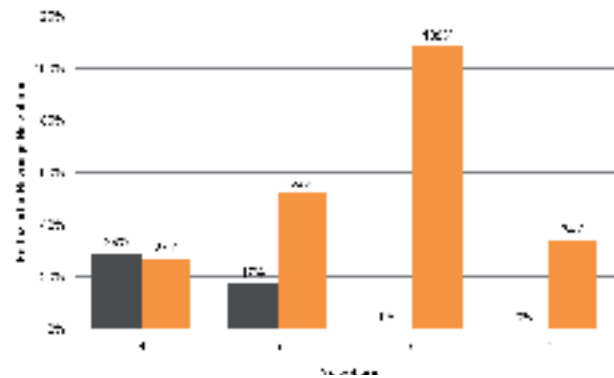
Vakuumisolation spart 90 %
Isolation par le vide améliorée de 90 %



Erfolgversprechende Ansätze für eine hocheffiziente thermische Vakuumisolation könnten bei bereits effizienten A++-Kühlschränken eine weitere Energieverbrauchsreduktion von bis zu 80 % ermöglichen. Neben dem Kühlschrank kann diese innovative Technologie auch für Kaffeemaschinen oder weitere Haushaltsgeräte mit thermischen Isolationen verwendet werden. Da eine derartige Isolation nur thermisch wirksam ist, wenn dauerhaft Innendrücke von $<10^{-3}$ mbar eingehalten werden, kommen als Wandmaterialien nur Metalle, Glas oder metallbeschichtete Kunststoffe in Frage. Die technische Umsetzung stellt eine grosse Herausforderung dar, die in vielen Bereichen entsprechende Forschungsarbeiten erfordert. (→ Seite 51)

Selon certains indices prometteurs, un nouveau type d'isolation thermique par le vide permettrait de réduire encore d'un facteur pouvant atteindre 80% la consommation d'énergie des armoires frigorifiques A++, déjà très efficaces. Cette technique innovante est applicable aussi sur des machines à café et sur d'autres appareils électroménagers à isolation thermique. Elle n'agit toutefois qu'avec des pressions internes durablement inférieures à 10^{-3} mbar, exigeant des parois en métal, en verre ou en matière plastique métallisée. La mise en oeuvre est très difficile et elle implique des travaux de recherche dans de nombreux domaines. (→ page 51)

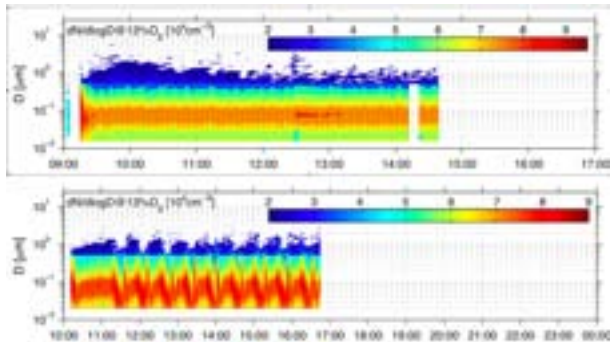
Kosten der dezentralen Einspeisung
Coûts de l'injection décentralisée



Eine Studie zeigt, dass ein starker Zubau dezentraler Erzeugung grundsätzlich möglich ist, dass jedoch, im Szenario III, Angebotsvariante D+E der Energieperspektiven 2035, mit Mehrkosten für Netzausbau und Systemdienstleistungen in Höhe von ca. 15 % der tarifrelevanten Netzkosten zu rechnen ist. Dies entspricht einer Erhöhung um knapp 1,5 Rp./kWh. Auf den im Jahre 2009 gesamten Verbraucherstrompreis bezogen entspricht dies einer Steigerung um ca. 7 %. (→ Seite 273)

Il ressort d'une étude que rien ne s'oppose, en principe, à un fort développement de l'injection d'électricité décentralisée. Cependant, dans les conditions du scénario III, offre D+E, des Perspectives énergétiques 2035, il faut prévoir des coûts de réseau accrus de 15% (développement des réseaux, services-système). Cela représente près de 1,5 ct/kWh, soit un renchérissement d'environ 7% du prix total de vente au consommateur en 2009. (→ page 273)

**Emissionsfaktoren moderner Pelletkessel
unter typischen Heizbedingungen**
*Rejets produits par les chaudières modernes
à pellets utilisées normalement*

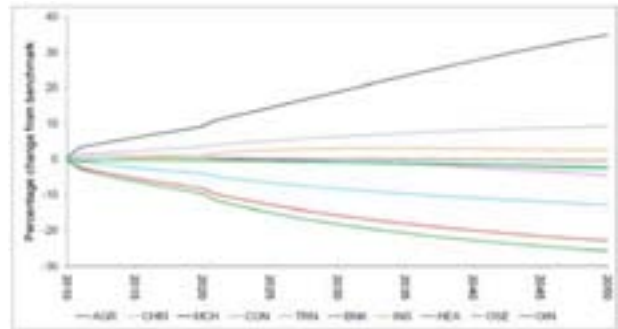


Emissionen von Partikeln unterschiedlicher Korngrösse von 2 Pelletkesseln bei Nennleistung (oben) und Anfahren mit anschliessendem mehrfachen Takten (unten) wurden gemessen. Start/Stop ergibt deutlich mehr und grössere Partikel auf als bei stationärem Betrieb. In der Startphase treten kurzfristig deutlich erhöhte Emissionen an unvollständig oxidierten Gasen und Feststoffen auf. Bei stationärem Betrieb sind die Emissionen gering. Beim Ausschalten treten wiederum kurzfristig deutlich erhöhte Emissionen auf. Da die Emissionen bei jedem Start- und Stoppvorgang einige Minuten lang bedeutend höher sind als bei stationärem Betrieb, ist taktender Betrieb grundsätzlich unerwünscht. Die Emissionen im Taktbetrieb sind für die untersuchten Kessel nur dann vertretbar, wenn die Laufzeit inklusive Start und Ausschalten mindestens 80–90 Min. beträgt. (→ Seite 181)

On a mesuré les rejets de particules de divers grains de 2 chaudières à pellets opérant à la puissance nominale (en haut) et au démarrage, suivi de plusieurs changements de phases programmés (en bas). Le fonctionnement rythmique produit des particules nettement plus grosses et plus denses que l'exploitation stationnaire. Au démarrage, on observe brièvement le rejet nettement accru de gaz insuffisamment oxydés et de corps solides. En fonctionnement stationnaire, les rejets sont modestes. Au débranchement, on a à nouveau des rejets accrus pendant peu de temps. Comme tout changement de rythme s'accompagne de rejets fortement accrus durant quelques minutes, le fonctionnement rythmique est généralement peu souhaitable. Pour les chaudières examinées, ce type d'exploitation n'est indiqué que si le temps de marche est d'au moins 80–90 minutes, démarrage et arrêt compris. (→ page 181)

Forschungsprogramm / Programme de recherche
Biomasse und Holzenergie
Biomasse et bois-énergie

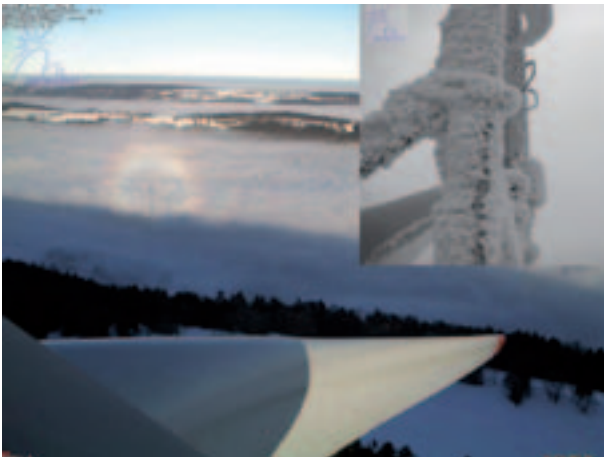
**Makroökonomische Auswirkungen
künftiger Energiepolitik**
*Effets macroéconomiques de la future
politique de l'énergie*



Basierend auf Energieszenarien werden im Projekt CITE (Computable Induced Technology and Energy) makroökonomische Grössen modelliert. CITE unterscheidet sich im Vergleich zu anderen Modellen durch den expliziten Einbezug der neuen Wachstumstheorie. Wachstum entsteht durch die Akkumulation von physischem und Wissenskapital, wobei der Anreiz zur Akkumulation endogen ist. Die Modellrechnungen zeigen, dass die makroökonomischen Auswirkungen zukünftiger Energiepolitik relativ moderat sind. (→ Seite 273)

A partir des scénarios énergétiques, le projet CITE (Computable Induced Technology and Energy) modélise des grandeurs macroéconomiques. CITE se caractérise par l'intégration explicite de la nouvelle théorie de la croissance. Celle-ci repose sur l'accumulation de capital physique et de savoir, l'incitation à la croissance étant endogène. Les calculs sur ce modèle montrent que les effets macroéconomiques de la future politique de l'énergie sont relativement modestes. (→ page 273)

Forschungsprogramm / Programme de recherche
Energie – Wirtschaft – Gesellschaft (EWG)
Énergie – Économie – Société (EES)



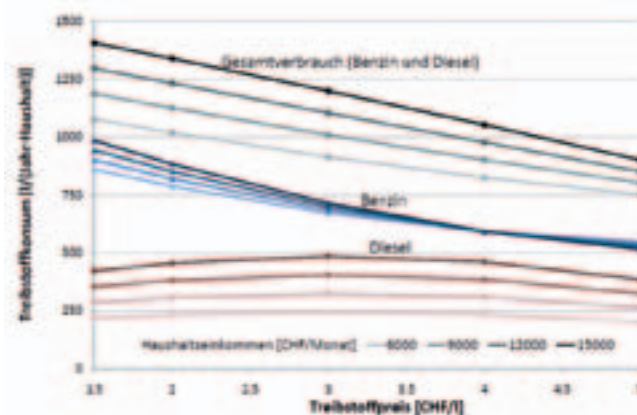
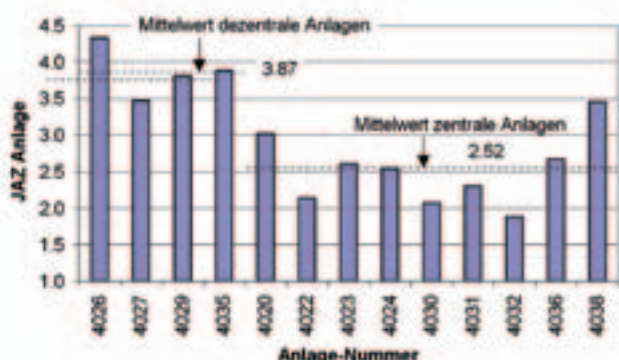
Im Jura werden die Auswirkungen der Vereisung auf das Betriebsverhalten und den Energieertrag von Windkraftanlagen erstmals quantifiziert. Dies geschieht durch den Vergleich zweier Anlagen mit und ohne betriebene Blattheizung. Neben der Bestimmung der Energiemengen, die durch Vereisung respektive durch die Enteisung verloren gehen, werden die Zusatzlasten für die Anlage und die möglicherweise veränderten Geräuschemissionen durch Eis sowie die Zuverlässigkeit der Enteisung und des Eisdetektors gemessen. Erkenntnisse zur Dauer und Art der Vereisung werden in die derzeit erarbeitete Vereisungskarte der Schweiz einfließen. (→ Seite 219)

Dans le Jura, on chiffre les effets du givrage sur le fonctionnement des éoliennes et sur leur rendement énergétique. Pour ce faire, on compare entre elles deux installations, dont l'une avec et l'autre sans chauffage des pales. Il s'agit de déterminer les quantités d'énergie perdues du fait du givrage ou qui sont consacrées au dégivrage, mais aussi les charges supplémentaires imposées à l'installation ainsi que les émissions sonores peut-être modifiées, et la fiabilité du dégivrage et du détecteur de glace. Les enseignements recueillis, concernant la durée et le type de givrage, figureront dans la carte des glaciations en Suisse, en cours d'élaboration. (→ page 219)



Können Heizkörper zur Kühlzwecken eingesetzt werden? Kann die Regulierung mit einem selbsttätig, stromlos regulierenden Thermostaten mit Umkehrfunktion realisiert werden? Diesen Fragen sind das Ingenieurbüro J. Schnyder zusammen mit dem NTB Buchs, der Firma Arbonia und HPS Ingenieure nachgegangen. Die Versuche im Labor mit einem Funktionsmuster sowie thermische Simulationen haben ergeben, dass Kühlleistungen zwischen 4 % und 11 % der Norm-Heizleistungen erreicht werden können. Damit können sommerliche Raumtemperaturen um bis zu 4 Kelvin gesenkt werden. Ein Kühl-Heizkörper erhöht die sommerliche Behaglichkeit spürbar. (→ Seite 13)

Un corps de chauffe peut-il servir à des fins de refroidissement? Peut-on assurer la régulation au moyen d'un thermostat autonome à fonction réversible travaillant sans électricité? Telles sont les questions auxquelles se sont attachés le bureau d'ingénieurs J. Schnyder, collaborant avec NTB Buchs, l'entreprise Arbonia et HPS Ingénieurs. Des essais en laboratoire à l'aide d'un modèle de fonctions ainsi que des simulations thermiques montrent que l'on peut obtenir une capacité de réfrigération de 4 % à 11 % de la puissance de chauffage standard. Cela suffit pour réduire la température estivale d'un local de 4 Kelvin au maximum. Ainsi, un corps de chauffe refroidisseur augmente sensiblement le confort. (→ page 13)



Die energietechnische Analyse von 13 Grosswärmepumpen zeigt erhebliche Unterschiede zwischen zentralen und dezentralen Wärmeversorgungsanlagen. Der Hauptgrund liegt in den erhöhten Wärmeverlusten der Verbindungsleitungen und der zusätzlich benötigten Pumpenergie, die bei der zentralen Versorgung von mehreren Gebäuden anfallen. Innerhalb der verschiedenen Anlageklassen gibt es weitere Unterschiede, die vor allem auf die Art der Wärmequelle zurück zu führen sind. Aus dem Vergleich der reinen Wärmepumpen-Wirkungsgrade mit den Anlagenwirkungsgraden zeigt sich auch, dass ein enormes Verbesserungspotential in einer guten Anlagenplanung liegt. Leider konnten nicht alle realisierten Anlagenkonzepte als energetisch optimal bewertet werden. (→ Seite 73)

L'analyse énergétique de 13 pompes à chaleur de gros calibre a montré de substantielles différences entre centrales de chauffage et équipements décentralisés. La raison principale en sont les déperditions accrues par les conduites et l'énergie de pompage requise pour l'approvisionnement centralisé de plusieurs bâtiments. Par ailleurs, au sein des classes de pompes à chaleur, il existe des différences liées avant tout à la source de chaleur. La comparaison du rendement de la seule pompe à chaleur avec celui de l'équipement complet montre aussi l'importance décisive d'une bonne planification. Il faut reconnaître que toutes les installations examinées ne méritent pas, dans l'optique énergétique, une appréciation optimale. (→ page 73)

Zwei Studien (Auswertung makroökonomischer Daten und Befragung) haben die Effekte erhöhter Treibstoffpreise auf das Mobilitätsverhalten analysiert. Kurzfristig reagieren Konsumenten sehr schwach auf Preisänderungen. Langfristig ist davon auszugehen, dass bei einem relativ geringen Benzinpreis, eine Preiserhöhung um 10 % zu einem Rückgang des Benzinkonsums von etwa 3 % führt. Weiter wurde bestätigt, dass trotz hohen Mobilitätskosten, die Befragten dazu tendieren nicht umzuziehen. (→ Seite 273)

Deux enquêtes (Analyse de données macroéconomiques et sondage) ont été consacrées aux effets d'un renchérissement des carburants en termes de comportement dans le domaine de la mobilité. Dans l'immédiat, les réactions des consommateurs aux fluctuations de prix sont minimales. A terme, on peut admettre que, si une essence relativement bon marché renchérit de 10%, la demande diminuera de quelque 3%. Il se confirme par ailleurs que des coûts de mobilité élevés ne poussent guère les personnes interrogées à déménager. (→ page 273)

Die Mission des Projekts STARS (Sicherheits-expertise und -forschung bezüglich Transientenanalysen der Reaktoren in der Schweiz) besteht in Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet von Sicherheitsanalysen für Leichtwasserreaktoren. Für eine möglichst weitgehende mechanistische Beschreibung, die auch als «Best-Estimate Analyse» bezeichnet wird, werden hierfür gekoppelte thermisch-hydraulisch-mechanische Modelle entwickelt und angewandt. Hierzu werden dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechende Simulationsprogramme adaptiert, eingesetzt und auch weiterentwickelt. In der Schweiz übernimmt STARS teilweise die Rolle einer technisch-wissenschaftlichen Forschungs- und Sachverständigenorganisation zur Unterstützung des Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorats (ENSI).

Für den Bereich Systemtechnik wurden die bestehenden Modellierungen aller Schweizerischen Kernanlagen auf das Rechenprogramm *Trace* übertragen, dem aktuellsten Programm für die Simulation des Systemverhaltens von Leichtwasserreaktoren. Die Modelle wurden anhand bestehender Anlagen-daten, durch die Nachrechnung von Experimenten an grosstechnischen Versuchsanlagen und durch den Vergleich mit anderen bereits überprüften Rechenprogrammen validiert. Ein langfristiges Ziel ist zudem die Einführung integraler Analysemethoden, mit denen beispielsweise physikalische Modelle, der Detaillierungsgrad der räumlichen Modellierung und die Schnittstellen zwischen den Analyseprogrammen problemspezifisch herangezogen werden (multi-physics). Als Prototyp wurde eine Prozedur entwickelt, mit der ein 3D-Modell des Reaktordruckbehälters (RDB) des *European Pressurized Water Reactors* (EPR) generiert werden konnte. Schliesslich wurden Anwendungen von CFD-Programmen (Computational Fluid Dynamics) für den EPR und den Siedewasserreaktor BWR/6 (KKW Leibstadt) entwickelt.

La mission du projet STARS (« *Safety Research in Relation to Transient Analysis for the Reactors in Switzerland* ») réside dans la R&D dans le domaine des analyses en matière de sûreté nucléaire pour les réacteurs à eau légère. En vue d'une description mécanistique aussi large que possible, que l'on nomme aussi « *Best Estimate Analysis* », on a développé et appliqué des modèles thermo-hydraulico-mécaniques couplés. Des programmes de simulation ont été adaptés à l'état de la science et de la technique, mis en œuvre et continuellement développés. En Suisse, STARS tient partiellement le rôle d'une organisation technico-scientifique dans la recherche et la compréhension des procédés pour soutenir l'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN).

Dans le domaine spécifique de la technique des systèmes, les modélisations existantes de toutes les installations nucléaires suisses ont été reportées sur le programme de calcul *Trace*, le programme le plus moderne pour la simulation du comportement des systèmes de réacteurs à eau légère. Les modèles, basés sur des données effectives des installations, ont été validés par des expériences menées sur de grandes installations expérimentales et par la comparaison avec d'autres programmes de calcul déjà éprouvés. Un but de longue haleine est l'introduction de méthodes intégrales d'analyse avec lesquelles on pourra tirer, problème par problème, des modèles physiques, le degré de détail des modélisations spatiales, ainsi que les interfaces entre les programmes d'analyse (« multi-physics »). Comme prototype, une procédure a été développée, avec laquelle un modèle 3D de la cuve du *European Pressurized Water Reactors* (EPR) a pu être généré. Enfin, des applications du programme CFD (« *Computational Fluid Dynamics* ») ont été développées pour l'EPR et le réacteur à eau bouillante BWR/6 de la centrale de Leibstadt.

ANHANG / ANNEXE

Zusammensetzung der CORE

Mitglieder	Vertreter von
Dr. Kaiser Tony, Präsident Alstom Power, Future Technologies, Direktor	Grossindustrie
Closset Alexandre VHF-Technologies SA, CEO	Start-up, innovative KMU
Dr. Monica Duca Widmer EcoRisana SA	Ingenieurbüros, KMU
Prof. Dr. Gutscher Heinz Uni Zürich	Universitäten, Sozialwissenschaft
Hunziker-Ebnetter Antoinette Forma Future Invest AG, CEO	Investoren, Venture Capital
Prof. Dr. Kunze Christian École d'Ingénieurs du Canton du Vaud, Directeur	Fachhochschulen, Schweizerischer Nationalfonds
Dr. Leutenegger Hajo VSG, Präsident	Energiewirtschaft (Wasser und Gas)
Dr. Lustgarten George Allan Technology and Business Consulting, CEO	Consulting
Prof. Dr. Lux-Steiner Martha Christina Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB), Institutsleitung Heterogene Materialsysteme	Universitäten, internationale Beziehungen
Prof. Dr. Püttgen Hans-Björn Energy Center EPFL, Directeur	EPF-Lausanne
Prof. Dr. Schlapbach Louis EMPA, Gesamtleiter	EMPA, Kommission für Technologie und Innovation
Regierungsrat Stefan Sutter Vorsteher Bau- und Umweltdepartement Appenzell I.	Vertretung Kantone
Dr. Thumann Manfred MG Konzernleitung Axpo Holding AG	Energiewirtschaft (Elektrizität)
Prof. Dr. Wokaun Alexander Paul Scherrer Institut, Leiter Forschungsbereich allgemeine Energie	PSI, ETH Zürich, Schweizerische Akademie der Technischen Wissenschaften, Novatlantis
N.N.	Universitäten, Entrepreneurship, Venture Capital
Beobachter	Amt
Dr. Rolf Schmitz Leiter Sektion Energieforschung	BFE
Daniel Zürcher Leiter Sektion Innovation	BAFU
Dr. Werthmüller Andreas Wissenschaftlicher Berater Multilaterale Forschungszusammenarbeit	SBF
Sekretariat	Adresse
Dr. Katja Maus BFE, Sektion Energieforschung	☎ G: 031 322 39 78 E-mail: katja.maus@bfe.admin.ch

BFE-FORSCHUNGS- UND MARKTBEREICHE (2010)
DOMAINES DE L'OFEN POUR LA RECHERCHE ET LE MARCHÉ (2010)

	Programme Programmes	Forschung Recherche		Markt / EnergieSchweiz Marché / SuisseEnergie
		Programmleiter/in Chefs de programme	BFE-Bereichsleiter/in Responsables de domaine à l'OFEN	BFE-Bereichsleiter/in Responsables de domaine à l'OFEN
I. Effiziente Energienutzung Utilisation efficace de l'énergie	I.1 Energie in Gebäuden <i>Énergie dans les bâtiments</i>	C. Filleux	A. Eckmanns	O. Meile
	I.2 Verkehr <i>Transports</i>			H. Scherrer
	I.3 Akkumulatoren und Superkondensatoren <i>Accumulateurs et supercondensateurs</i>	M. Pulfer	M. Pulfer	---
	I.4 Verfahrenstechnische Prozesse (VTP) <i>Technologie des procédés</i>			M. Stettler
	I.5 Elektrizitätstechnologien und -anwendungen <i>Technologies et utilisations de l'électricité</i>	R. Brüniger	M. Moser	F. Frey
	I.6 Netze <i>Réseaux</i>	M. Moser		---
	I.7 Wärme-Kraft-Kopplung (WKK) <i>Couplage chaleur-force (CCF)</i>	T. Kopp	A. Eckmanns	R. Phillips
	I.8 Verbrennung <i>Combustion</i>	S. Renz	S. Hermle	
	I.9 Kraftwerk 2020 und Carbon Capture & Storage (CCS) <i>Centrales à gaz 2020 et CCS</i>	P. Jansohn	G. Siddiqi	
	I.10 Brennstoffzellen <i>Piles à combustible</i>	S. Oberholzer	S. Oberholzer	---
II. Erneuerbare Energie Sources d'énergie renouvelables	II.1 Wasserstoff <i>Hydrogène</i>	S. Oberholzer	S. Oberholzer	---
	II.2 Photovoltaik <i>Photovoltaïque</i>	S. Nowak		
	II.3 Industrielle Solarenergienutzung (Solare Hochtemperaturprozesse) <i>Utilisation industrielle de l'énergie solaire (Processus solaires à haute température)</i>	P. Renaud		U. Wolfer
	II.4 Solarwärme und Wärmespeicherung <i>Chaleur solaire et stockage de chaleur</i>	J.-C. Hadorn	A. Eckmanns	
	II.5 Wärmepumpen und Kälte <i>Pompe à chaleur et froid</i>	T. Kopp		R. Phillips
	II.6 Holzenergie <i>Énergie du bois</i>	S. Hermle	S. Hermle	D. Binggeli
	II.7 Biomasse (ohne Holz) <i>Biomasse (sans le bois)</i>			B. Guggisberg
	II.8 Wasserkraft <i>Force hydraulique</i>	K. Jorde	M. Moser	
	II.9 Geothermie <i>Géothermie</i>	R. Minder	G. Siddiqi	M. Geissmann
	II.10 Windenergie <i>Énergie éolienne</i>	R. Horbaty	K. Maus	
	II.11 Talsperren <i>Barrages</i>	G. Darbre	G. Darbre	---
III. Kernenergie Énergie nucléaire	III.1 Kerntechnik und Nukleare Sicherheit <i>Technique et sécurité nucléaires</i>	J.-M. Cavedon a.i.	C. de Reyff ¹⁾	
	III.2 Regulatorische Sicherheitsforschung <i>Recherche réglementaire en sécurité nucléaire</i>	R. Mailänder		---
	III.3 Kernfusion <i>Fusion nucléaire</i>	C. Vaucher		
	III.4 Radioaktive Abfälle <i>Déchets radioactifs</i>	S. Brander	S. Brander	---
IV. EWG & WTT EES & TST	IV.1 Energie - Wirtschaft - Gesellschaft (EWG) <i>Énergie - Économie - Société (EES)</i>	N. Mathys		
	IV.2 Wissens- und Technologietransfer (WTT) <i>Transfert scientifique et technologique (TST)</i>	Y. Calisesi		

¹⁾ Das BFE hat hier hauptsächlich die Rolle der Auskunftsstelle. Die Betreuung der Forschung des Bereichs III.1 obliegt dem PSI, die des Bereichs III.2 dem ENSI und die des Bereichs III.3 dem SBF. / L'OFEN a ici un rôle de répondant. La gestion de la recherche du domaine III.1 est du ressort du PSI, celle du domaine III.2 de l'IFSN et celle du domaine III.3 du SER.

**ADRESSEN DER BFE-BEREICHSLEITER/INNEN /
ADRESSES DES RESPONSABLES DE DOMAINES À L'OFEN**

Daniel Binggeli, Tel. 031 322 68 23

Simone Brander, Tel. 031 325 85 57

Yasmine Calisesi, Tel. 031 322 53 21

Georges Darbre, Tel. 031 325 54 91

Andreas Eckmanns, Tel. 031 322 54 61

Felix Frey, Tel. 031 322 56 44

Markus Geissmann, Tel. 031 322 56 10

Bruno Guggisberg, Tel. 031 322 56 40

Sandra Hermle, Tel. 031 325 89 22

Katja Maus, Tel. 031 322 39 78

Nicole Mathys, Tel. 031 325 54 45

Olivier Meile, Tel. 031 322 56 99

Michael Moser, Tel. 031 325 36 23

Stefan Oberholzer, Tel. 031 325 89 20

Richard Phillips, Tel. 031 322 47 56

Martin Pulfer, Tel. 031 322 49 06

Christophe de Reyff, Tel. 031 322 56 66

Hermann Scherrer, Tel. 031 322 56 70

Rolf Schmitz, Tel. 031 322 56 58

Gunter Siddiqi, Tel. 031 322 53 24

Martin Stettler, Tel. 031 322 55 53

Urs Wolfer, Tel. 031 322 56 39

Postanschrift: **BFE, 3003 Bern / Adresse commune : OFEN, 3003 Berne**

E-mail: **Vorname.Name@bfe.admin.ch / prénom.nom@bfe.admin.ch**; Fax: 031 323 25 00

**ADRESSEN DER PROGRAMMLEITER AUSSERHALB DES BFE /
ADRESSES DES CHEFS DE PROGRAMMES À L'EXTÉRIEUR DE L'OFEN**

Roland Brüniger

R. Brüniger AG, Zwillikerstr. 8, 8913 Ottenbach

Tel. 044 760 00 66 – Fax : 044 760 00 68

E-mail : roland.brueuiger@r-brueniger-ag.ch

Jean-Marc Cavedon

PSI, 5232 Villigen – PSI

Tel. 056 310 27 24 – Fax : 056 310 44 81

E-mail : Jean-Marc.Cavedon@psi.ch

Charles Filleux

Basler & Hofmann AG

Forchstr. 395, 8032 Zürich

Tel. 044 387 11 22 – Fax : 044 387 11 00

E-mail : charles.filleux@baslerhofmann.ch

Jean-Christophe Hadorn

Base Consultants SA

8 Rue du Nant, c.p. 6268, 1211 Genève 6

Tel. 022 840 20 80 – Fax : 022 840 20 81

E-mail : jchadorn@baseconsultants.com

Robert Horbaty

ENCO Energie-Consulting AG

Munzachstrasse 4, 4410 Liestal

Tel. 061 965 99 00 – Fax : 061 965 99 01

E-mail : robert.horbaty@enco-ag.ch

Peter Jansohn

PSI, 5232 Villigen-PSI

Tel. 056 310 28 71 – Fax : 056 310 26 24

E-mail : peter.jansohn@psi.ch

Klaus Jorde

entec ag

St. Leonhardstr. 59, 9000 St. Gallen

Tel. 071 228 10 20 – Fax : 071 228 10 30

E-mail : jorde@entec.ch

Thomas Kopp

HSR Hochschule für Technik Rapperswil

Oberseestrasse 10, 8640 Rapperswil

Tel. 055 222 49 23 – Fax : 055 222 44 00

E-mail : thomas.kopp@hsr.ch

Reiner Mailänder

ENSI, Industriestrasse 19, 5200 Brugg

Tel. 056 460 86 19 – Fax : 056 460 84 99

E-mail : reiner.mailaender@ensi.ch

Rudolf Minder

Minder Energy Consulting

Ruchweid 22, 8917 Oberlunkhofen

Tel. 056 640 14 64 – Fax : 056 640 14 60

E-mail : rudolf.minder@bluwin.ch

Stefan Nowak

NET Nowak Energie & Technologie AG

Waldweg 8, 1717 St. Ursen

Tel. 026 494 00 30 – Fax : 026 494 00 34

E-mail : stefan.nowak@netenergy.ch

Pierre Renaud

Planair SA, Crêt 108 a, 2314 La Sagne NE

Tel. 032 933 88 40 – Fax : 032 933 88 50

E-mail : pierre.renaud@planair.ch

Stephan Renz

Beratung Thoma & Renz

Elisabethenstr. 44, Postfach, 4010 Basel

Tel. 061 271 76 36 – Fax : 061 272 57 95

E-mail : renz.btr@swissonline.ch

Claude Vaucher

SBF/SER, Hallwylstrasse 4, 3003 Bern

Tel. 031 322 74 79 – Fax : 031 322 78 54

E-mail : claudio.vaucher@sbf.admin.ch