

# REVUE TECHNIQUE LUXEMBOURGEOISE

REVUE TRIMESTRIELLE DE L'ASSOCIATION LUXEMBOURGEOISE DES INGENIEURS, ARCHITECTES ET INDUSTRIELS 3 | 2012



## Besoin d'équipements et de mobilité ? Bénéficiez d'une solution de financement flexible et personnalisée.

Vous avez des besoins en équipement, envie de renouveler votre parc automobile ou de compléter votre matériel IT ? Leasing financier ou opérationnel, la Banque Internationale à Luxembourg vous propose un financement à la carte.

Nos Responsables de relation sont à votre disposition pour trouver la formule de financement la mieux adaptée à vos projets.

[www.bil.com](http://www.bil.com)







**TERRASSEMENT TRAVAUX DE VOIRIE TRAVAUX D'INFRASTRUCTURE POUR ZONES INDUSTRIELLES ET LOTISSEMENTS BATTAGE DE PALPLANCHES PAR VIBRO-FONCAGE PLOUX FORES EN BETON ARME DEMOLITIONS METALLIQUES ET DE BETON ARME TRAVAUX EN BETON ARME FOURNITURE DE BETONS PREPARES**

**Baatz Constructions S.à.r.l.**  
1, Breedewues · L 1259 Senningerberg  
tel 42 92 62 1 · fax 42 92 61

**BAATZ**

GENIE CIVIL  
CONSTRUCTIONS





# \_INDEX

06_ agenda_	manifestations aliai-ali-oai
07_ livres_	
08_ la vie des associations_	les mécènes
10_	rundreise schottland
12_	festival des cabanes 2013
13_	de nouveaux diplômés et une nouvelle initiative
14_	cycle de formation 2012/2013
18_ articles_	Philippon - Kalt architectes   solaire thermique en façade à paris
22_	HTW des Saarlandes   bowooss
24_	Dipl.-Ing. Dirk Mangold   solar district heating in germany – findings and prospects
28_	Dipl.Ing. Hannes Guddat   vers une architecture économique
30_	Prof. Manfred Ortner & Ass.   galerie unter strom
32_	eco²building   ökonomie und ökologie für effiziente gewerbebauten
36_ dossier_	Prof. Dr. Ing. Jan Knippers, Prof. HG Merz   drei jahrhunderte gebaute operngeschichte
40_	HLG Ingénieurs-Conseils   neckelshaus
42_	architecture + aménagement s.a. bertrand schmit   service des eaux
46_	Hochschule Bochum   mit sonnenenergie um die welt
50_ tribunes libre_	Paul Zeimet, Generalsekretär SEO   zusätzliche 11,5 mw windenergie in binsfeld
52_	Romain BECKER, CEO Creos   approvisionnement du luxembourg en énergie électrique
55_	M. Hofmann, KPMG   innovative partnerschaften als schlüssel einer zukunftsfähigen mobilität
56_	Dr.-Ing. Marcel Oberweis   kreativität für die vierte industrielle revolution ist gefragt
60_	Dipl.-Ing. Guido Becker, Dipl.-Wirtsch.-Ing. Marc Schmitz   photovoltaik-anlagenleistung
64_	Enovos   la plus grande installation de biogaz à limburg
68_ partenaires_	Ing. Christian Rech, CIMALUX   béton à vivre
70_	Foyer Assurances   tous risques chantier
72_	Alexandre Bertrand, CRP Tudor   smartheatflow
73_	Luxinnovation   masterclass 2012
74_	Valerie Huet, CRM Group Liège, Prof. Dr. Olivier Vassart, ArcelorMittal R&D   villavenir
78_	Goodyear innovation center Luxembourg   business inside
83_ pub_	Ing.Dipl. Henri Colbach, 3Dprint   les maquettes et prototypes s'impriment
84_ événements_	



cover + photo © Bohumil KOSTOHRYZ | boshua | Service des eaux

revue publiée par\_



www.ali.lu



www.oai.lu



www.tema.lu

**A L I A I**  
 ASSOCIATION LUXEMBOURGEOISE DES  
 INGÉNIEURS - ARCHITECTES - INDUSTRIELS  
 www.aliai.lu



partenaires de la revue\_

**REVUE TECHNIQUE LUXEMBOURGEOISE**

www.revue-technique.lu

édition 3/2012 4.000 exemplaires

rédacteur en chef Michel Petit  
 responsable Sonja Reichert  
 graphisme Bohumil Kostohryz  
 t 26 73 99 s.reichert@revue-technique.lu

revue trimestrielle éditée par

L'Association Luxembourgeoise des Ingénieurs, Architectes et Industriels  
 6, boulevard Grande-Duchesse Charlotte L-1330 Luxembourg  
 t 45 13 54 f 45 09 32

revue imprimée sur du papier\_



**Sources Mixtes**  
 Groupe de produits issus de forêts  
 bien gérées, de sources contrôlées  
 et de bois ou fibres recyclés  
 www.fsc.org Cert no. CU-COC-812363  
 © 1996 Forest Stewardship Council



# \_AGENDA



## 18 octobre 2012 à 19h

*Conférence*

Luxinnovation

La recherche et l'innovation les enjeux et les cartes à jouer au Luxembourg

Gilles Schlessler, directeur Luxinnovation

## 26 octobre 2012 à 16h

*Visite guidée*

Le projet Athénée

structure temporaire

Inscription sur [www.aliai.lu](http://www.aliai.lu)

## 6 novembre 2012 à 19h

*Vortrag*

eco2building

Energieeffiziente Industrie- und

Gewerbegebäude, die sich rechnen

## 6-23 novembre 2012

*Ausstellung*

«eco2building: energieeffiziente Industrie- und Gewerbegebäude, die sich rechnen»

Forum da Vinci, Galerie-Foyer

9h-12h & 14h-16h

## 20 novembre 2012 à 19h

*Conférence*

Léonard de Vinci et l'innovation dans le domaine des machines à la Renaissance

Prof. Pascal Brioist, agrégé d'histoire, maître de conférences en histoire (Université de Tours)

## 21 novembre 2012 à 19h

*Soirée des Mécènes et des Amis de l'ALIAI*

## 25 mai - 1er juin 2013

Voyage d'étude Ecosse

Infos/Ref: VSL151820;

[anne.lehmann@sales-lentz.lu](mailto:anne.lehmann@sales-lentz.lu)

t 26256035

## OAI

ORDRE DES ARCHITECTES  
ET DES INGENIEURS-CONSEILS

## 13 octobre - 21 octobre 2012

Foire d'Automne

Participation OAI: exposition sur les lauréats et mentionnés du Bauhärepräis 2012  
LuxExpo

## 5 novembre 2012

Date limite pour l'inscription des participants au Festival des Cabanes 2013

## 15 - 16 novembre 2012

Foire de l'Etudiant

Participation OAI: stand commun avec l'ANEIL, l'Ordre des Géomètres, l'ALI.  
LuxExpo

## 19 novembre 2012

Séance d'information pour les participants au Festival des Cabanes 2013  
Forum da Vinci - Salle da Vinci

## 26 novembre 2012 à 18h

Cycle de tables-rondes/conférences OAI: les mercredis de l'OAI

Thème: Mission impossible?

Les concepteurs selon leur déontologie sont tenus d'intégrer et d'équilibrer les intérêts du maître d'ouvrage / client, l'intérêt général (cadre de vie durable, de qualité) et celui des utilisateurs. Une chance pour la ville de nos rêves?

Forum da Vinci - Salle da Vinci

## Informations

OAI - Ordre des Architectes et des Ingénieurs-Conseils

Tél 42 24 06 Fax 42 24 07

[oai@oai.lu](mailto:oai@oai.lu) [www.oai.lu](http://www.oai.lu)



## 11 octobre 2012 à 18h

Engineering Trainee Days, remise des prix

## 15 octobre 2012 à 19h

*Conférence*

Professionnalisation de l'architecture d'urgence

Shelter Research Unit IFRC-SRU

## 17 novembre 2012

Remise des prix Fondation: Enovos

## 24 novembre 2012

en Lorraine en France

Journée SaarLorLux 2012

## 29 novembre 2012 à 19h

*Conférence*

Energy my learning factory

## 1 décembre 2012 à 11h

Brunching for Young Engineers



## LIVRES

© Bohumil KOSTOHRZYŹ | boshua | Service des eaux



### Procédés non traditionnels d'assainissement autonome

L'assainissement non collectif concerne plus de 5 millions de logements en France, essentiellement des logements individuels situés en zones d'habitat dispersé. Ce mode d'épuration des eaux usées est en effet bien adapté à ce type de zones pour lesquelles des investissements en matière de collecte des eaux usées seraient particulièrement élevés et injustifiés.

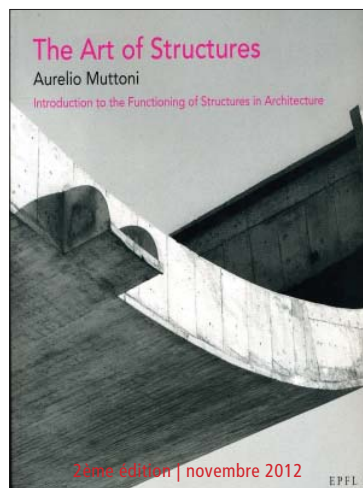
La spécificité des procédés décrits dans ce guide (procédés compacts de filtration, micro-stations et filtres plantés de roseaux) est de répondre aux problèmes d'emprise au sol importante des filières traditionnelles de l'assainissement autonome. Il s'agit d'un ensemble très varié de procédés (à cultures fixes, libres, etc.) ayant des modalités différentes de fonctionnement, de gestion et d'entretien.

Ce guide traite de la conception, de la mise en œuvre et de l'entretien des procédés préfabriqués et/ou assemblés qui entrent dans la procédure d'agrément ministériel. Les étapes de mise en œuvre sont détaillées et illustrées:

- \_ évacuation des effluents traités
- \_ implantation de l'installation
- \_ choix de la filière
- \_ étude à la parcelle
- \_ matériaux et matériels
- \_ mise en œuvre de la ventilation et des cuves
- \_ spécificités selon les dispositifs

Le présent guide est basé sur la procédure d'agrément ministériel, les Avis Techniques et la norme 12 566-3 + A1.

Plus de 95 illustrations en faciliteront sa lecture.



### L'art des structures une introduction au fonctionnement des structures en architecture

Muttoni, Aurelio

Ce panorama des structures portantes (arcs, câbles, voûtes, coupôles, poutres, cadres, etc.) analyse la façon dont les charges sont reprises et transmises jusqu'au sol, et explique les bases de l'équilibre en visualisant les efforts à l'intérieur d'ouvrages d'art historiques et modernes à l'aide d'outils graphiques. S'adresse aux ingénieurs et aux architectes.

Le thème de la structure constitue depuis toujours un aspect fondamental de la construction, intéressant aussi bien les ingénieurs que les architectes. Cet ouvrage consacré aux structures en architecture s'est donné pour objectif de contribuer à faciliter le dialogue entre ces deux domaines professionnels. «L'art des structures» offre un panorama complet sur les structures portantes et leur fonctionnement, en décrivant la manière dont les charges sont reprises et transmises jusqu'au sol. A cet effet, une approche intuitive est privilégiée: les bases de l'équilibre sont notamment expliquées en visualisant les efforts à l'intérieur d'ouvrages d'art historiques et modernes, à l'aide de simples outils graphiques.

L'ouvrage est organisé selon un parcours précis, débutant par une analyse des forces, des charges et des conditions nécessaires pour que les forces soient en équilibre. Il se poursuit avec une étude des concepts d'effort, de résistance, de déformation et de rigidité, permettant de comprendre comment une structure doit être dimensionnée. L'ouvrage analyse ensuite les structures sollicitées à la traction (câbles dans le plan, réseaux de câbles et membranes), celles sollicitées à la compression (colonnes, arcs, voûtes, coupôles et coques) et les structures combinées avec traction et compression (structures funiculaires, treillis, poutres, cadres, grilles de poutres, voiles et dalles). L'ouvrage se clôt par une étude du phénomène de l'instabilité des éléments comprimés et de ses conséquences sur la conception des structures porteuses.



### Concrete Architecture & Design

Manuela Roth

Aus dem Inhalt:

- \_ Clyfford Still Museum in Denver, USA (Allied Works Architecture)
- \_ Wohnresidenz Celosia in Madrid, Spanien (MVRDV)
- \_ Bridging Tea House in Beijing, China (Fernando Romero)
- \_ Steinskulpturenmuseum in Bad Münster, Deutschland (Tadao Ando)
- \_ Peres Friedenshaus in Tel Aviv, Israel (Massimiliano and Doriana Fuksas)

Kaum ein Material ruft so gegensätzliche Assoziationen hervor, einerseits stigmatisiert, andererseits zelebriert – Beton hat nichts von seiner Faszination verloren. Unbestritten ist sein fast unerschöpfliches Potential, immer neue Anwendungsweisen und -möglichkeiten machen ihn zu einem wertvollen Baustoff. Insbesondere in Kombination mit anderen Materialien zeigt sich eine erstaunliche Flexibilität in der Einsetzbarkeit. Neue Entwicklungen inspirieren Architekten und Designer zu innovativen und spannenden Lösungen.

Die in diesem Band vorgestellten zeitgenössischen Projekte zeigen eindrucksvoll, wie viele Gesichter Beton haben kann und wie viel gestalterische Möglichkeiten diesem Baustoff innewohnen. Die Publikation zeigt in beeindruckender Bildsprache und versierten Texten die stete Aktualität und unnachahmliche Faszination von Beton.

LIVRES EN VENTE CHEZ

**promoculture**

LIBRAIRIE TECHNIQUE ET SCIENTIFIQUE

14, rue Duchscher (Place de Paris)  
L-1424 Luxembourg - Gare

T 48 06 91 F 40 09 50

info@promoculture.lu  
www.promoculture.lu





**FA VINCI**  
FORUM OF ARCHITECTURE, ENGINEERING,  
SCIENCE AND TECHNOLOGY



# LES MÉCÈNES\_

de la Fondation Luxembourgeoise des Ingénieurs, Architectes et Industriels

Si nous ne savons pas encore comment imaginer une sortie de crise pour demain, nous avons tous aujourd'hui entre les mains le moyen d'aider à résoudre ses effets les plus graves: précarité, chômage, paupérisation de la culture, qui provoquent angoisses et rejet de l'autre. Ce moyen, c'est le don, la générosité, le partage, qui peuvent être pratiqués par tous les particuliers, riches ou moins riches, mais également par les entreprises. Cela s'appelle le mécénat.

La crise financière, puis économique globale ont mis en évidence la grande fragilité et vulnérabilité d'une économie nationale excessivement tributaire d'un secteur, le secteur tertiaire, voire d'une branche d'activités, celle des services financiers. Un ensemble plus équilibré d'activités économiques diverses, comportant également un secteur secondaire, industriel au sens large, renforcé, est dans l'intérêt de tous.

Tandis que l'ALIAI, Association des Ingénieurs, Architectes et Industriels, rassemblant l'ensemble des «gens du métier» au Luxembourg, s'attache à contribuer activement à un changement de mentalité et une prise de conscience dans le public, en essayant notamment:

- \_de faire mieux saisir et comprendre l'importance essentielle de l'industrie et de ses produits dans les conditions matérielles de la vie d'aujourd'hui,
- \_de corriger une image de marque souvent largement négative, basée sur des préjugés et des vues dépassées, dont des éléments-clés sont le travail mal payé, les conditions de travail difficiles, souvent insalubres, voire dangereuses, les nuisances et les pollutions,
- \_d'expliquer le fonctionnement de l'industrie et le travail dans l'industrie,
- \_de présenter le grand choix de métiers, d'emplois, de fonctions et de tâches intéressants que le secteur peut offrir, à tous les niveaux de formation, en commençant par le domaine des sciences naturelles appliquées, de la recherche et du développement,
- \_de présenter des métiers sans lesquels il n'y aurait ni grandes réalisations architecturales ni prouesses technologiques, et que l'on retrouve dans tous les secteurs de l'économie,
- \_d'encourager des jeunes à entreprendre des études scientifiques et techniques, notamment universitaires, de les

conseiller et guider dans ces études et de les aider à trouver un premier emploi.

L'objet premier de la Fondation Luxembourgeoise des Ingénieurs, Architectes et Industriels consiste à offrir l'enceinte et l'infrastructure technique nécessaires aux conférences, formations, expositions et débats nécessaires à cet effet.

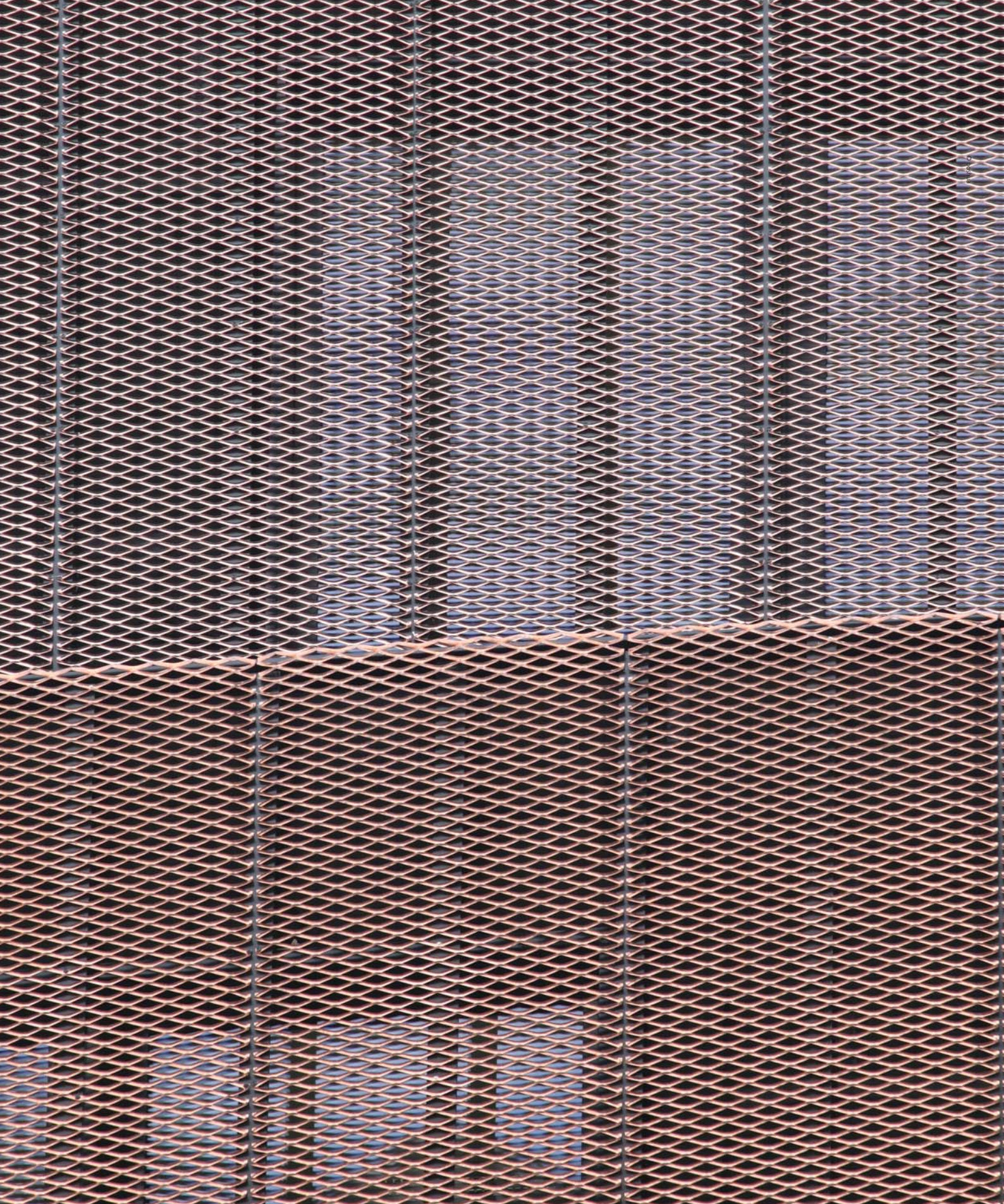
Les mécènes de la Fondation FLIAI sont les entreprises qui la soutiennent, certaines depuis de nombreuses années, grâce à des contributions régulières en faveur de la promotion des objectifs prénommés, de l'ingénierie, de l'architecture et de l'industrie au Luxembourg. Leurs apports généreux constituent une participation indispensable au développement et à la réalisation des projets et des objectifs cités.

MERCI POUR VOTRE SOUTIEN !

## Informations

FLIAI Fondation Luxembourgeoise des Ingénieurs-Architectes-Industriels  
ALIAI Association Luxembourgeoise des Ingénieurs-Architectes-Industriels  
6, bd. Grande-Duchesse Charlotte 1330 Luxembourg  
T +352 45 13 54 | M aliaiasbl@pt.lu | F +352 45 09 32





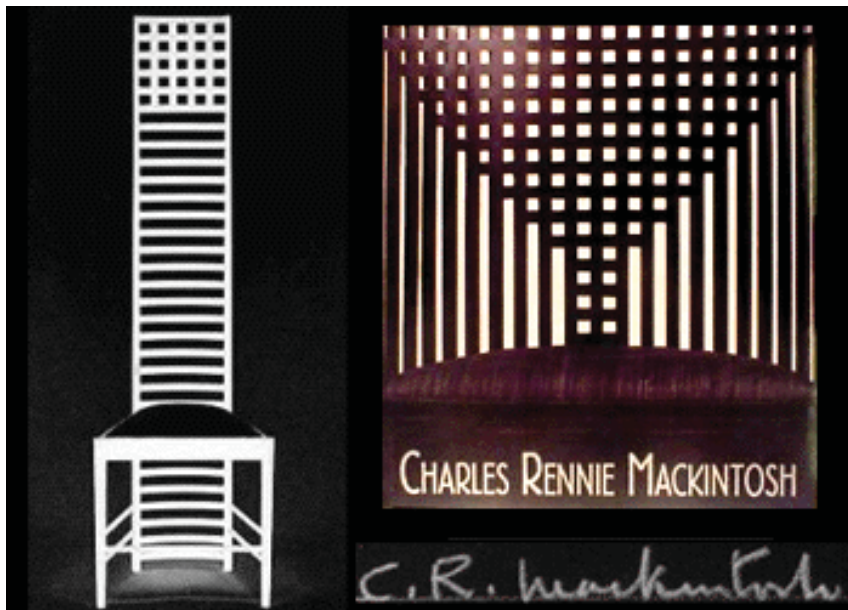
\_mécènes de la fondation





# RUNDREISE SCHOTTLAND\_

25. Mai bis 1. Juni 2013



## Charles René Macintosh

einer der bekanntesten schottischen Architekten und Designer des 19. und 20 Jahrhunderts. Stadtrundfahrt mit Schwerpunkt Architektur. Mittagessen. Besichtigung Glasgow School of Arts und Lighthouse, schottisches Zentrum für Architektur und Design.

## Architektur und Natur

Reise nach Helensburgh mit Besichtigung des Hill House. Mittagessen. Weiterfahrt durch das Glen Coe-Tal nach Inverness.

## Loch Ness

Morgens Besichtigung von Inverness, Schifffahrt auf dem Loch Ness und Besichtigung Urquhart Castle. Mittagessen. Am Nachmittag Besichtigung vom Dun Robin Castle.

## Ausflug in die Geschichte Schottlands

Besuch der mittelalterlichen Stadt Elgin: Kathedrale, Festungsanlage Fort George, Culloden Schlachtfeld. Mittagessen.

## Whisky und Königsschloss

Fahrt in Richtung Edinburgh, entlang des Malt Whisky Trail, Royal Deeside mit Zwischenstopp am Balmoral Castle. Besuch der Edradour Distillerie mit Mittagssnack und Kostprobe. Am Nachmittag Fahrt nach Edinburgh.

## Edinburgh, schottische Metropole

Stadtrundfahrt mit Besichtigung des Edinburgh Castle. Schottischer Abend.

## Hotels:

Glasgow: Jurys Inn Glasgow \*\*\*

Inverness: Hilton Caylumbridge \*\*\*\*

Edinburgh: Holiday Inn Edinburgh \*\*\*\*

Preisangebot pro Person für Teilnehmerzahl von 35 Personen:

Dreibett / Doppelzimmer 1 715 €

Einzelzimmer 2 106 €

Eingeschlossene Leistungen: Zubringerdienst, Flug mit KLM von Luxemburg nach Edinburgh und zurück via Amsterdam, Reise im klimatisierten Bus, 7 Übernachtungen inklusive Halbpension, 6 Mittagessen, Schottischer Abend mit 3-Gang Abendessen, musikalischer Umrahmung + Tanz, Besichtigungen nach Programm, 1 Polyglott Reiseführer pro Zimmer.

Nicht im Preis inbegriffen: Reiserücktrittsversicherung, Getränke und Trinkgelder, alle nicht erwähnten Leistungen und Mahlzeiten.

Anmeldung bis 31.12. 2012

t 26 25 60 35, f 26 25 60 62

anne.lehmann@sales-lentz.lu

Referenznummer VSL151820







PRESENTEZ-VOUS DANS  
**PROFILS DE BUREAUX**

FAITES CONNAITRE  
**VOS PROJETS**

informez-nous de vos projets en cours ou réalisés

**RT 04 | 2012**

THÈMES **INDUSTRIE, COMMERCE**

**RT 01 | 2013**

THÈMES **TOIT-PLAT, PAYSAGISTE**

ANNONCEZ VOS  
**RECHERCHES D'EMPLOI**

PUBLIEZ VOS  
**ANNONCES**



Suite au succès des éditions précédentes (2007 et 2010), le Service National de la Jeunesse (SNJ) et l'Ordre des Architectes et des Ingénieurs-Conseils (OAI) invitent les jeunes à participer à la troisième édition de ce concours de construction de cabanes.



LE GOUVERNEMENT  
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG  
Ministère de la Famille et de l'Intégration  
Service National de la Jeunesse



Lancement du concours

## FESTIVAL DES CABANES 2013\_



### Pourquoi organiser un festival des cabanes

Montrer le potentiel de créativité des jeunes dans un domaine original, les sensibiliser en matière d'architecture, les mettre en mesure d'assurer leur rôle de futur maître d'ouvrage conscient de sa responsabilité pour un cadre de vie durable, proposer un événement qui donne à des jeunes issus de milieux très différents la possibilité de collaborer à un projet commun, tels sont les objectifs principaux du SNJ et de l'OAI dans le cadre de cette initiative.

Pour l'édition 2013 il y aura deux concours parallèles. Le premier s'adresse à des jeunes de 12 à 25 ans pour la construction d'une cabane temporaire. Le deuxième concours s'adresse aux jeunes étudiants en architecture ou ingénierie (degré minimum «bachelor») et aux élèves de l'enseignement secondaire – régime de technicien – division «génie civil», ayant moins de 27 ans. Dans cette catégorie, le jury choisira une cabane qui sera installée de manière fixe à Esch/Alzette.

Pour les deux concours, les équipes doivent être composées de 4 à 6 personnes en provenance du Luxembourg ou de la Grande Région.

«Ce projet dans le domaine de la construction et de l'architecture s'inscrit dans un programme plus vaste que le SNJ a initié afin de soutenir la créativité des jeunes», a précisé Georges Metz, directeur du SNJ lors de son introduction.

### Du premier brouillon au dernier coup de marteau

Les groupes inscrits au concours développent leur projet d'une cabane: descriptions, croquis, maquettes, tout est permis afin de séduire le jury. «Pour cette édition, le thème retenu est celui du travail», précise Pierre Hurt, directeur de l'OAI, «un thème qui s'allie très bien avec la ville qui accueille le festival des cabanes construites en 2013».

Les constructeurs en herbe peuvent être accompagnés et conseillés par des architectes ou ingénieurs-conseils pour aller toujours plus loin dans leurs idées et leurs visions.

Ce sera en été 2013 que les jeunes vont réaliser eux-mêmes leurs projets sur le site du «Ellergronn» à Esch/Alzette. Ces cabanes seront accessibles au public au cours du mois de juillet 2013 dans le cadre du «Festival des cabanes».

### Calendrier

03.07.2012	Lancement du concours
05.11.2012	Date limite pour l'inscription
19.11.2012	Séance d'information
01.02.2013	Date limite pour la remise des dossiers
06.02.2013	Jury
18.02.2013	Proclamation des résultats
10. - 12.07.2013	Construction des cabanes temporaires et de la cabane fixe à Esch/Alzette
17.-28.07.2013	«Festival des cabanes»
Décembre 2013	Documentation sur l'événement

### Informations supplémentaires

M. Gary Muller  
t 247 86470 gary.muller@snj.etat.lu  
Mme Kim Schortgen  
t 247 86479 kim.schortgen@snj.etat.lu



L'Ordre des Architectes et des Ingénieurs-Conseils (OAI) et le Centre de Recherche Public Henri Tudor ont remis, ce lundi 17 septembre, en présence de Marco SCHANK, Ministre du Logement et Ministre délégué au Développement durable et aux Infrastructures, les certificats aux participants des formations qu'ils organisent conjointement: «Histoire de l'architecture», «Management de bureau et gestion de projets», «Confort et bien-être» et «Construction durable et matériaux de construction».



## DE NOUVEAUX DIPLÔMÉS ET UNE NOUVELLE INITIATIVE\_



Après un mot d'accueil par Bob STROTZ, Président de l'OAI, et Marc LEMMER, Directeur général du CRP Henri Tudor, Andreas BLADT, gestionnaire de formations au CRP Henri Tudor a présenté les chiffres clés du cycle 2011-2012 et le programme 2012-2013. Les formations inscrites dans une collaboration de plus de 8 ans entre l'OAI et le CRP Henri Tudor, et qui ont jusqu'à présent permis de former près de 2000 personnes, ont une nouvelle fois rencontré un franc succès. Pour chacune de ses formations, 85 % des 265 apprenants se sont en effet déclarés satisfaits de la formation reçue ! Comme à chaque fin de session, les participants ont pris part à un sondage dont les données une fois analysées et exploitées, ont servi à la définition du programme pour l'année 2012-2013. En effet, pour cette nouvelle édition, de nouvelles thématiques ont émergé: accessibilité, matériaux isolants et à faible impact environnemental, conception et aménagement durable des quartiers à l'échelle urbaine (Eco-quartiers), confort acoustique dans les bâtiments,...

Fort du succès de ce modèle de collaboration, les deux partenaires souhaitent le faire évoluer dans le temps et fédérer de nouveaux acteurs du secteur. Ainsi, Max VON ROESGEN, membre du Conseil de l'Ordre en charge du dossier formations, a présenté la table-ronde pour la formation dans la construction qui vient d'être lancée. Elle rassemble dans un esprit de complémentarité et de synergie toutes les parties prenantes dans le but de recenser l'offre de for-

mation disponible et d'identifier les pistes de collaborations potentielles. L'événement du 17 septembre fut l'occasion d'en présenter les premiers résultats: recensement des formations de tous les acteurs, organisation de formations en commun, création d'une rubrique «Formations secteur construction» sur [www.lifelonglearning.lu](http://www.lifelonglearning.lu).

Entre outre, Max VON ROESGEN a indiqué que le Lycée Josy Barthel de Mamer a lancé un nouveau BTS «Bâtiment et Infrastructures» en collaboration avec l'OAI. Ce nouveau BTS, ouvert aux détenteurs d'un diplôme de fin d'études secondaires ou secondaires techniques et menant au diplôme de brevet de technicien supérieur «Conducteur de projets», comportera des cours obligatoires et des cours facultatifs pour permettre la flexibilité et l'orientation nécessaire. Il sera axé sur l'apprentissage d'une méthodologie de travail plutôt que de donner une formation pointue et spécialisée dans un domaine.

Après son allocution, Marco SCHANK, Ministre du Logement et Ministre délégué au Développement durable et aux Infrastructures, a remis les certificats aux participants présents.

Le programme du «Cycle de formation pour architectes et ingénieurs-conseils 2012-2013» est dès à présent en ligne sur: [www.tudor.lu/training/OAI](http://www.tudor.lu/training/OAI), [www.oai.lu](http://www.oai.lu), rubrique «formations continues» > «oai» [info@tudor.lu](mailto:info@tudor.lu).

Remise des certificats en présence de Marco SCHANK, Ministre du Logement et Ministre délégué au Développement durable et aux Infrastructures le 17 septembre 2012

► **Management de bureau et gestion de projets**

*Modules 1-8*

\* Entre autres, recommandés aux stagiaires OAI et aux personnes débutant dans les professions OAI

► **Confort et Bien-être**

*Modules 9-10*

► **Construction durable  
Nachhaltiges Bauen**

*Modules 11-13*

► **Matériaux de construction**

*Modules 19-20*



**Organisé par | Organisiert von**

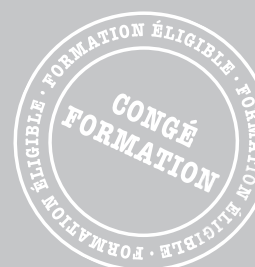
Ordre des Architectes et des Ingénieurs-Conseils  
Centre de Recherche Public Henri Tudor

OAI  
ORDRE DES ARCHITECTES  
ET DES INGÉNIEURS-CONSEILS

tudor  
PUBLIC RESEARCH CENTRE HENRI TUDOR



**Octobre 2012 - Mai 2013  
Oktober 2012 - Mai 2013**





# AGENDA 2012-2013

THEME   THEMA	DATE   DATUM	HORAIRE   UHRZEIT	LIEU   ORT
FR <b>Séance d'information</b> <b>GRATUIT</b> Services CRTI-B : CRTI-weB®, dossiers de soumissions,...	12/10/2012	16h00 - 18h00	Siège OAI
DE <b>Informationsveranstaltung</b> <b>GRATIS</b> Fördermöglichkeiten von Bauvorhaben (für Privatpersonen und Unternehmen)	15/01/2013	16:00 - 18:00	Siège OAI
FR <b>Module 1</b> Législation, déontologie et contrats spécifiques aux professions OAI ; documentation/outils OAI	06/11/2012	14h00 - 18h00	Siège OAI
FR <b>Module 2</b> Droit des sociétés, droit du travail et responsabilités dans la construction	09/11/2012	14h00 - 18h00	Siège OAI
FR <b>Module 3</b> Législation et jurisprudence dans un projet de construction et d'infrastructure	15/11/2012	14h00 - 18h00	Siège OAI
FR <b>Module 4</b> Gestion administrative et financière du bureau	22/11/2012	14h00 - 18h00	Siège OAI
FR <b>Module 5</b> Législation et jurisprudence dans un projet d'urbanisme	29/11/2012	14h00 - 18h00	Siège OAI
FR <b>Module 6</b> Gestion des ressources humaines	07/12/2012	14h00 - 18h00	Siège OAI
FR <b>Modules 7+8</b> <b>1 JOUR</b> Gestion de projet de construction et d'infrastructure dans le cadre de la collaboration Architectes-Ingénieurs	14/12/2012	08h00 - 18h00	Siège OAI
FR <b>Module 9</b> <b>NEW</b> Le confort acoustique dans les bâtiments	10/01/2013	14h00 - 18h00	CRP Henri Tudor
DE <b>Modul 10</b> <b>NEW</b> Barrierefreies Bauen	18/01/2013	14:00 - 18:00	CRP Henri Tudor
FR <b>Module 11</b> <b>NEW</b> Conception et aménagement durable de quartiers de ville (éco-quartiers)	24/01/2013	14h00 - 18h00	CRP Henri Tudor
DE <b>Modul 12</b> <b>NEW</b> ZeroEmission - lowEx Technologie für neue und bestehende Gebäude	01/02/2013	14:00 - 18:00	CRP Henri Tudor
FR <b>Module 13</b> Calcul des ponts thermiques : principes physiques et approche dans la pratique	08/02/2013	14h00 - 18h00	CRP Henri Tudor
DE <b>Modul 14</b> Haustechnik/Lüftungstechnische Maßnahmen im Altbau	21/02/2013	14:00 - 18:00	CRP Henri Tudor
FR <b>Module 15</b> <b>NEW</b> Systèmes de chauffage et monitoring de bâtiments résidentiels	28/02/2013	14h00 - 18h00	CRP Henri Tudor
DE <b>Modul 16</b> Altbaumodernisierung mit Passivhauskomponenten - Prinzipien, Energiekonzept, Bauphysik - "Lessons learned"	07/03/2013	14:00 - 18:00	CRP Henri Tudor
DE <b>Modul 17</b> Passivhausstandard im Nichtwohnungsbau	14/03/2013	14:00 - 18:00	CRP Henri Tudor
DE <b>Modul 18</b> <b>NEW</b> Kosten senken durch eine nachhaltige Gebäudeplanung - Lebenszykluskostenberechnung in Theorie und Praxis	21/03/2013	14:00 - 18:00	CRP Henri Tudor
FR <b>Module 19</b> Le bois dans la construction : conception et aspects techniques	11/04/2013	14h00 - 18h00	CRP Henri Tudor
FR <b>Module 20</b> Conception et mise en œuvre des produits verriers	19/04/2013	14h00 - 18h00	CRP Henri Tudor
FR <b>Module 21</b> Immeubles de bureaux et d'habitation : constructions en acier et acier-béton	25/04/2013	14h00 - 18h00	CRP Henri Tudor
FR <b>Module 22</b> Béton & innovation : aspects technologiques, cadre normatif et durabilité	02/05/2013	14h00 - 18h00	CRP Henri Tudor
FR <b>Module 23</b> <b>NEW</b> Matériaux à faible impact environnemental pour l'isolation thermique et l'étanchéité	16/05/2013	14h00 - 18h00	CRP Henri Tudor
FR <b>Module 24</b> <b>NEW</b> Matériaux intelligents et innovants pour la construction	23/05/2013	14h00 - 18h00	CRP Henri Tudor

## CONTACT | KONTAKT

Valérie MULLER | Centre de Recherche Public Henri Tudor | 29, avenue John F. Kennedy | L-1855 Luxembourg  
Tel : +352 42 59 91 - 300 | Fax : +352 42 59 91 - 777 | [formation@tudor.lu](mailto:formation@tudor.lu)



**Source d'énergie** La couleur est une forme d'audace –  
Les systèmes d'aménagement USM dynamisent votre intérieur.

Demandez-nous une documentation détaillée ou visitez nos distributeurs.

**BUROtrend**

Distribution Luxembourg: BUROtrend S.A., 5, rue de l'Eglise B.P. 1067, L-1010 Luxembourg  
Tél. +352 48 25 68 1, Fax +352 48 29 66, info@burotrend.lu, www.buro.lu  
Headquarter: USM U. Schärer Söhne AG, Münsingen Suisse  
www.usm.com

**USM**  
Systèmes d'aménagement



# Une exclusivité mondiale Loewe : la télévision dans toute la maison.

Regardez la télévision à toute heure et en tout lieu grâce  
à la technologie Loewe Connect et à la fonction Follow-Me.

La technologie de lecture en transit DR+ et la fonction Follow-Me permettent à toute émission de télévision de vous suivre à la trace plutôt que le contraire. L'enregistreur de données sur disque dur DR+ autorise l'interruption de toute émission, puis sa reprise sur n'importe quel autre téléviseur Loewe installé dans votre habitation. La transmission des signaux de télévision s'effectue par l'intermédiaire de votre réseau domestique.

Découvrez la technologie Loewe Connect chez votre spécialiste Loewe  
ou sur le site [www.loewe.be](http://www.loewe.be).



**LUXEMBOURG** (siège)  
4-8, rue de l'Acierie • L-1112 Luxembourg  
Tél.: 49 94 66 1 • Fax: 49 94 66 240  
Contact : Marc LORENT

**ESCH-SUR-ALZETTE**  
28-32, rue du Canal • L-4050 Esch/Alzette  
Tél.: 54 53 43-1 • Fax: 54 53 44  
Contact : Laurent MARX

Productdesign: Loewe Design, Design 3

# LOEWE.

L'agence Philippon-Kalt a livré, face à la station Barbès, le premier immeuble de logements sociaux à Paris disposant d'une façade en panneaux solaires thermiques.

PHILIPPON - KALT ARCHITECTES

Logements sociaux innovante

## SOLAIRE THERMIQUE EN FAÇADE À PARIS\_

Philippon - Kalt architectes



© G. Kalt

### Façade performante et atypique en site protégé

17 logements sociaux destinés aux plus faibles revenus ont été créés dans un environnement très contraint avec une volonté de mettre en oeuvre des techniques environnementales innovantes.

La façade affiche ses panneaux solaires thermiques sur le boulevard de la Chapelle, captant ainsi les apports solaires gratuits en vue de fournir 44% des besoins en eau chaude sanitaire. Un système de contrôle permet de vérifier la performance du système de production d'eau chaude solaire. Les capteurs Robin Sun, en l'absence d'avis technique, ont fait l'objet d'un avis de chantier spécifique pour l'opération. Double peau, double usage, les panneaux solaires renvoient l'image d'une façade technique performante, atypique dans le périmètre de protection de Monuments Historiques.

Elle préserve l'intimité des logements des vues des passagers du métro aérien et offre des loggias privatives protégées des nuisances sonores du Boulevard de la Chapelle par des masques acoustiques formant claustra.

### Mixité typologique et prolongements privatifs extérieurs pour chaque logement

Le jeu de transparence du hall, les vues des paliers sur le jardin planté, et l'implantation du local vélo au coeur du projet renforcent les liens entre les habitants de l'immeuble collectif et ceux des logements intermédiaires en duplex.

Ces derniers accèdent à leurs logements depuis leurs terrasses privatives, en RDC et au 2ème. Les logements sur rue ouvrent leurs larges baies sur des loggias filantes exposées au sud. A l'automne, les tons flamboyants des érables font écho aux ponctuations rouges des portes des maisons et de la toile protégeant les vélos des intempéries.

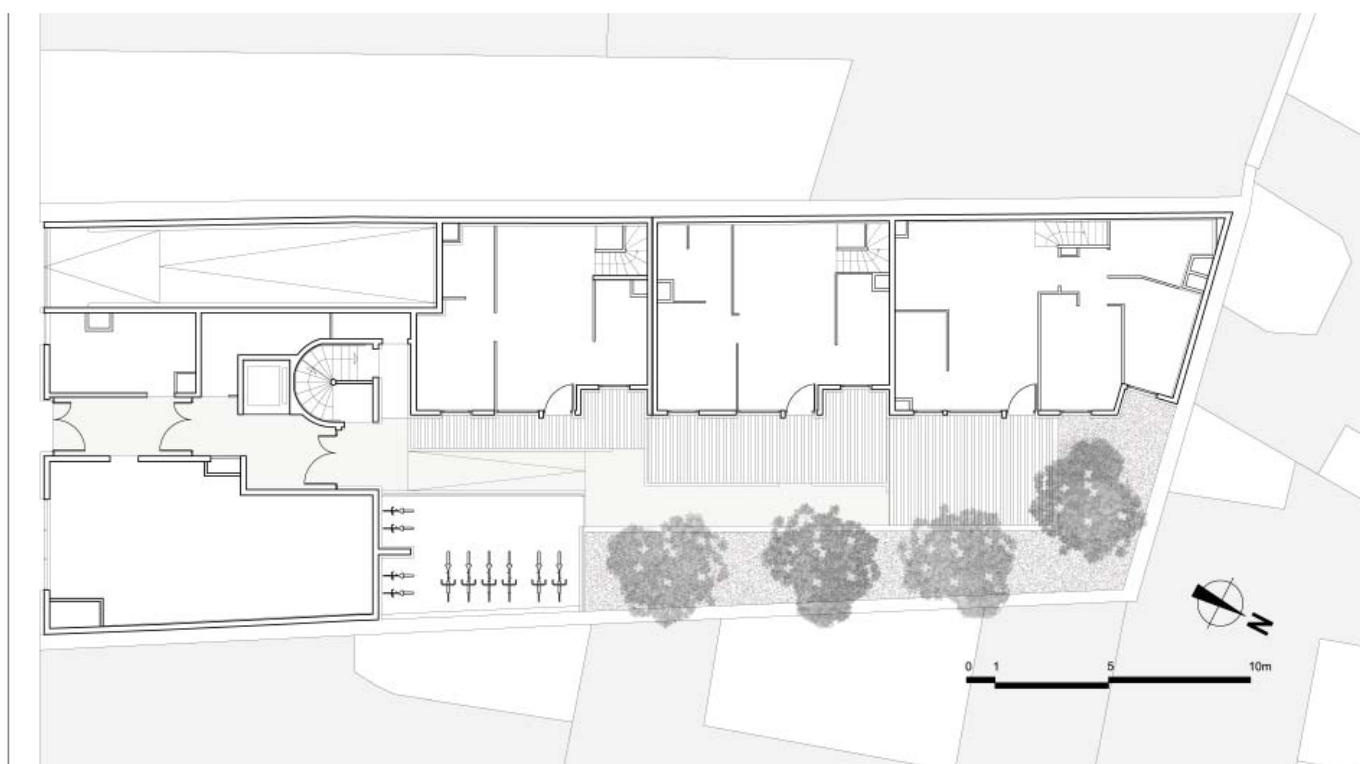




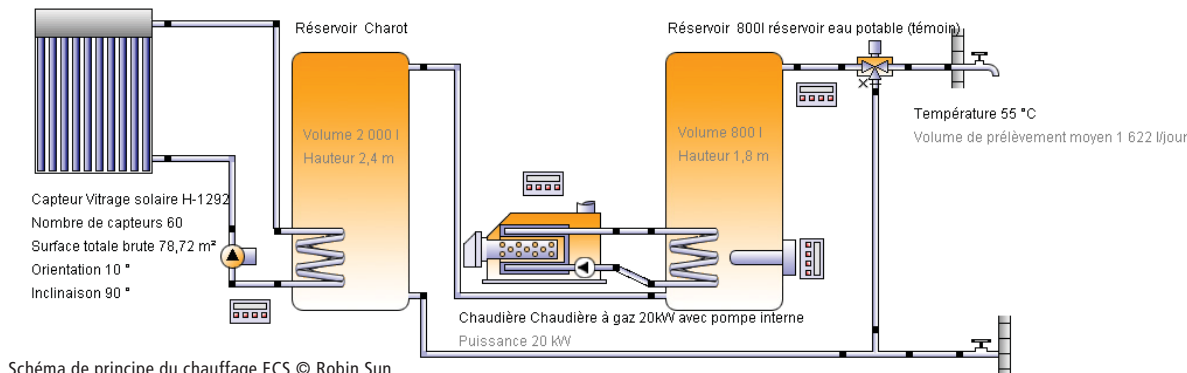
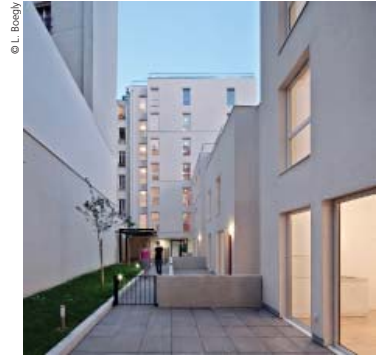




© L. Boegly







### Solutions techniques environnementales contextuelles

Sur rue, compte-tenu d'un environnement très contraint (classe BR3), le complexe de façade non porteur se réduit aux composants nécessaires à une isolation thermique et acoustique optimum. Il est habillé d'un parement en acier thermo-laqué clair pour diffuser la lumière vers l'intérieur des logements, via la face interne réfléchissante des capteurs.

Sur cour, le principe classique d'isolation par l'extérieur a été retenu et les toitures terrasses des maisons de ville végétalisées. Enjeu environnemental fort, les eaux pluviales sont stockées, filtrées et réutilisées pour l'arrosage et le nettoyage des parties communes.

### Parti architectural et contexte urbain

Sur un terrain bien exposé, la façade revendique l'engagement environnemental de la maîtrise d'ouvrage et de la maîtrise d'œuvre ainsi que leur volonté d'insérer le projet dans la Ville.

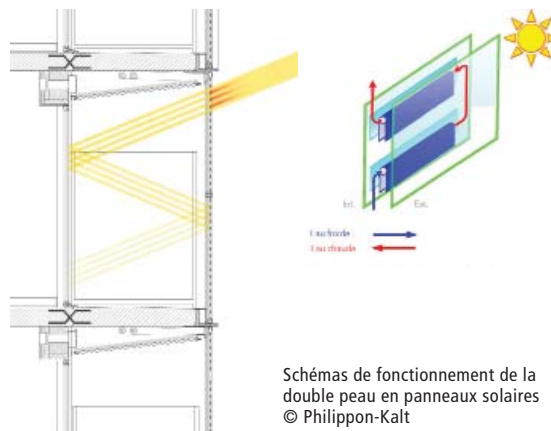
Implantée à côté d'une dent creuse, la façade revisite la composition tripartite classique des façades parisiennes. Ici, la partie centrale, affirmée par un cadre à l'échelle de la façade, est détachée du soubassement par le joint creux des ventelles noires.

Le rythme aléatoire des panneaux vitrés des capteurs anime d'une composition abstraite cette baie, estompant la matérialité de la structure porteuse des planchers, réduite à une fine ligne d'aluminium.

Toute la façade, en captant les apports solaires, prend vie sous l'effet de la météo changeante : les rayons du soleil font chatoyer les réflecteurs et projettent leurs ombres sur la face intérieure des loggias, les nuages et les lignes filantes des rames de métro se reflètent dans les vitrages.

En RDC, le commerce et les portes largement vitrées du hall traversant assurent une perméabilité entre la rue et le jardin intérieur, contribuant à l'animation de ce boulevard très passant du quartier de la Goutte d'Or.

www.philippon-kalt.fr



### IMMEUBLE COLLECTIF

de 12 logements et 5 intermédiaires  
avec 15 places de parking en sous-sol

maître d'ouvrage SIEMP

Architectes B. Philippon & J. Kalt

BET TCE R. Lourdin & SLH

Acousticien J.P. Lamoureux

Economiste ECRH

THPE Certification Cerqual profil A

SHON 1 490 M²

montant des travaux 2.8 M€ HT

livraison mars 2010

Der Sommerpavillon BOWOOSS verbindet traditionellen Holzbau mit filigraner Leichtbautechnologie. Das Ergebnis ist ein interdisziplinäres Forschungsprojekt, ausgeführt in handwerklicher Technik an der Schule für Architektur Saar, SAS, unter Leitung des B2E3 Institut für Effiziente Bauwerke (Prof. Göran Pohl), der Bauhaus- Universität Weimar (Prof. Dr. Jürgen Ruth), Fa. Holzbau Stephan mit dem AWI und dem Leichtbauinstitut Jena.

B2E3 HTW

Sommerpavillon an der Schule für Architektur, HTW des Saarlandes 2012

## BOWOOSS\_



© roland halbe architektur fotografie

Bei dem Forschungsansatz ging es um neue Erkenntnisse parametrischer Architektur und deren Transferpotential in traditionelle Werkstoffe und handwerkliche Fertigungstechnologie. BOWOOSS diente der Qualifizierung geeigneter Entwurfswerkzeuge und Schnittstellen in die Produktion. Generative Formfindungs- und Optimierungsverfahren wurden eingesetzt, um die CAD- Ergebnisse auf Fügetechnologien und in Fertigung, Transport und Errichtung umzusetzen. Das Ergebnis ist die Übersetzung der „schweren“ traditionellen Holzbautechnologie in eine Komposition von Volumen und Material, Leichtbau und Raum. BOWOOSS entstand im Rahmen des BIONA Forschungsprogramms (Bionik und Nachhaltigkeit), gefördert durch das BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung).

### **BOWOOSS-Forschungspavillon: Methoden und Resultat**

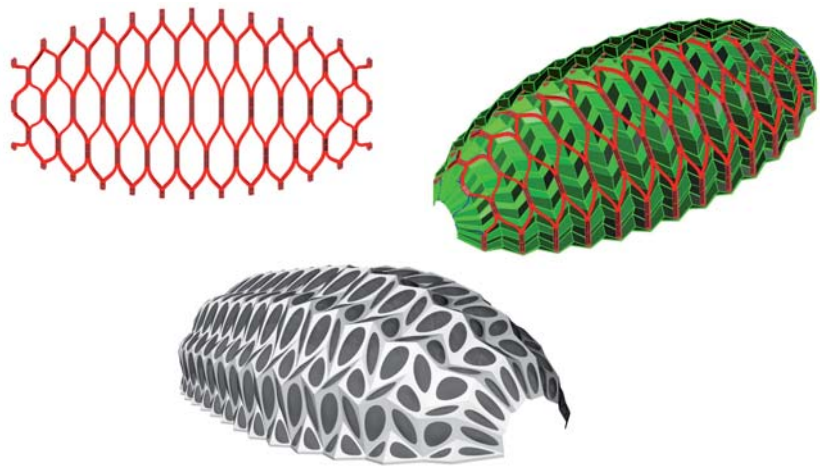
Das Bauwerk wurde im Rahmen des BMBF- geförderten Bionik- Forschungsprogramms BIONA errichtet. Nach vergleichenden Studien über Schalen in der Natur wurde mit der bionischen Methode „Pool Research“ (Klassifizierung biologischer und technischer Lösungsansätze, vergleichende Auswertung und Strukturierung der Ideenpotentiale) die

geometrische Bauform für den Sommerpavillon entwickelt. Evolutive Computeralgorithmen wurden eingesetzt, um die jeweils im vorhergehenden Entwicklungsschritt erarbeiteten „Individuen“ zu mutieren und weiterzuentwickeln.

Diatomeen (einzellige Algen) der Spezies *Synedrosphenia*, *Actinocyclus* und *Arachnodiscus* verfügen über morphologische Besonderheiten in ihren stabilen Zellhüllen. Im rechnerischen Modell bestätigte sich deren effiziente Tragstruktur als Kombination aus räumlich angeordneten Haupt- und Nebenrippen in Verbindung mit porenartigen Öffnungen.

Der Forschungspavillon BOWOOSS sollte eine in die Hülle integrierte Tragstruktur erhalten, welche trotz komplexer Form durch einfache Werkzeuge umgesetzt werden kann. Die auf der Basis der biologischen Vorbilder entworfenen Tragstruktur besteht aus geformten Brettschichtholzelementen, die Haupt- und Nebenträgerlagen ausbilden und im räumlichen Verbund mit der Hülle wirken. Das Bauwerk übersetzt die an biologischen Beispielen gewonnenen Erkenntnisse zu Faltung, Rippenstruktur und hierarchischer Struktur. Das hierarchische System ist wie beim Vorbild





(Actinoptychus und Arachnodiscus) mehrschichtig: nach Haupt- und Nebenrippen sind Flächen mit Poren ausgebildet, die in der Natur noch mehrere Stufen aufweisen können. Der komplexe Verbund ist Tragwerk und Hüllstruktur in einem. Die „organischen“ Rippen sind aus 60-80mm Brettstichtholz und mit den gefalteten Schalen aus 30mm Furnierschichtholz kraftschlüssig verbunden, welche im Verbund eine rippenunterstützte Faltschale bilden und eine selbststabilisierende Konstruktion ergeben.

Die Hülle bildet einen Filter, welcher Belichtung, Belüftung und Einsehbarkeit reguliert. In den Holzfaltungen der Pavillonhülle sind Porenstrukturen eingebracht, die generisch ermittelt und optimiert sind. Die Öffnungen sind in Bereichen minimaler Belastung angeordnet und haben ihre ovale Form durch statischen Nachweis und im physischen Modell erhalten. Sie sind für die Massenersparnis verantwortlich, die sich im geringen Transport- und Montagegewicht bemerkbar macht. Die einzelnen Öffnungen sind nicht- kontinuierlich ausgerundet, eine Methode, die an Lastübertragungsstrukturen von Pflanzen zu beobachten ist. Um die ausgeschnittenen Oval- Furnierschichtholzelemente weiterzuverwenden, wurden diese zu Möbeln gefügt.

Die Möglichkeiten moderner Computergenerierung verspricht zuweilen eine bauliche Umsetzung komplizierter Formen, die mit den linear arbeitenden Werkzeugen der Bauindustrie nicht umzusetzen ist. Ziel des Forschungsprojektes war es, die computergenerierten CAD- Daten herkömmliche Schneidwerkzeugen und handwerklichen Bearbeitungsverfahren der Holzindustrie zuzuführen, statt sie in robotergesteuerten CAM- Maschinen und 5-Achs- Fräsen zu verarbeiten, welche nur von wenigen Spezialbetrieben ausreichend beherrscht werden. Die generische Erzeugung der Faltpolytypologien geschah mit Blick auf die Funktionalität und Fertigungstechnologie. Die Datenübersetzung von der 3- dimensional digitalen Basis der Planung in eine bewußt flächig abwickelbar „handwerkliche“ Daten- und Materialwelt mußte entwickelt und getestet werden. Die Produktionsaufwendungen wurden vor dem Hintergrund der anforderungsgemäß schwierigen Geometrie immer wieder überprüft. Konstruktionsänderungen für eine Fertigungsoptimierung konnten in die Planung einfließen und

haben zu einem wirtschaftlichen Ergebnis geführt. Die Vereinfachung der Hülle in gerade

Flächenteile im Faltmodell erbrachte eine Erhöhung der Wiederholzahlen. Die Fügetechnologie verzichtet nahezu vollständig auf Stahlbauteile. Die Erkenntnisse erinnern zuweilen an Konrad Wachsmanns postulierte „Wendepunkte des Bauens“: durch Elementierung und Fügung wurden wertvolle Anstöße für eine Entwicklung der Planungs- (Software-)technologie, der Verfahrens- und Fertigungstechnologie und der Montage komplexer Hüllen im Bauen erfahren.

Die Entwicklung von BOWOOS hat auf der Suche nach effektiver 3D- Bauweise die biologischen Inspirationen mit generativer Methodik vereint und neue Quellen für parametrische Architektur entdeckt. „Komplexe Bauformen mit linearer Handwerkstechnik“: das Ergebnis ist die Komposition eines Raumes, ein hochkomplexes, dreidimensionales und sensibles Volumenerlebnis.

[www.htw-saarland.de](http://www.htw-saarland.de)

Bauherr, Ort:  
HTW des Saarlandes

Beteiligte

B2E3 Institut für effiziente Bauwerke an der  
Schule für Architektur Saar, HTW des Saarlandes,  
Prof. Göran Pohl (Projektleitung); Bauhaus- Universität Weimar, Prof. Dr. Jürgen Ruth; Fa. Stephan-  
Holzbau, AWI (Alfred-Wegener- Institut Bremerha-  
ven), Pohl Architekten, Abt. Leichtbauinstitut Jena

Abmessungen

L= ca. 16m, B= ca. 8m, H= ca. 4m

Material

BS- Holz und Furnierschichtholz

Forschung

2009-2011

Errichtung

Sommer 2012

Aufbauzeit

2 Tage

Temporärer Sommerpavillon bis November 2012

Solar district heating especially with long-term heat storage is one of the most promising solar technologies to supply energy for space heating and domestic hot water at a high solar fraction. Since 1996 several pilot plants of different size and with different diurnal and seasonal storage were realized in Germany, mostly as pilot installations within German research and demonstration programs.

*solites*

## SOLAR DISTRICT HEATING IN GERMANY – FINDINGS AND PROSPECTS\_

Dipl.-Ing. Dirk Mangold

The latest systems realized in Germany are the plants in Munich (in operation since 2007), in Eggenstein (since 2009) and Crailsheim (since 2009). A key-component of such installations is the seasonal heat storage, requiring large storage capacities combined with an efficient heat transfer for charging and discharging.

Solar heat cost for the new plants are calculated to 24 €/kWh for Munich and 19 €/kWh for Crailsheim (without VAT and subsidies). This means, for only twice the price of fossil fuel costs the CO<sub>2</sub>-emission of entire urban areas can be reduced to a half! To reach this goal, also other sustainable energy technologies like passive houses, combined heat and power production or biomass combustion are available. Depending on the distinctive prerequisites of every single project, solar assisted district heating with seasonal storage shows excitingly often competitiveness to these measures. Two main reasons are responsible for that: The large size of the system causes price reduction effects and the engineering progress that could be obtained by the R&D-programs leads to substantial cost reductions in storage technologies.

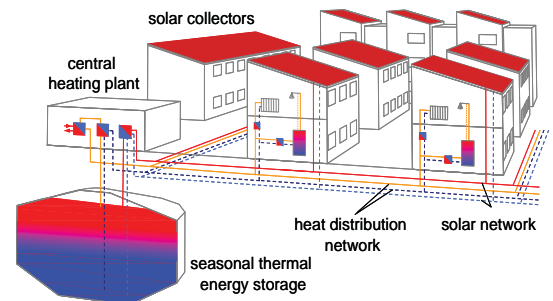
### TECHNOLOGY

#### Solar district heating

The integration of a large collector field in a block or district heating plant is the most economic opportunity to provide solar thermal energy in housing estates for the support of domestic hot water preparation and room heating. Block or district heating systems consist of a heating central, a heat distribution network and heat transfer substations in the connected buildings (Fig.1). Centralized heat production offers high flexibility concerning the choice of the type of energy used. It allows the application of a seasonal storage in an energy- and cost efficient way. In case seasonal heat storage is included in the plant, over 50 % of the fossil fuel demand of an ordinary district heating plant can be replaced by solar energy. The seasonal heat storage is included in the plant to store solar thermal energy during summer and provide solar energy also through the heating period in winter.

Solar assisted district heating systems are differentiated in systems with direct integration of the solar circuit and a solar fraction of 3 to 7 %, with short-term or diurnal heat

storage, designed to cover 10 to 20 % of the yearly heat demand for space heating and domestic hot water preparation by solar thermal energy, and solar systems with seasonal heat storage with solar fractions of 50 % and higher. The so called solar fraction is that part of the yearly energy demand that is covered by solar energy.



\_1 Scheme of a central solar heating plant with seasonal storage

To gain solar thermal energy large collector areas are installed on buildings that are preferably near to the heating central (Fig 2). The heat obtained from the collectors is transported via a solar district heating net to the heating central and is directly distributed to the buildings. The surplus heat of the summer period is fed into the seasonal heat storage. All over Germany the sun provides over two third of its yearly energy supply only during the summer period. Thus during the room heating period, when an ordinary



\_2 Solar collector area for district heating net on retrofit buildings in Crailsheim, Germany



residential house needs more than 80 % of its yearly energy demand, the sun provides not sufficient energy for higher solar fractions. With the beginning of the room heating period, the seasonal heat storage delivers solar thermal energy that is transported to the houses via the district heating net.

### Seasonal heat storage

During the past fifteen years of research on seasonal storage technologies four different types of storages turned out as main focus for the ongoing engineering research. Figure 3 gives an overview for these storage technologies. They are explained in detail in the following. The decision for a certain type of storage mainly depends on the local prerequisites like the geological and hydro-geological situation in the underground of the respective construction site. Above all an economical rating of possible storages according to the costs for a kWh of thermal energy that can be used from the storage allows the choice of the best storage technology for every single project.

#### Tank thermal energy storage

Tank thermal energy storage is built as steel or reinforced pre-stressed concrete tank, and as a rule, partially built into the ground. The storage is heat insulated on the outer surface of the tank construction. The storage volume is filled with water as storage medium.

#### Pit thermal energy storage

The usually naturally tilted walls of a pit are heat insulated and then lined with watertight plastic foil. The storage is filled with water and a heat insulated roof closes the pit. The roof can be floating on the water like in the storages in Denmark (Ottrupgard and Marstal) or is built like a self supporting structure as a rugged roof. Due to the fact that the construction of the roof over the storing "lake" is difficult and might be quite costly, some storages are filled with a gravel-water mixture as storage material. Heat is fed into and out of the storage directly or indirectly.

#### Borehole thermal energy storage (BTES)

In this kind of storage the heat is directly stored in the ground. U-pipes - the so called ducts - are inserted into vertical boreholes to build a huge heat exchanger. While water is running in the U-pipes heat can be fed in or out of the ground. The heated ground volume comprises the volume of the storage. The upper surface of the storage is heat insulated.

#### Aquifer thermal energy storage (ATES)

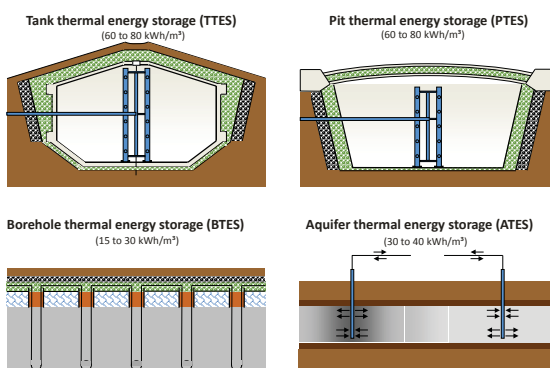
Naturally occurring self-contained layers of ground water - so called aquifers - are used for heat storage. Heat is fed into the storage via wells and fed out by reversing the flow direction. Aquifers cannot be found everywhere. Thus an extensive exploration program has to be passed for the building site before one can be sure that an aquifer thermal energy storage can be suitable.

### EXAMPLE - SOLAR DISTRICT HEATING "HIRTENWIESEN 2" IN CRAILSHEIM

#### System Concept

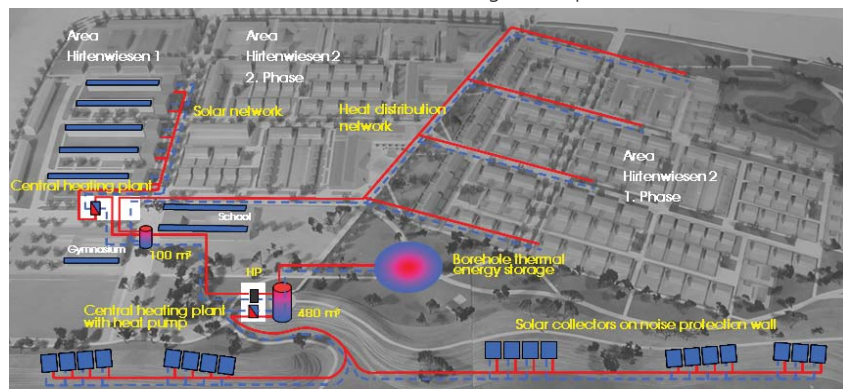
In Crailsheim-Hirtenwiesen a former military area is recently transferred into a new residential area (see Fig. 4).

The solar system is separated into two parts: a diurnal and a seasonal part (Fig. 5). The diurnal part consists of the solar collectors on the modernized buildings, the school and the gymnasium (see Fig. 4) and a 100 m<sup>3</sup> buffer tank that is located close to the school. The solar energy from this part can mostly be used directly to supply the heat demand from the Hirtenwiesen 2 area. The solar collectors on the noise protection wall together with the seasonal storage (BTES)

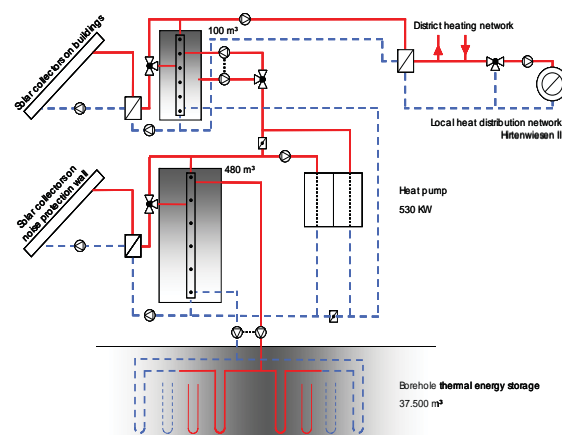


\_3 The four technologies for storing solar thermal energy seasonally

and a second water tank with 480 m<sup>3</sup> present the seasonal part of the system. The water tank of the seasonal part was added because of the high capacity rate of the solar collectors during summer. This high capacity rate cannot be charged directly into the BTES during daytime but has to be distributed over a longer time period.



\_4 Site plan of the solar assisted district heating system in Crailsheim, Germany



\_5 System concept of the solar assisted district heating system in Crailsheim, Germany

Heat from the seasonal part can be transferred to the diurnal part by a 300 m district heating pipeline either directly or via a heat pump. The heat pump allows a higher usability of the temperature difference of the seasonal heat storage and thus a higher storage capacity. In addition it reduces the temperature level in the storage and therefore results in lower storage heat losses. Furthermore the efficiency of the whole solar system becomes much more robust against high return temperatures from the heat distribution network.

### Solar Collectors

The solar collector area comprises altogether 7,500 m<sup>2</sup> of aperture area. A part of this area was realized within an energetic renovation as roof integrated solar collectors like shown in Fig. 2. The major part is situated on a noise protection wall (Fig. 6). To avoid high operation expenses for cutting the green around the collector fields an ecological concept was developed and realized for the south side of the noise protection wall.

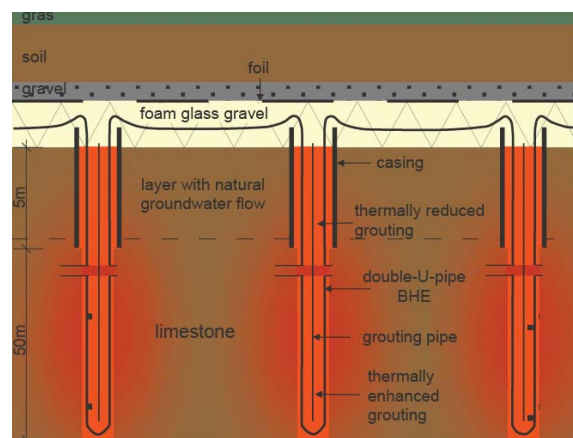
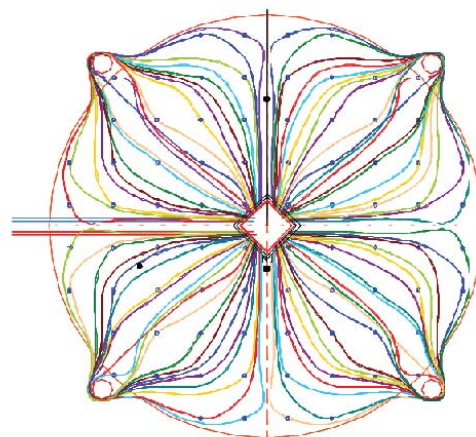


\_6 3.500 m<sup>2</sup> of flat plate collectors on the noise protection wall in Crailsheim

### Storage Concept

In the first construction phase the storage consists of 80 boreholes with a depth of 55 m. The storage volume (37,500 m<sup>3</sup>) is a cylinder with the boreholes situated in a 3 x 3 m square pattern, see Fig. 7. The ground heat exchangers are double-U-pipes made from cross-linked polyethylene (PEX). The storage volume will be doubled when the second part of the connected residential area is going to be built in some years.

The hydro-geological investigation showed an intermittent water movement in the upper part (5 m) of the storage volume. For this reason the boreholes were drilled with a bigger diameter in this part. After installation of the ground heat exchangers the lower part was filled with a thermally enhanced grouting material (thermal conductivity 2.0 W/mK), whereas the upper part was filled with a thermally reduced grouting material to reduce the heat transfer into this layer and thereby the thermal losses due to the water movement in this region. The horizontal piping on top of the storage is embedded into an insulation layer of foam glass gravel. On top of the insulation layer a protecting foil (water-tight but open for vapor diffusion) and a drainage layer (gravel) are installed below a 1 to 2 m layer of soil.



\_7 Top view with horizontal piping and vertical cross-section of BTES in Crailsheim

In May 2012 the opening ceremony of Germany's largest solar thermal city Crailsheim-Hirtenwiesen 2 took place! Crailsheim is European champion in the European Solar League for middle sized cities.

### FINDINGS

#### Solar collector fields

Large collector fields require a careful planning and calculation of the tubing. Today most of the large collector fields in Germany are realized with minimized pipe length. If a lot of collector fields are connected in parallel like in Crailsheim (Fig. 6), a differential pressure regulating valve for each col-



lector field secures the same flow through each field.

If a lot of collectors are connected in series, the linear thermal expansion of the piping can reach impressing high figures, especially if the collectors cannot be cooled e.g. in case of a pump failure. Some new deliverers unfortunately had to focus problems with this and had to adjust parts of the collector fields.

Even in complex solar nets like in Crailsheim (see Fig. 9) the security concept for the entire solar circuit uses only one security valve that is situated in the heating central.

There is no air vent in the collector fields itself. The only de-aeration possibility of the solar circuit is an air vent that is situated in the heating central.

### Seasonal heat storage

Storage of sensible heat in large water tanks and in the underground in water pits, aquifer or boreholes are still the most economic solution for long-term respectively seasonal storage of large quantities of thermal energy. The selection of type depends on the local geological and hydro-geological conditions.

Well designed and constructed BTES is the most promising storage type from the technical and economic point of view. Nevertheless the local geological situation has to be analyzed very thoroughly in advance. Proper design based on extensive site investigation and correct construction is compulsory to avoid any environmental impact while drilling or operation. New techniques for site investigation like the Thermal Response Test deliver valuable data for design. For construction quality control is an important issue, prefabricated and tested BHEs for high temperatures and connection techniques like manifolds as well as grouting materials and pumps for grout injection in boreholes are commercially available from industry.

### System integration

Decisive for the optimum function of the solar system is its correct integration into the conventional heating system and the careful design of the solar part as well as of all other components for heat supply: district heating network, heat transfer substations and building services.

Direct hydraulic coupling of the heating system in the buildings to the solar district network has shown several advantages. First of all the district system can be operated at low supply temperatures, typical temperature drops at heat exchangers are avoided. Also low return temperatures down to 30 °C can be realized as shown in the project "Am Ackermannbogen" in Munich. Thus heat losses on the return line of the district system are negligible small. Direct domestic hot water preparation via a heat exchanger in each apartment avoids hot water boilers and hot water circulation. Thus the heat losses are reduced and the hygienic status is improved. Within the two years monitoring program the success of this concept could be proven.

### System performance

In general heat pumps are a favorable option to increase the useful temperature difference in storages and thus improve the economics of the storage. Additionally the operation in case of high return temperatures can be improved. The projects have shown the successful implementation of compression and absorption heat pumps.

In Crailsheim a newly developed heat pump is integrated into the system. The heat pump is characterized by a very high coefficient of performance (COP) referring to the temperatures of the heat source (the BTES) and the set point delivery temperature of 70 °Celsius.

The control has a significant high impact on the system performance and therefore requires concentration on this subject.

### PROSPECTS

The advantages of solar district heating are obvious. For the building stock it is one of the few possibilities to integrate renewable energies and in a lot of cases it is more cost effective than passive house retrofit.

With regard to variable conditions of the building stock new concepts have to be developed to meet the requirements regarding heat demand and temperature levels of the heating systems with solar district heating. With increasing refurbishment of the buildings in the future the heat demand will decline which can be compensated by expanding the district heat by connecting further consumers. Heating systems in existing buildings typically require high supply temperatures with a rather small difference between supply and return temperature. Integration of heat pumps can solve such problems.

The major problem for a fast implementation is still the high initial investment. But if this obstacle could be overcome, the known capital costs together with low maintenance and operation costs can guarantee prize stability for thermal energy on a long-term perspective.

In the upcoming years, further large-scale systems with seasonal heat storage will be built not only in Germany. Within the last years the interest on seasonal solar thermal energy storages internationally raised especially in Denmark, but also e.g. in Spain, Norway, Hungary, Austria, Canada and South Korea.

Ongoing R&D will focus on improving the cost-effectiveness of the storage technologies by a further reduction of the specific storage construction costs and by increasing the technical efficiency and durability and by this the useable heat output of the storage. More cost effective storage technologies are considered for the implementation in different applications like combined solar and biomass systems or a multi-functionality of the heat storage by combining short term buffer storage of waste heat from cogeneration with seasonal heat storage of solar thermal energy. For further information [www.saisonalspeicher.de](http://www.saisonalspeicher.de) is available in German language.

### Acknowledgement

The author thanks the German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU) for supporting these projects. The author carries full responsibility for the content of the paper.

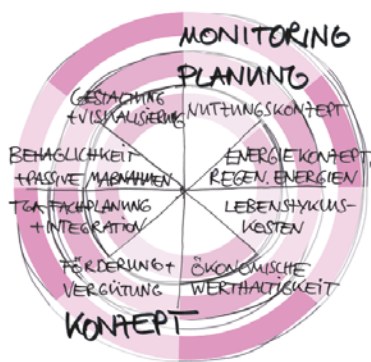
[www.solites.de](http://www.solites.de)

Gebäude sind langlebige Güter hoher Lebenserwartung. Ihr Erfolg hängt nicht zuletzt von einer hohen Nutzbarkeit und einer werthaltigen Gestaltung ab. Klimaerwärmung, Steigende Energiekosten und Ressourcenverknappung einerseits sowie neue gesetzgeberische Rahmenbedingungen und technische Innovationen andererseits stellen Planer und Bauherren heute vor neue komplexe inhaltliche und ökonomische Herausforderungen.



## VERS UNE ARCHITECTURE ECONOMIQUE\_

Dipl.Ing. Hannes Guddat



Bestandteile einer integralen Planung, Beispiel einer ganzheitlichen Energiebilanzierung (Quelle: soap architecture)

### Lebenszyklusbetrachtung in der integralen Planung

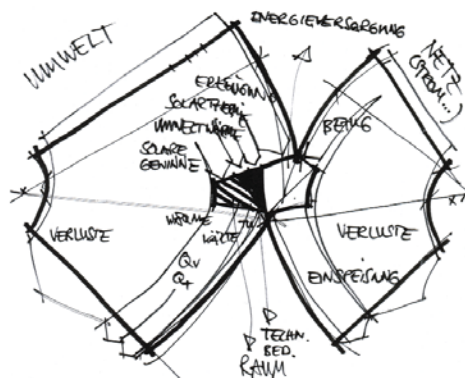
Die Methode der integralen Planung ist ein geeignetes Mittel, bereits von Beginn an alle für die Bauaufgabe maßgeblichen Qualitäten und Aspekte in ihrer technischen und gestalterischen Tragweite gemeinsam zu denken und zu lösen.

### Nutzung, Komfort, Behaglichkeit

Wollte man von allen relevanten Faktoren einen bestimmenden herausnehmen, so ist wohl die Qualität und Dauerhaftigkeit der Nutzung eines Gebäudes noch vor Lage und Energie als umfassendster Wert eines Objektes zu nennen, welcher die darauffolgenden Entscheidungen und Konsequenzen in Planung, Bau und Betrieb rechtfertigen muß.

Basierend auf realistischen Modellen der Nutzung, des Gebäudes und des lokalen Klimas kann durch intelligente passive Maßnahmen in Raum, Gebäudehülle und Konstruktion ein wesentlicher Grundstein für Behaglichkeit und Leistungsfähigkeit des Gebäudes geschaffen werden:

- \_Planung einer energieeffizienten Gebäudehülle
- \_Nutzung interner und solarer Wärmegevinne
- \_an Nutzung und Klima angepasste Bauteil- und Dämmstandards
- \_wirtschaftlicher Einsatz geeigneter Materialien (Raumklima, thermische Speichermasse)
- \_Intelligente Architektur und wärmebrückenfreie konstruktive Details
- \_sommerlicher Wärmeschutz und natürliche Lüftbarkeit



\_Energieeffiziente, klima- und bedarfsgerechte Gebäudetechnik

\_Möglichkeiten der Anpassung, Transparenz und Einflußnahme durch den Nutzer, Monitoring

### Aktive Energieeffizienz

Die passiven Planungselemente dienen hierbei primär der Verbesserung von Komfort und Behaglichkeit und damit der größeren Unabhängigkeit des Gebäudes von technischen Hilfsmitteln.

Unter Beachtung der Nutzungsprofile, des Klimas und natürlichen Ressourcen werden erst danach unter ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten die aktiven Komponenten energieeffizienter Gebäudetechnik, solarer und Umweltenergien zur Minimierung und Deckung der verbleibenden Bedarfe ausgewählt.

### Erneuerbare Energien, Erzeugung, Eigenbedarfsdeckung - wieviel Energie ist genug?

Für kommende aktive Gebäude ist eines der vorrangigen Ziele, nun optimierte Gesamtkonzepte für eine architektonische Integration und ökonomische Auswahl, Investition und Betrieb der Strom erzeugenden Technologien zu entwickeln. Wichtige Ziele hierbei sind:

- \_maximale zeitgleiche Deckung von Energieerzeugung und -nutzung über Jahr, Monat und Tag
- \_Kombination verschiedener Erzeugungen nach Bedarf und Lage
- \_Einsatz elektrischer und thermischer Tages- und Wochenspeicher
- \_Auswahl nach ökonomischen Kriterien wie Wartungskosten, Betriebsstunden oder Instandhaltung

Am hier dargestellten Projekt Lebenswerkraum in Freiburg (i.P.) werden neben einer hohen Energieeffizienz Solarthermie, Photovoltaik, Kraft-Wärme-Kopplung und Kleinwindkraft zur Erzeugung von Strom und Wärme, für das gesamte Objekt vorgesehen.

Die beste Variante für Standort und Nutzung ließ sich nach Vergleich der verschiedenen Gesamtbilanzen über Tag, Monat und Jahr ermitteln. Durch eine optimale Kombination läßt sich das Gebäude bis auf wenige Stunden und Tage im Jahr (2%) fast vollständig ohne externen Strombezug betreiben.



Langzeit-Modell der Instandhaltungskosten eines Gebäudes je nach Bauteil, Qualität und Nutzung (Quelle: soap architecture)

Was kann ein Pavillion - mit 300qm Photovoltaik - auf dem Campus leisten? So, wie die Photovoltaiktechnologie mittels ökologischer Stromgewinnung einen Mehrwert für die Gesellschaft generiert, muss der Pavillion mittels seiner Positions- und Funktionszuweisung einen Mehrwert für den Campus generieren. Als „Raumarbeiter“ positionieren wir das Volumen im Osten - an der einzig ungefassten Stelle des Campus und verweisen damit die Besucherparkplätze in die zweite Reihe.

POTSDAM / BERLIN

## GALERIE UNTER STROM\_

Prof. Manfred Ortner, Ass. Kristin Weber, Rene Kobel, Thomas Diehl, Dilek Durmaz, Prof. Eisele

Das neue Gebäude flankiert den Raum vor dem Hauptgebäude im Osten, wie der Annex II dies zukünftig im Westen übernimmt - so dass Terrasse und Campuswiese eine bauliche Fassung erhalten, um als Herzstück des Areals überhaupt lesbar zu werden.

Unsere Galerie bringt das "Schaufenster" aus der Innenstadt auf den Campus zurück; eine einfache Konstruktion - Bodenplatte, Stützen, Decke - mit umlaufender Haut, zwischen Hauptgebäude und Casino gut adressiert.

Die Photovoltaik wird verfremdet, abstrahiert und fassadenfein gemacht:

Die Materialhaftigkeit dünner, untereinander verschalteter Kupferbänder inszenieren wir zum Glasvorhang; Raum bildend, nicht temperiert, aber wettergeschützt.

Das umlaufende Wechselspiel von klaren und mit Photovoltaik belegten Glaselementen (nach aussen anthrazit/innenseitig kupfer), gegeneinander in der Fassadentiefe noch versetzt, sichert die Abstraktion im Erscheinungsbild nach Aussen; mit seinen Meterschritten wird es zum "Masstab", zum Werkzeug, dass sich ins Gelände legt.

Aussen wird das Licht zu Strom verarbeitet, Innen zu atospärischer Dichte; fast stofflich durch das changierende des Kupfers.

Verstärkt wird das Lichtspiel, das der Glasvorhang auf Boden und Decke projiziert, noch durch die Oberlichter gleichen Formates, durch die man wiederum die Photovoltaik-Röhrenfelder auf dem Dach erspürt.

Über die Durchlässigkeit der Fassade bleibt die Tiefe des Raumes und sein Innenleben nach aussen lesbar; eine Kommunikation beginnt.

### Die neue Galerie ist Photovoltaik.

#### TECHNISCHE ERLÄUTERUNG

Eine neue Technologie - ein 1cm breites (endlos) Kupferband wird zur Photozelle verarbeitet (CISCuT Kupfer/Indium/Disulfid); nach architektonischen Anforderungen flexibel zu Dünnschichtmodulen verschaltet und als Glas/Laminat-Modul oder Glas/Glas-Modul bereitgestellt. Diese Technologie zeichnet sich durch die Verarbeitung von diffusen Lichtsituationen aus, so dass ein Einsatz umlaufend auch an der Fassade sinnfällig ist.

Das Erscheinungsbild nach aussen gleicht dem Charakter eines Siebdruckes auf Position 2, nach Innen bleiben die Kupferbänder sichtbar.

Die umlaufenden Glaselemente von 4,20 x 1,20 werden nur oben/unten revisionierbar in einer in den Beton bodenbündig eingelassenen Schiene verankert, eine Überlagerung der Scheiben gibt Wetterschutz, ohne die Durchlüftung zu verwehren.

Die Betonskelettkonstruktion beruft sich auf industrielle Klarheit, die abgehobene Bodenplatte egalisiert das leichte Gefälle im Gelände und eine sägerauhe Schalung sichert dem Beton eine grobe Oberflächenstruktur. Die Deckenplatte wird mit einer reflektierenden, dichtenden Beschichtung versehen und die Betonflächen zwischen den Oberlichtern werden mit Photovoltaik-Röhren bestückt, welche die Lichtreflexion der Dachhaut zusätzlich verarbeiten.

[www.ortner.at](http://www.ortner.at)

#### GALERIE UNTER STROM

Fassade

ODERSUN AG Frankfurt Oder  
System CISCuT Glas/Glas/Modul

Flachdach

ALWITRA Blankenfelde  
System Solyndra (Röhrenfelder)





© Schniepp-Renou



© Schniepp-Renou

Im technischen Bereich wird die aktuelle Bauplanung und Ausführung stark durch die Optimierung des Energieverbrauchs und der damit einhergehenden Senkung des CO<sub>2</sub>-Ausstosses geprägt. Ein Wettlauf um Top-Emissions- und Verbrauchswerte ist in vollem Gange. Dieser wird besonders im Wohn-, Büround Kommunalbau durch staatliche Fördermassnahmen unterstützt und die resultierenden Bauweisen mit hoher Energieeffizienz finden damit schon längst eine breite Akzeptanz.



## ÖKONOMIE UND ÖKOLOGIE FÜR EFFIZIENTE GEWERBEBAUTEN

eco²building



Deutlich weniger Aufmerksamkeit finden die Aspekte der Nachhaltigkeit und des Klimaschutzes heute in Gewerbebauten. Auch neu errichtete Standardhallen sind häufig noch wahre Energieschleudern, die schnell und billig erstellt danach gewaltige und kräftig steigende Betriebskosten verursachen. Noch gravierender stellt sich die Situation im Bestand dar, wo in gänzlich ungedämmten und zugigen Hallen mit enormem Energieaufwand einigermaßen tolerierbare Produktions- oder Lagerbedingungen aufrecht erhalten werden - komfortable und anregende Arbeitsplätze sehen anders aus.

Ein deutsch-österreichisches Konsortium von marktführenden Unternehmen ([www.eco2building.com](http://www.eco2building.com)) hat sich zu einem EU Projekt zusammengeschlossen und zur Aufgabe gemacht, gerade in diesem Segment eine wertige und langlebige Alternative zum Massenmarkt zu entwickeln, die schon heute die europäischen Anforderungen von 2021 erfüllt und damit nicht nur innovativ, sondern auch wertbeständig ist.

eco²building ist das erste Holzmodul-Bausystem für Gewerbebauten in Passivhausqualität. Die Entwicklung folgt konsequent einem ganzheitlichen Ansatz der Lebenszykluso-optimierung. So steht die Marke eco²building für ökonomische und ökologische Hallenlösungen mit höchster Gestaltungsfreiheit, Nutzungsflexibilität und einer auf die Corporate Identity des Betreibers abgestimmten Architektur. Dieser nachhaltige Lösungsansatz beinhaltet auch die

Materialwerdung des Systems. Der Einsatz des nachwachsenden Baustoffs Holz bedeutet CO<sub>2</sub>-Einlagerung und damit eine Minderung der atmosphärischen Belastung. Dank des innovativen Modulkonzepts sind Erweiterungen (oder Teilrückbauten) problemlos möglich. Wand- und Dachelemente lassen sich auch nach dem Nutzungsende einer Halle an anderer Stelle weiter verwenden, was die Ökobilanz nochmals deutlich verbessert.

Die hocheffiziente Haustechnik nutzt die Qualitäten der Gebäudehülle zur Bereitstellung optimaler Arbeitsplatzbedingungen bei minimalen Betriebs- und Gesamtkosten. Im Durchschnitt fallen für Heizung und Kühlung nur ca. 10% der Kosten einer konventionellen Halle an. Je nach Branche kann durch Tageslichtnutzung und intelligente Lichtsteuerung auch ein vergleichbarer Anteil Strom bei der Beleuchtung eingespart werden, dies bei einer Aufenthaltsqualität weit über dem üblichen Standard. So entlasten die Unternehmen nicht nur ihr Budget, sie verschaffen sich auch einen Vorteil im Wettstreit um die besten Fachkräfte.

Die Fa. Ochs GmbH als Konsortialpartner bietet eco²buildings in Deutschland und Luxemburg als Totalunternehmer exklusiv an. Von der kompetenten Beratung über eine zügige Angebotsstellung bis hin zum fertigen Neubau erhält der Bauherr ein Produkt auf Top-Niveau aus einer Hand. Mit traditionsreicher Erfahrung im Ingenieurholzbau zeigen sich die Verantwortlichen bei der Ochs GmbH vollkommen überzeugt, dass hier ein neues Produkt mit Alleinstellungsmerkmal entstanden ist. Durch die integrative Planung im Zusammenspiel der Projektpartner werden alle Aspekte, die heute zu einem optimalem Gebäude führen, in einer sehr frühen Planungsphase dem Kunden offen gelegt und an seine Anforderungen adaptiert. So erhält er alle Daten zum heutigen Betrieb und den möglichen Entwicklungsschritten, die für eine differenzierte Investitionsentscheidung notwendig sind. Auf Wunsch bietet eco²building auch die Optimierung des Gebäudebetriebs sowie der Energie- und Wertströme in den Prozessen seiner Kunden.

Bei eco²building wird nicht mit Kanonen nach Spatzen geschossen - die Ausgewogenheit zwischen Gebäudehülle, Energiekonzept und Gebäudetechnik und das Zusammenspiel der Komponenten wird für jede Nutzung und in jedem Einzelfall gewissenhaft geprüft. Dass das Gesamtkonzept





auch architektonisch anspruchsvoll und unverwechselbar umgesetzt wird, ist für eco<sup>2</sup>building ein Anliegen, da es heutzutage für viele Gewerbetreibende einen wichtigen Aspekt im Auftritt ihres Unternehmens darstellt.

Ein eco<sup>2</sup>building wird in seinen Bestandteilen bis zu 85% unter gesicherten Bedingungen im Werk vorgefertigt. Dank fortschrittlicher CNC-Produktionstechniken bietet das System dennoch zahlreiche Möglichkeiten zur Individualisierung. Planer und Architekten haben so die Möglichkeit, die Gestaltungswünsche ihrer Kunden in das System zu transportieren, ohne den Pfad der Wirtschaftlichkeit verlassen zu müssen oder die Risiken einer konventionellen Baustelle einzugehen.

Nachdem das erste eco<sup>2</sup>building mit Unterstützung der EU in Niklasdorf (AT) erstellt wurde und dort hohe Aumerksamkeit gefunden hat (Österreichischer Klimaschutzpreis sowie zahlreiche andere Preise und Anerkennungen) freut sich die Ochs GmbH darauf, dass neben den aktuell laufenden Bauvorhaben bald viele neu eco<sup>2</sup>buildings in unseren Breiten entstehen werden.

[www.ochs.eu](http://www.ochs.eu)

**Bauherr**

**Karl und Marianne Pirsch  
Eine Welt Handel AG**

**Planung**

**POPPE\*PREHAL ARCHITEKTEN ZT GmbH**

**Nutzflächen**

**Lager 2'187m<sup>2</sup>**

**Büro 645 m<sup>2</sup>**

**A/V Verhältnis 0,37**

**Fensteranteil 18%**

**n50-Wert 0,31/h**

**Heizlast 12 W/m<sup>2</sup>**

**Heizwärmebedarf 15 kWh/(m<sup>2</sup>a)**

**Primärenergiebedarf (WW, Heizung, Kühlung, Hilfs- und Haushaltsstrom) 63 kWh/(m<sup>2</sup>a)**

**Betriebskosten Warmwasser + Heizung < 2'000 €/a**

**CO<sub>2</sub>-Einsparung 120 t/a**

Les plus beaux challenges  
se préparent en équipe.





Dans votre entreprise  
ou votre atelier,  
être bien vous va si bien.



binsfeld

Comme vous demandez le meilleur à vos employés, employez-vous à leur offrir le meilleur environnement de travail qui soit. À la pointe de la technologie en chauffage, sanitaire, ventilation et climatisation, Reckinger assure l'installation et la maintenance d'équipements dernier cri. Et ce depuis plus de cent ans.



**RECKINGER**

AIR & EAU • DEPUIS 1911

tél.: (+352) 55 42 42 | fax: (+352) 57 02 62 | [www.reckinger-alfred.lu](http://www.reckinger-alfred.lu)

études montage dépannage maintenance | chauffage sanitaire ventilation climatisation électricité

Seit 2009 findet die aufwendigste Sanierungsmaßnahme in der Geschichte der Staatsoper Unter den Linden statt. Während die innere Infrastruktur erneuert und technisch für die Zukunft aufgerüstet wird, bleibt das denkmalgeschützte Gebäude in seinem Erscheinungsbild unangetastet. Einzig die historische Saaldecke wird um 5 Meter angehoben, um das Volumen zu erweitern und so die Nachhallzeit zu verlängern. Vor die entstandene Nachhallgalerie legt sich ein Rautenmuster aus faserverstärkter Phosphat-Keramik, welches mit modernster Fabrikation und Tragverhalten Neuland beschreitet.

hg merz architekten museumsgestalter

**Knippers Helbig**  
Advanced Engineering

## DREI JAHRHUNDERTE GEBAUTE OPERNGESCHICHTE\_

Prof. Dr. Ing. Jan Knippers, Prof. HG Merz



© HG Merz

### Die Oper im Mittelpunkt des Forum Friderizianum

Der junge Kronprinz Friedrich II. skizzierte mit Georg Wenzeslaus von Knobelsdorff erste städtebauliche Pläne für das Forum Friderizianum – eine große symmetrische Anlage am Beginn des Prachtboulevards Unter den Linden. Als wichtiger Prachtbau sollte das „Palais du Roi“ entstehen, dessen Gegenüber die Akademie der Wissenschaften und das Opernhaus flankieren und den Schloßplatz bilden sollten. Das Opernhaus war des 1740 gekrönten Königs liebstes und höchstes Anliegen und wurde nach nur zwei Jahren Bauzeit feierlich eröffnet. Zum ersten Mal übernahm ein Architekt die Gesamtplanung eines Theaterbaus, denn üblicherweise entwarf ein Theaterarchitekt das Innere und ein Hochbaumeister das Äußere. So war es Knobelsdorff möglich, die neopalladianische Fassade und den reduziert verspielten friderizianischen Rokoko des Innenraums meisterhaft und höchst spannungsvoll miteinander zu verknüpfen. In der 200-jährigen Geschichte bis zur Kriegszerstörung 1944 er-

fuhr die Oper im Wesentlichen fünf Veränderungen. 1843 zerstörte ein großer Brand das Innere des Gebäudes. Alle weiteren Umbauten waren Ausdruck des Modernisierungswillens: die kontinuierliche Vergrößerung des Opernhauses war den steigenden Anforderungen an Besucherkomfort und Bühnentechnik geschuldet. Dabei sind die immer wieder vorgenommenen Änderungen an der Gebäudekubatur – bis auf die Ausnahme des übermächtig wirkenden Bühnenturms von 1910 – sanft in das städtebauliche Erbe in Berlins Mitte eingebettet worden.

### Wiederaufbau durch Richard Paulick

Nach der Kapitulation 1945 lag das Opernhaus in Schutt und Asche. Die historischen Außenmauern des Zuschauerhauses hatten die Bombardements zwar überstanden, der Saal jedoch war zerstört worden. Dies veranlasste die Staatsführung der DDR gemeinsam mit dem Architekten Richard Paulick zur Umplanung der Lindenoper in ein Konservatorium und zur Planung einer neuen, „Großen Staats-



oper“ am geplanten Marx-Engels-Platz. Der designierte Generalmusikdirektor Erich Kleiber knüpfte jedoch seine Berufung an die Bedingung, die Lindenoper wieder als Opernhaus aufzubauen. Auf seinen massiven Widerstand hin beschloss im Juni 1951 Staatspräsident Wilhelm Pieck höchstpersönlich, „daß die Lindenoper unter Wahrung der Knobelsdorffschen Architektur wiederhergestellt werden soll.“ Kleiber hatte damit eine weitere Umgestaltung nach sozialistischem Vorbild in Berlins historischer Mitte erfolgreich abgewendet. Bei der Gestaltung des Außenbaus orientierte sich Paulick weitgehend am Knobelsdorffschen Vorbild. Eine lang ersehnte Verbesserung brachte der neue Bühnenturm, der in intensiver Zusammenarbeit mit dem Bühnenfachmann Kurt Hämmerling um fünf Meter abgesenkt werden konnte. Durch die Verringerung seiner übermäßigen Dimension fügte er sich nun subtil in die Einheit des Gesamtbaus ein. Paulick selbst bezeichnete seine Entwurfssystematik als ein „bewußte[s] Weiterentwickeln Knobelsdorffscher Formgedanken“. Er griff «nationale Traditionen» auf und widersetzte sich damit der westlichen, international orientierten Moderne. Es gelang Paulick im vollständig entkernten Operninnenraum durch die „Übernahme und Kombination von Versatzstücken ein stilistisch vollkommen harmonisch erscheinendes Ganzes zu entwerfen“ und ein Meisterwerk des Wiederaufbaus zu vollbringen.

### Generalinstandsetzung

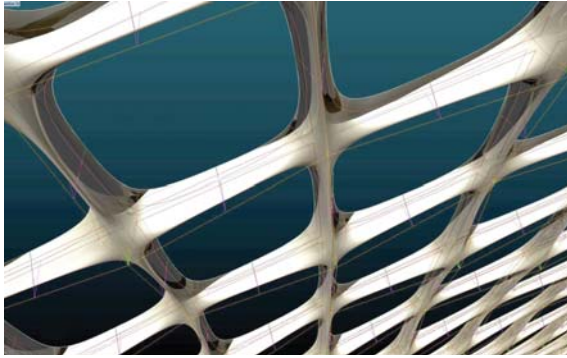
Die notwendige Generalinstandsetzung des seit 1979 unter Denkmalschutz stehenden Bauwerks findet seit 2009 unter der Leitung von Prof. HG Merz statt. Sie verbessert die Infrastruktur hinsichtlich Barrierefreiheit, Klimatechnik, Sicherheit und Brandschutz. Die äußere Bauform des Operngebäudes wird dabei bewahrt und in Details sensibel restauriert. Im Innenraum werden denkmalpflegerische Entscheidungen in einer stetigen Abwägung zwischen den Anforderungen an einen modernen Theaterbetrieb und dem Erhaltungsinteresse getroffen. Im Zuschauersaal wird vom Parkett bis zum 3. Rang der Saal restauriert und wieder in die Farbgestaltung der 1955er Jahre überführt. Die seither hinzugekommenen Farbschichten werden entfernt und das Gesamtwerk Paulicks freigelegt.



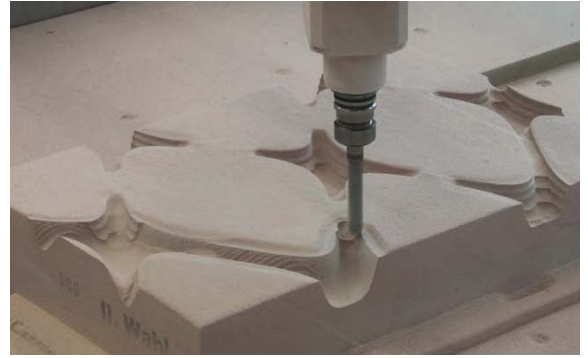
© HG Merz

### Nachhallgalerie

Im Zuge der Sanierung ging auch die Verbesserung der akustischen Qualitäten und Anforderungen des Zuschauersaals einher. Die Harmonie aus Klangwärme, Balance, Lautstärke und Nachhall erzeugt das Klangbild eines Saals – seinen akustischen Charakter. Hier sind zwei Faktoren entscheidend: die Raumgröße und die Absorptionseigenschaften der Oberflächen. Der Paulick'sche Saal erzeugte nur wenig Klangwärme und erreichte im besetzten Zustand eine Nachhallzeit von 1,1 Sekunden. Dieser geringe Wert hatte zwei Ursachen: zum einen das Verhältnis des geringen Raumvolumens zur Anzahl der Zuschauer, zum anderen die Absorption der hohen Frequenzen sowie das Verhindern von Reflexionen durch die zahlreichen Stoffbespannungen im Saal. Je nach Anforderung an die Raumakustik sind unterschiedliche Nachhallzeiten gewünscht. Der Opernsaal stellt hierbei eine besondere Herausforderung dar, denn er verlangt nach einem ausgeglichenen Verhältnis von Sprach-



Organische Form der Rautenstruktur © HG Merz  
Parametrisch generiertes 3D-Modell der Rautenstruktur



Fräsen des Formenbaus © KnippersHelbig

verständlichkeit und orchesterlicher Klangfülle. Das von den Akustikern (Peutz International) und Architekten entwickelte Konzept sieht eine Anhebung der Saaldecke um fünf Meter vor, ohne die äußere Gestalt des Opernhauses zu beeinträchtigen. Neue Gestaltungselemente im Zuschauersaal bleiben erkennbar, fügen sich aber in das Gesamtbild des Raumes ein. Als neuer Abschluss über dem Bestanden entsteht ein Kranzgesims, welches sich aus dem bestehenden Gebäud am Proszenium entwickelt und den horizontalen Rhythmus des angehobenen Randbalkens sensibel ausfüllt. Vor die entstandene Nachhallgalerie legt sich ein Rautenmuster, dessen Gestaltung dem Formenkanon des Denkmals folgt, gleichzeitig aber mit modernster Fabrikation und Materialität Neuland beschreiten wird.

Um die Fertigung der organischen Form der Rautenstruktur zu bewerkstelligen, eignet sich nur ein Gießverfahren. Zudem muss die Struktur, die als visueller Raumabschluss nur ihr eigenes Gewicht trägt, eine gewisse Schlagzähigkeit aufweisen und die vorgegebenen Brandschutzanforderungen erfüllen und sich aus architektonischen Gründen nahtlos in den traditionellen Innenraum des Zuschauersaales einfügen. Aus diesem Grund schlugen die Ingenieure von Knippers Helbig Advanced Engineering eine Lösung aus faserverstärkter Keramik vor. Dieses Material besitzt hervorragende Brandschutzeigenschaften (A1) und ist äußerst dauerhaft. Die mechanischen Eigenschaften sind gekennzeichnet von einem hohen Verhältnis von Festigkeit zu Eigengewicht. Wie bei Beton, ist die Zugfestigkeit jedoch im Vergleich zur Druckfestigkeit gering. Eine Faserverstärkung ist deshalb erforderlich um die Tragfähigkeit zu gewährleisten und Rissbildungen zu vermeiden. Außerdem wird durch die eingebauten Glasfasern eine höhere Steifigkeit des Verbundwerkstoffes erzielt. Glasfasern sind für die Keramik Matrix ausreichend säurebeständig und weisen einen guten Verbund mit dem umgebenden Material auf. Sie werden in Form von kontinuierlichen Strängen, sogenannten „texturierten Rovings“ entsprechend der sich kreuzenden Rautendiagonalen über mehrere Lagen in die Keramikmasse einlaminieren. An der Oberfläche sind außerdem Kurzfasern integriert, um eine rissfreie Optik zu gewährleisten.

Die Rautenstruktur besteht insgesamt aus 13 sphärisch gekrümmten Elementen, die durch mit Messing verklebten Fugen getrennt sind. Die Geometrie der einzelnen Elemente ist soweit optimiert, dass eine Reduktion auf insgesamt fünf Geometrien erzielt werden konnte. Dies vereinfacht die Fertigung insofern, da für die 13 Abzüge nur fünf Formen erforderlich sind. Die Gießformen werden mittels eines 5-achsigen Roboters in einen PUR-Hartschaum (500kg/m<sup>3</sup>) CNC-gefräst, gesteuert von den Daten aus den parametrisch generierten 3D-Modellen. Zum Fräsen werden in Abhängigkeit vom minimalen Ausrundungsradius unterschiedliche Werkzeuge benutzt. Konkret wird dabei zunächst die gekrümmte Oberfläche mit einer Tellerfräse eingestellt. Anschließend wird die Form selbst über ein grobes Fräs Werkzeug angenähert. Die endgültige Bearbeitung erfolgt dann mit einem feineren Fräs Werkzeug von 6 mm Durchmesser. Die Oberfläche wird bei der Feinbearbeitung zweimal durchfahren. Dadurch wird verhindert dass durchgehende Rillen entstehen, sondern nur punktuelle Noppen so dass der Nachbearbeitungsaufwand reduziert wird und eine bessere Formtreue möglich ist.

Zur Vorbereitung der eigentlichen Fertigung werden die Formen mit einem Trennmittel versehen und die Keramikmasse wird gekühlt um die „Topfzeit“, (Verarbeitungszeit) zu verlängern. Der erste Fertigungsschritt ist das Aufpinseln der Oberflächenschicht, das sogenannte „Gel-Coat“. Dafür werden die zwei Komponenten der Keramik vermengt und mit ca. 3% Thixotropiermittel versehen, was die Keramik dickflüssiger macht und ein Abfließen aus der gekrümmten Form verhindert. Zusätzlich werden hydrophobisch beschichtete Kurzglasfasern eingebracht, welche Oberflächenrisse überbrücken. Die Endlosfaserbündel („Rovings“) aus E-Glas werden zuerst mit der Keramikmasse vorgetränkt und die Matrix wird mit einer Walze in die Faserbündel eingewirkt. Dadurch wird eine vollständige Benetzung der Fasern mit der Keramik gewährleistet. Die Rovings werden anschließend in die Form eingebracht und über vorab angebrachte Lehren gespannt. Die Vorspannung dient dazu, dass die Fasern zuverlässig gerade eingebaut werden und sich nicht wellen. Entlang jedem Stabzug werden mehrere Rovingbündel eingebaut, die sich an den





Fertiger Abzug der faserverstärkten Keramik © HG Merz

Knoten überkreuzen. Nach der Fertigstellung des Laminats wird die Oberfläche abgezogen und mit Wasser glatt gepinselt, um eine ebene und glatte Rückseite sicherzustellen. Das Bauteil härtet zunächst 24 Stunden unter Raumtemperatur aus, muss aber direkt nach der Fertigstellung mit Kunststoffolie luftdicht verschlossen werden. Kann nämlich die Feuchtigkeit entweichen, wird die Keramik brüchig. Danach kann der Abzug in einem Stück entformt werden und muss anschließend unter 60 °C weitere 24 Stunden nachhärten. Die eingesetzte Phosphat-Keramik „Vubonite®“ wurde zum ersten Mal für ein architektonisches Bauteil dieser Größe verwendet. Aus diesem Grund, und weil die Oberflächenqualität von höchster Bedeutung ist, wurde die Fertigung in enger Zusammenarbeit mit dem Institut für Tragkonstruktionen und Konstruktives Entwerfen (ITKE) der Universität Stuttgart und der Vrije Universiteit Brussel erforscht und die Materialeigenschaften speziell für dieses Projekt weiterentwickelt. Die Tragfähigkeit der Elemente wurde rechnerisch von den Ingenieuren von Knippers Helbig Advanced Engineering nachgewiesen. So konnte der nötige Faseranteil in der Matrix sowie die erforderliche Stärke der Rautendiagonalen und Knoten fest-

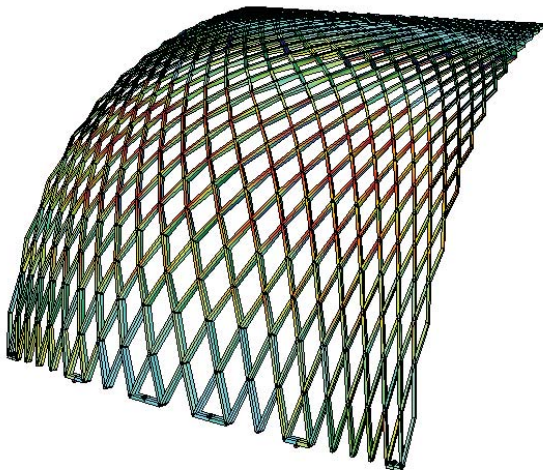
gelegt werden. Wie generell bei Faserverbundwerkstoffen möglich, können die Materialeigenschaften lokal beeinflusst werden, wie zum Beispiel an Anschlusspunkten, wo der Fasergehalt je nach Anforderung angepasst wurde. Zur Generierung der Rechenmodelle (Finite Elemente) wurde eine Schnittstelle zur CAD Software entwickelt um die komplexe 3D Geometrie des Bauteils präzise und mit geringem Aufwand in die Berechnungssoftware einzulesen. Dabei war vor allem die Optimierung der Geometrie nach tragwerkstechnischen Gesichtspunkten einfach möglich.

Auf diese Weise konnte dieses innovative Konzept durch Analyse und Versuche abgesichert werden und für eine zuverlässige Planung gesorgt werden, in der dieses moderne Material feinfühlig mit der klassischen Architektur des unter Denkmalschutz stehenden Bauwerks verschmelzen kann. Das bis zur Spielzeit 2015 andauernde Modernisierungsvorhaben wird ein weiteres Kapitel in der wechselhaften Baugeschichte der Lindenoper schreiben und die eingefügte Nachhallgalerie für die ersehnte Klangwärme im Zuschauersaal sorgen.

Prof. Dr. Ing. Jan Knippers, Prof. HG Merz

Team: Laurent Giampellegrini, Lukas Veltrusky,  
Markus Gabler, Jan Kalfus, Florian Scheible

[www.khing.de](http://www.khing.de)  
[www.hgmerz.com](http://www.hgmerz.com)



Finite Elemente Modell von einem Element © KnippersHelbig

Au cours de la réflexion sur la Rénovation, le projet initial de transformation s'est mué en projet pilote accompagné par le Service des sites et monuments nationaux: „Nieddregenergie am Aalbau - Transformation de la Néckelshaus„



L'ALLIANCE DU PATRIMOINE ET DE L'EFFICIENCE ENERGETIQUE

## NECKELSHAUS\_

HLG Ingénieurs-Conseils sarl



Situées au pied du château et proche de l'église, la maison Frantzen, la grange Ries et la maison Néckels font partie du tissu historique de la localité de Septfontaines et forment un petit ensemble marquant le Kierchewee.

La maison sise 16, Kierchewee, connue sous le nom de "Néckelshaus" se trouve en plein cœur du noyau historique de la localité. Suivant les caractéristiques architecturales, la maison remonte à la seconde moitié du XVIIIème siècle. Le linteau de l'entrée porte d'ailleurs le millésime 1784. Cependant, d'après les archives, il y avait déjà une maison "a Néckels" à cet endroit avant cette époque.

### Architecture des lieux

La maison d'habitation est perpendiculaire à la rue, tandis que l'annexe, accolée en angle droit à la maison, longe le Kierchewee. Cette annexe a été construite entre 1770 et 1840.

La façade principale de la maison s'élève sur deux niveaux et se divise en trois travées d'ouvertures. Les baies présentent des encadrements en pierre de taille avec un linteau droit, surmonté d'un arc délardé, caractéristique pour l'architecture du XVIIIème. La façade latérale donnant sur la rue se distingue par des ouvertures avec des arcs en plein cintre, tandis que l'autre façade latérale et la façade postérieure ne présentent que quelques ouvertures, de diverses formes, tailles et époques. L'intérieur de la maison a été transformé au fil du temps, de façon que peu d'éléments d'origine ont été conservés. On peut néanmoins mentionner la charpente, une structure porteuse ainsi que deux caves voutées.

Depuis le 23 mars 2011, l'ensemble est inscrit à l'inventaire supplémentaire des sites et monuments nationaux pour son intérêt historique, architectural et esthétique.

### Concept

Le projet avait pour objectif, sur le plan de l'architecture, de libérer la substance historique de la transformation effectuée en 1978, puis de stabiliser les murs existants en utilisant un langage simple et lisible pour les nouvelles interventions, ainsi que de mettre en valeur les structures anciennes.

Sur le plan énergétique et environnemental, l'objectif était au moins une classe B, tout en travaillant à optimiser chaque élément pour atteindre la classe A. En outre, tout en respectant des impératifs budgétaires et des contraintes liés à la statique de l'objet, nous avons utilisés, quand cela était possible, des matériaux écologiques (blocs pleins en chaux, peintures à base de farine, de chaux et de pigments naturels), ou recyclés (isolant des murs), ou encore inerte après la mise en œuvre (isolant des dalles).

Dans le cadre de l'assainissement énergétique de la maison, compte tenu de l'aspect patrimonial extérieur, la décision de recourir à une isolation par l'intérieur s'est imposée tout naturellement.

Pour des raisons à la fois statiques et thermiques, une structure porteuse en acier et blocs de chaux pleins a été reconstruite à l'intérieur, suivant le principe de "la boîte dans la boîte".

Cette technique permet de supprimer quasi tous les ponts thermiques et de ne recourir à la pose d'un pare vapeur qu'en sous-toiture, évitant ainsi les risques de malfaçons y liés.



## Isolations

### La toiture

La toiture a été entièrement renouvelée, ainsi la charpente historique, qui a été conservée pour des raisons patrimoniales et esthétiques, ne porte plus de charge.

L'isolation de la toiture est réalisée avec de la fibre de bois/cellulose offrant des caractéristiques particulièrement utiles. Isolant naturel issu d'une ressource renouvelable, il a un impact CO<sub>2</sub> très faible et une empreinte grise minime. Ce produit, au fort pouvoir de régulation hygrométrique, permet d'éviter la surchauffe de l'espace "combles" en été. Entièrement recyclable, il présente aussi l'avantage d'une mise en œuvre rapide.

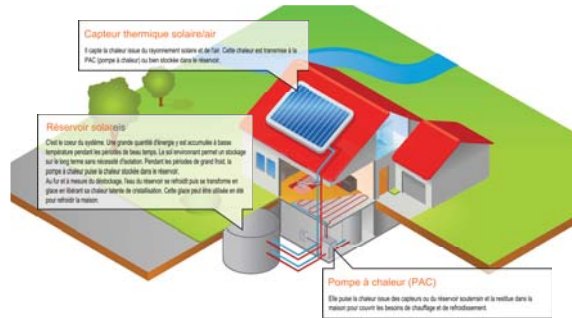
### La dalle de sol

Afin d'éviter des reprises en sous-œuvre trop importantes, il était impératif de recourir à un isolant ne nécessitant qu'une faible épaisseur. En mettant en œuvre de la mousse de polyuréthane projetée nous avons pu répondre aux différents impératifs. En effet, ce produit à forte valeur isolante, permet un enrobage uniforme des conduites techniques placées sur la dalle de sol, et bénéficie d'une excellente étanchéité à l'air. La rigidité et l'inertie du produit, capable de supporter des charges, sont obtenues rapidement après la mise en place.

nous avons installé une ventilation mécanique contrôlée (VMC) double flux avec récupérateur de chaleur. L'air neuf est aspiré par un puits canadien.

### Chauffage et eau chaude sanitaire

Installé par Sanitherm, SolarEis est un système de captage et de stockage de chaleur qui combine différentes sources d'énergie naturelles et renouvelables (solaire, air, terre) pour fournir à la pompe à chaleur (PAC) un rendement optimal au fil des saisons. Des capteurs thermiques captent la chaleur de l'air et du rayonnement solaire. Cette énergie est directement utilisée par la PAC ou bien stockée dans un réservoir enterré selon les besoins. Lorsque les capteurs ne permettent pas de couvrir les besoins (par temps froid



### Les murs

Pour l'isolation entre les murs existants et la nouvelle construction, le choix s'est porté sur des billes de silicate issues du reconditionnement et recyclage du verre. Mis en œuvre en vrac sur une épaisseur moyenne de 22cm, le produit type "SLS 20F", représentait la solution la mieux adaptée à l'ouvrage notamment pour son pouvoir de régulation hygrométrique de la teneur en vapeur d'eau contenue dans l'air.

### Les fenêtres

Dans l'optique de réaliser un projet "basse énergie", l'usage de fenêtres à triple vitrage allait de soi! Le vitrage choisi l'a été en fonction des facteurs "U" et des valeurs "Gp" et "Gg" ayant trait aux apports solaires, qui fonctionnent comme une barrière contre la chaleur, tout en permettant un bon apport lumineux.

Afin d'obtenir un apport solaire supplémentaire, on a procédé à quelques ouvertures côté sud et en toiture. Le positionnement des châssis en aluminium a été étudié de manière à réduire les ponts thermiques.

Dans certains cas, des fenêtres à l'ancienne, châssis en bois et simple vitrage ont été placées devant le triple vitrage, pour des questions de conservation de l'aspect patrimonial.

## La technique

### La ventilation

Vu la nécessité incontournable d'un renouvellement de l'air intérieur, et toujours soucieux de l'aspect énergétique,

et/ou non ensoleillé), la PAC puise alors la chaleur dans le réservoir.

Le stockage et le puisage de la chaleur dans le réservoir se font sous forme de chaleur sensible (l'eau sous forme liquide est chauffée ou refroidie) et de chaleur latente (l'eau passe de l'état liquide à l'état solide en libérant sa chaleur latente de cristallisation ou inversement passe de l'état solide à l'état liquide en absorbant cette chaleur latente).


Le système utilise ainsi l'excédent de chaleur des périodes chaudes pour chauffer pendant des périodes où la température extérieure chute en dessous de 0°C. Ce faisant, il accumule progressivement de la glace dans le réservoir qui permettra aussi de refroidir pendant l'été suivant.

L'installation de chauffage de la "Néckelshaus" est composée d'une PAC Viessmann Vitocal 300-G (8Kw) et de 12.5m<sup>2</sup> de capteurs thermiques (air et soleil) qui alimentent la PAC en énergie primaire et qui chargent le réservoir à glace enterré (12m<sup>3</sup>).

En plus, une installation solaire de 4.6m<sup>2</sup> fournit l'énergie thermique nécessaire pour la production d'eau chaude sanitaire, ce qui permet de se passer de la PAC pendant la saison d'été. Une simulation montre que 81% de l'énergie thermique fournie à la maison proviendra des sources renouvelables gratuites et que seulement 19% proviennent de la prise électrique (tenant compte de l'installation solaire thermique).

[www.hlg.lu](http://www.hlg.lu)

Der Service des Eaux liegt an der Rue de Rollingergrund (Ost-West) und befindet sich dort in der Übergangszone zwischen Wohngebiet und Industriegebiet des Rollingergrund. Gestiegene Anforderungen (und Wandel) hinsichtlich Funktionalität, Effizienz, Energiebedarf, Umweltschutz, der Zustand der Gebäude und die eher heterogene Gesamtsituation machten eine Überarbeitung der gesamten, baulichen Anlage notwendig.

architecture | aménagement  bertrand schmit

CONSTRUCTION, EXTENSION ET RENOVATION

## SERVICE DES EAUX

architecture + aménagement s.a. bertrand schmit



© Bohumil Kostohryz

In diesem Zusammenhang erfolgt eine Straffung und Neuordnung der Funktionen des Service des Eaux nach den Anforderungen eines modernen Unternehmens, unter Berücksichtigung der erhaltenswerten und charakterbildenden Bausubstanz (z.B. das ehemalige Pumpenhaus an der Rue de Rollingergrund).

Im Zuge des Umbaus entstehen die neue Fahrzeughalle mit darüber liegender Lagerhalle, das neue, eingeschossige Verwaltungsgebäude an der Rue de Rollingergrund und der Lager- und Technikanbau an den Beckenkammern im vorderen Hof. Das bestehende Lagergebäude und das alte Pumpenhaus werden kernsaniert, restauriert und umgenutzt. Die Wasserbeckenkammer wird baulich und technisch komplett saniert und modernisiert.

### Architektonisches Konzept

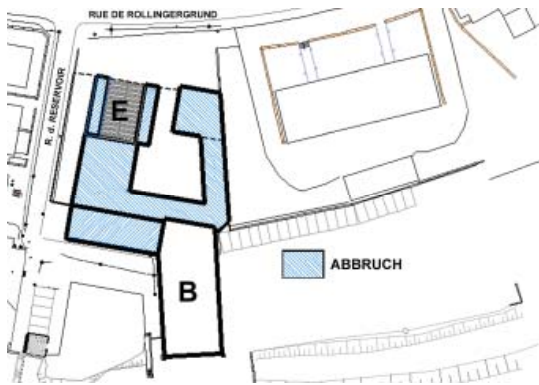
Das architektonische Konzept sieht drei Neubauten (Gebäude A, C und D), den Umbau des zweigeschossigen Bestandsgebäudes (Gebäude B) und die Renovierung des alten Pumpenhauses (Gebäude E) vor.

### Gebäude E und D

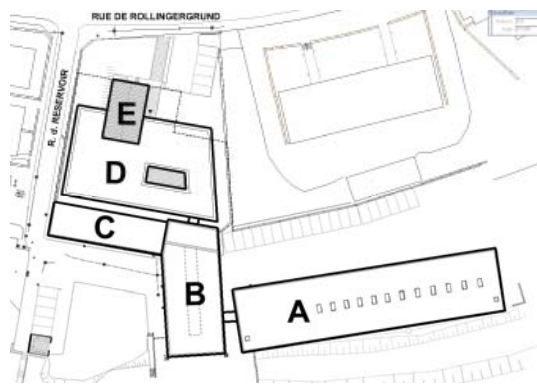
Das alte Pumpenhaus (Gebäude E) wird renoviert und restauriert und bildet aufgrund seiner Signifikanz für das „Unternehmen“ Service des Eaux das historische Bindeglied zu den Neubauten.

An das Pumpenhaus schließt sich der eingeschossige, leicht zurück versetzte, Verwaltungsneubau (Gebäude D) auf dem Wasserreservoir an. Der dadurch entstehende Vorplatz mit





Bestandssituation – Erhalt und Abbruch



Neuordnung der Funktionen

- Gebäude A LKW-Hangar, Lager  
 Gebäude B Atelier, Umkleiden, Büro, Haustechnik  
 Gebäude C Lager, Transformator, Haustechnik  
 Gebäude D Verwaltung  
 Gebäude E ehemaliges Pumpenhaus / Saal

Besucherparkplätzen und begrüntem Vorbereich bildet die Eingangssituation.

Der eingeschossige Neubau in Niedrigenergiebauweise, mit begrüntem Flachdach und homogener Glassfassade, bildet eine in sich ruhende Einfassung des alten Pumpenhauses ohne mit dem bestehenden Baukörper zu konkurrieren. Der neue Verwaltungsbaus (D) auf der Bestandsdecke der Wasserbecken ist eine Gewicht sparende Stahlskelettkonstruktion mit vor gehängter Glassfassade zur Optimierung und Reduzierung der Lasten. Der gesamte Innenausbau ist in Leichtbauweise ausgeführt. Alle Hauptlasten werden über die Stahlstruktur in die Fundamente der Wasserbecken abgeleitet.

Die Ganzglasfassade ist mit einem Sonnenschutz mit Lichtlenkung ausgestattet, was in den dahinter liegenden Büros für helle, freundliche und blendfreie Arbeitsplätze sorgt, gleichzeitig aber ein aufheizen der Räume verhindert. Anordnung und Form der Lamellen ermöglichen, bei jeder Stellung, eine optimale Durchsicht nach Draußen.

Der komplette Außenbereich über dem Reservoir um den Neubau (D) und das ehemalige Pumpenhaus (E) wird begrünt.

#### Gebäude C

Das Wasserreservoir unter dem Gebäude D und E wird nach Süden hin nach Abbruch des alten Garagenanbaus durch einen Stahlbetonanbau (Gebäude C) ergänzt.

Dieser beinhaltet spezielle Lager- und Nebenräume für das Reservoir, und die Anschlussräume für Schwach-, Niedrig- und Mittelspannung. Der neue Anbau (C) mit Sichtbetonfassade schließt mit seinem begrünten Dach nahtlos an die umlaufende Begrünung des Außenbereiches um das Gebäude D an. Die Schichtbetonelemente bilden eine klare Trennung zur alten Natursteinvormauerung des Wasserreservoirs.

#### Gebäude B

Das bestehende, zweigeschossige Lagergebäude (Gebäude B) wird umgebaut und erhält neue Nutzungen. Im Niveau -1 befinden sich das neue Atelier, die Heizzentrale mit Wärmepumpen, die aus dem Beckenwasser gespeist werden und die Kältezentrale. Im Niveau 0 darüber sind

Verwaltungsräume, ein Speisesaal, ein Archivraum, Umkleiden und Duschräume untergebracht. Im Zuge der Kernsanierung erhält das Gebäude eine neue zweite „Haut“ aus Profilglas mit Transparenter Wärmedämmung, die dem Industriebaucharakter unterstreicht. Die gleichmäßige Fassadenoberfläche schafft mit ihrer Farbigkeit den thematischen Bezug zum Unternehmen. Gleichzeitig wird eine maximal mögliche Belichtung erreicht. Auf dem nördlichen Teil des Daches befindet sich die, mit Lamellen verkleidete, Einhausung der Lüftungsanlage. Der Rest des Daches wird ebenfalls begrünt.

#### Gebäude A

Mit dem Neubau des zweigeschossigen, riegelförmigen Baukörpers (Gebäude A) erhält der Service des Eaux einen LKW-Hangar mit 26 Stellplätzen für seine Fahrzeuge im Niveau -1 und ein großzügiges Lager mit Lagerverwaltung im Niveau 0. Der Ost-West-orientierte Neubau schließt östlich mit einer Passerelle im Niveau 0 an das Bestandsgebäude B an und bildet den südlichen Abschluss der Anlage. Das Lager wird über zwei Erschließungskerne mit Treppenhaus und Lastenaufzug, jeweils an den Kopfenden, erschlossen, um reibungslose Liefervorgänge zu gewährleisten.

Aufgrund des Auftretens der erhöhten Lasten des Lagers im Niveau 0 über dem LKW-Hangar wird das Gebäude als Stahlbetonskelettbau mit vorgespannten Decken ausgeführt. Die Dachkonstruktion aus Holzleimbinder ermöglicht eine stützenfreie Lagerhalle. Lediglich die Erschließungskerne und die Rückwand des LKW-Hangars werden durch Betonfertigelemente überwiegend geschlossen. Sektionaltore mit verglasten Torblattfüllungen bilden die Nordfassade des LKW-Hangars im Niveaus -1. Das komplette Niveau 0 wird analog zum Gebäude B mit der gleichen Profilglasfassade geschlossen.

Durch den Einsatz von Glas (Profilglas an Gebäude A und B und Pfosten-Riegel Fassade am Gebäude D) als Hauptmaterial für die Fassadenausbildung wird ein homogener Charakter der Gesamtanlage mit thematischem Bezug (Wasser – Transparenz) zum Unternehmen erzeugt. Begrünte Dachflächen und Außenbereiche wirken dabei unterstützend. Lediglich ruhige Sichtbetonflächen an den untergeordneten Neubauten und punktuell eingesetzte, helle Putzfassaden



(Gebäude E) bilden einen stimmigen Kontrast zum Glas. Die verschiedenen Nutzungsfunktionen werden mit der Neuordnung klar den einzelnen Gebäuden zugeordnet und zentral zusammen gefasst, wobei durch die Verbindung der Baukörper mittels Passerellen und Treppenhäusern eine Durchgängigkeit erzeugt wird, die ein Erschließen von allen notwendigen Bereichen innerhalb der Gebäude ermöglicht.

#### Hautechnisches Konzept

Das haustechnische Konzept der verschiedenen Gebäude ist deren spezifischer Nutzung entsprechend unterschiedlich ausgeführt: Die Lager- und Werkstattbereiche werden mit Deckenstrahlplatten beheizt. Büro-, Aufenthalts- und Sanitärräume werden mit Fußbodenheizung im Bestand bzw. Unterflurkonvektoren im Neubau beheizt. Sämtliche Heizflächen sind dabei konsequent auf Niedertemperatur mit Vorlauftemperaturen von 45 °C ausgelegt. Ein Teil der Büroflächen sowie der Haupt-Informatikraum werden zusätzlich gekühlt.

Die Büro-, Aufenthalts- und Sanitärräume sind an eine Lüftungsanlage mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung angeschlossen.

Bei der Wärme- und Kälteproduktion wurde ein besonders innovatives Konzept umgesetzt, welches als kombinierte Wärmequelle und Wärmesenke auf die unter dem Gebäude liegenden Quellwasserspeicher zurückgreift: Das ca. 10°C kalte Quellwasser wird als Wärmesenke zur Kühlung der

Büro- und Informatikräume genutzt. Die Kühlleistung hierbei beträgt 50 kW. Zwei Wärmepumpen mit einer Heizleistung von je 83 kW nutzen hingegen das Quellwasser als Wärmequelle. Die Wärmetauscher zur Kühlung und zur Beheizung sind dabei über einen gemeinsamen Zwischenkreis an den Quellwasserspeicher angeschlossen, so dass die Abwärme der gekühlten Räume als Transferwärme wieder für die Wärmepumpen genutzt wird.

Die gesamte Haustechnik ist an eine Regelungsanlage mit zentraler Leittechnik angebunden.

[www.a-a.lu](http://www.a-a.lu)

SERVICE DES EAUX  
CONSTRUCTION, EXTENSION ET RENOVATION  
Rollingergrund, Luxembourg

Bauherr  
Ville de Luxembourg

Architekt  
architecture + aménagement s.a.  
bertrand schmit

Projektsteuerung  
HBH S.A.

Haustechniker  
GOBLET LAVANDIER & ASSOCIES  
Ingenieurs-Conseils S.A.

Tragwerkplanung  
INCA – Ingenieurs Conseils Associés S.à.r.l.





Quand  
je serai grande,  
je deviendrai  
une belle table



COMED

## LAMESCH PREND EN CHARGE VOS DECHETS DE CHANTIER

Pour vos chantiers de tous types et de toutes tailles, LAMESCH vous propose des solutions adaptées pour éliminer vos déchets spéciaux et maximiser la valorisation des fractions recyclables. Les déchets valorisés sont ainsi réintroduits dans le cycle de production sous forme de matières premières secondaires.

Découvrez comment le tri à la source peut diminuer vos coûts de traitement, en toute sécurité et dans le respect des réglementations en vigueur, en contactant nos conseillers au 52 27 27-1 ou sur [www.lamesch.lu](http://www.lamesch.lu)



# LAMESCH

**DEPUIS PLUS DE 50 ANS LAMESCH PROMET UN BEL AVENIR A VOS DECHETS**

Die Hochschule Bochum entwickelt und baut seit über 10 Jahren Solarfahrzeuge, die nur mit der Energie der Sonne angetrieben werden. Mit dem „SolarWorld GT“ umrundet ein Studierenden-Team derzeit den Globus. 25.000km in Australien, Neuseeland, den USA, Europa und Russland sind bisher gefahren worden. Zurzeit entsteht in der Bochumer Sonnenwagen-Manufaktur in Zusammenarbeit mit Thyssen-Krupp Electrical Steel das neue Modell.



Hochschule Bochum  
Bochum University  
of Applied Sciences



SolarCar-Projekt der Hochschule Bochum

## MIT SONNENENERGIE UM DIE WELT

Dipl.Ing. Stefan Spsychalski, Dipl.Ing. Christoph Bönneken, ThierryWilmes stud. Bachelor Mechatronic



Elektrisch betriebene Fahrzeuge wurden schon im 19. Jahrhundert gebaut. Bereits 1899 entwickelte Ferdinand Porsche das sogenannte Lohner-Porsche-Elektromobil mit Radnabenmotoren und Camille Jenatzy stellte mit seinem Elektro-Rekordfahrzeug im gleichen Jahr mit 105 km/h einen Weltrekord für Landfahrzeuge auf.

Die Bochumer kommen über 100 Jahre später mit vielen neuen Ansätzen und Ideen zum Thema Elektromobilität. Denn die technologischen Herausforderungen sind extrem anspruchsvoll und werden durch die Regeln der Weltmeisterschaft der Solarmobile bestimmt. Die Sonnenenergie, die man mit einem alltagstauglichen Fahrzeug unmittelbar gewinnen kann, bestimmt das Design. Mehr als 3 Quadratmeter Solarzellen lassen sich nicht auf der Oberfläche unterbringen. Nur Bereiche, die senkrecht zu den einfallenden Sonnenstrahlen stehen, lassen sich effektiv nutzen. Die Sonne scheint bei wolkenlosem Himmel im Mittel mit ca. 1.000 Watt pro Quadratmeter auf die Erde, in manchen Regionen mehr, in Nordeuropa etwas weniger. Spitzensolarzellen aus Gallium Arsenit (GaAs) wandeln davon knapp 30 % in elektrische Leistung um. Es bleiben also im besten Fall 900 Watt, um ein Solarcar anzutreiben. Ein Haarfön würde

dabei nur mäßig warm, Sonnenwagen fahren damit durch Australien.

Energiesparen lautet also die oberste Designmaxime bei allen Konstruktionen und Entwicklungen. Neue aerodynamische Ansätze, Karosserieleichtbau in Kohlefaser, Reifen mit geringem Rollwiderstand, Radnabenmotoren mit sehr niedrigem Gewicht und hoher Effizienz – um nur einige Aspekte zu nennen. Wenn der Markt nichts Passendes bietet, entwickeln die angehenden Ingenieure selbst, so z.B. die Motoren und das Batterie-Managementsystem.

Die Aerodynamik trägt neben dem Rollwiderstand der Reifen maßgeblich zum Energieverbrauch bei, insbesondere bei höheren Geschwindigkeiten jenseits der 50km/h. SolarWorld GT kann hier glänzen: Im Windkanalzentrums von Audi in Ingolstadt wurde ein cw-Wert von 0,1372 gemessen. Ein moderner PKW der Kompaktklasse liegt bei 0,26.

Das Thema Rollwiderstand bearbeiten die Bochumer zusammen mit dem Reifenhersteller Schwalbe, der eigens Reifen für Solarcars entwickelt hat, die immerhin 120 km/h in der Spitze erreichen können.

Das Gesamtgewicht des Fahrzeugs beeinflusst über den Rollwiderstand, aber auch beim Beschleunigen und an Steigungen den Verbrauch. Hier setzt das Team auf konsequenten Leichtbau durch Karosseriestrukturen aus Faserverbundwerkstoffen. Der Zweisitzer kommt auf ein Gesamtgewicht von ca. 300kg. Jedes Kilo mehr auf den Reifen bedeutet bei 50 km/h 2 Watt mehr Leistungsverbrauch.

Weltweit beschäftigen sich zahlreiche renommierte Universitäten und Hochschulen schon viele Jahre mit dem Thema Solarcar. Alle zwei Jahre trifft sich die Szene in Australien zur Weltmeisterschaft der Solarmobile. Die Bochumer sind als einzige deutsche Hochschule seit 2003 mit eigenen Fahrzeugen vertreten und fahren die 3.000 Kilometer lange Strecke von Darwin nach Adelaide. Ein Sieg bei diesem Wettbewerb ist für die Ingenieurstudenten aus dem Ruhrgebiet Nebensache geworden. Die Regeln dieser Rennen bevorzugen bisher flache Flundern, die wie Tischtennisplatten mit Solarzellen aussehen, vom Alltag der Elektromobilität in vielerlei Hinsicht aber meilenweit entfernt sind. Die Aerodynamik siegt hier klar über die Ergonomie.





Ganz anders die Bochumer Entwicklungen: Gehörte Hans-Go! 2003 noch zu den Flachmännern, war schon SolarWorld No.1 im Jahr 2007 ein echtes Raumwunder, wenn auch noch mit 3 Rädern. Der Design Award für den schönsten und konzeptionell überzeugendsten Sonnenwagen der Welt geht seitdem nach Bochum. Der BOcruiser von 2009 ging vierrädrig an den Start, erstmals mit selbstentwickelten und gewickelten Radnabenmotoren in den Vorderrädern. Ein Zweisitzer mit normalen Türen hat im letzten Jahr die Teilnehmer der WSC auf dem Kontinent down unter überrascht: SolarWorld GT ist straßenzugelassen mit schwarzem Nummernschild und entsprechender Versicherung, hat Platz für einen Beifahrer und kann in einer halben Stunde von Links-auf Rechtslenker umgebaut werden. Ein Feature, das zwingend notwendig ist, wenn man die Welt umrunden will und nichts weniger machen die Studierenden gerade. Zum ersten Mal ist ein Fahrzeug energie-autark mehr als 30.000 Kilometer um den Globus unterwegs. Australien, Neuseeland, die USA und Europa sind schon abgehakt, derzeit fährt SolarWorld GT durch Sibirien bis nach Wladiwostok – eine anspruchsvolle Strecke, nicht nur für die Fahrzeugtechnik. Auch logistisch stellt das Unternehmen SolarCar hohe Anforderungen. Wie wird ein Container verschifft? Welche Zollformalitäten gelten in welchen Ländern? Welche Flüge sind preiswert? Alles Fragen, die die Studierenden selber klären müssen inklusive der schwierigsten Problematik von allen: Wo kommt das Geld her, um einen Sonnenwagen mit einem Materialwert von weit über 300.000 Euro zu bauen? Sponsoring heißt das Zauberwort. Auch darum kümmern sich die Teammitglieder selbst.

Dieses selbstgesteuerte Lernen hat Methode. Beim PBL – Problem Based Learning – steht eine konkrete, interessante und herausfordernde Aufgabenstellung im Mittelpunkt. Die am Projekt beteiligten Professoren und wissenschaftlichen Mitarbeitern sind eher Berater als Lehrer. Prof. Dr. Friedbert Pautzke, Gründer des Projektes SolarCar an der Hochschule Bochum: „Die Professoren und Mitarbeiter sind eher Partner, die sich zurückzuhalten müssen, auch wenn sie glauben, die bessere Lösung für die anstehenden Probleme zu kennen.“ Die Last der Verantwortung für den Erfolg liegt auf den Schultern der Studenten. Einmal in der Woche

treffen sich die studentischen Teamleitung und Prof. Pautzke sowie zwei wissenschaftlichen Mitarbeitern, die das Projekt inzwischen hauptamtlich begleiten. Dabei kommen alle anstehenden Termine und Fragestellungen auf den Tisch und werden diskutiert.

Die tragende Struktur und die Hülle des neuen Fahrzeugs entstehen zurzeit unter fachlicher Anleitung der Firma Carbon und Design in Eppelheim. Die Hochschule Bochum arbeitet bei der Entwicklung des Gesamtfahrzeugs und besonders der Motoren erstmals mit dem Unternehmen ThyssenKrupp Electrical Steel zusammen. Die Radnabenmotoren sollen künftig nicht mehr als Luftpulventypen konstruiert, sondern mit Elektroband konzipiert werden. Das SolarCar stellt eine ideale Plattform dar, um das Zusammenspiel zwischen Leistungselektronik und Elektroband als geblechtem Werkstoff für den Elektromotorkern zu untersuchen und die Einflussgrößen auf die Gesamtleistung des Fahrzeugs zu bewerten. Der Härtestest für das neue Modell findet wieder in Australien statt. Bei der World Solar Challenge 2013 präsentieren die Bochumer Studierenden „Engineering Made in Germany“ und hoffen erneut auf den Design Award für das schönste Solarcar der Welt.

Sicherlich zeigen Solarfahrzeuge wie die der Hochschule Bochum, was technisch im Bereich der Solarfahrzeuge möglich ist. Der normale Konsument der sich heute ein Fahrzeug kauft stellt sicherlich hohe Ansprüche an Mobilität, Reichweite und natürlich Komfort. Diese Anforderungen kann der GT sicherlich in Ansätzen erfüllen, die verwendete Technik, ist aber vor allem rund um die Solarzellen extrem kostspielig und macht ein Marktfähiges SolarCar in den nächsten Jahrzehnten indes undenkbar.

[www.hochschule-bochum.de](http://www.hochschule-bochum.de)  
[www.solarworld.de](http://www.solarworld.de)

The image features a large industrial building with four tall, white, cylindrical chimneys against a clear blue sky. The building has a modern design with large glass windows and a concrete facade. In the foreground, there are young trees and a few people walking on a sidewalk. The LuxEnergie logo is positioned in the top left corner, consisting of the word 'LUX' in orange and 'ENERGIE' in white on a red-to-orange gradient background.

LUX ENERGIE

# Intelligent Energy Contracting

Seul fournisseur luxembourgeois de solutions énergétiques efficaces et clé en main et spécialiste en chauffage urbain, LuxEnergie vous propose la solution idéale pour améliorer votre performance énergétique et environnementale.

LuxEnergie regroupe de nombreuses compétences en cogénération classique et biomasse, en froid, chaud, énergie de secours, air comprimé et vapeur. LuxEnergie est composée d'une équipe d'experts à même de vous proposer la solution adaptée à vos besoins!

Pour une simulation de projet ou tout autre renseignement,

**contactez LuxEnergie:**  
**[info@luxenergie.lu](mailto:info@luxenergie.lu)**





# myenergy infopoint

Hotline  
**8002 11 90**

## Conseil en énergie dans votre commune

**Prenez votre rendez-vous gratuit dans un  
de nos 28 bureaux de conseil régionaux!**

[www.myenergyinfopoint.lu](http://www.myenergyinfopoint.lu)

**myenergy**  
Luxembourg



MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE  
ET DU COMMERCE EXTÉRIEUR



MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE  
ET DES INFRASTRUCTURES  
Département de l'environnement



PROJET  
D'INITIATIVE  
PAR L'UNION  
EUROPÉENNE



## RETHINK YOUR PROFESSIONAL SKILLS THINK TUDOR

Notre Knowledge Transfer & Training Centre s'adresse aux professionnels de l'industrie manufacturière, de la construction, des écotechnologies, de la mobilité, des transports et de la logistique, de la santé, des services publics, de la finance et du capital humain.

### SON OFFRE :

- des cycles de formation modulaires
- des Masters
- des ateliers
- des conférences scientifiques et professionnelles



Retrouvez l'agenda  
2012-2013 sur  
[www.tudor.lu/  
knowledgetransfer](http://www.tudor.lu/knowledgetransfer)

**tudor**  
PUBLIC RESEARCH CENTRE HENRI TUDOR

Innovating together





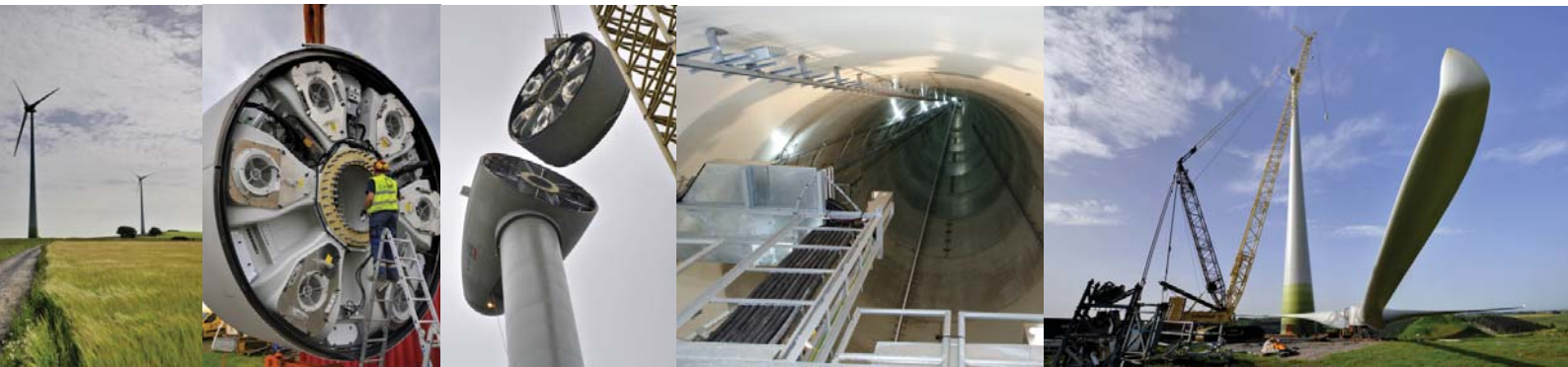
Seit ihrer Gründung im Jahre 2001 ist die Gesellschaft Soler S.A., deren Anteile zu gleichen Teilen von den Unternehmen SEO (Société Électrique de l'Our) und Enovos Luxemburg gehalten werden, um den ständigen Ausbau erneuerbarer Energiequellen bemüht. Neben dem Betrieb der Laufwasserkraftwerke von Esch-Sauer, Rosport und Ettelbrück mit einer Nennleistung von 20,2 MW ist Soler S.A. ebenfalls an den Windkraftanlagen Windpower, Kehmen-Heiderscheid, Heinerscheid und „Burer Bierg“, insgesamt 26 Generatoren mit einer Leistung von 34,8 MW beteiligt und zusätzlich können demnächst sechs weitere Anlagen (Binsfeld fünf und Heinerscheid eine) mit insgesamt 13,8 MW in Betrieb gehen.



Ausbau alternativer Energiequellen in Luxemburg

## ZUSÄTZLICHE 11,5 MW WINDENERGIE IN BINSFELD\_

Paul Zeimet, Generalsekretär SEO



Soler S.A. erhöht damit die Windenergieproduktion in Luxemburg um 41 Prozent

Seit ihrer Gründung im Jahre 2001 ist die Gesellschaft Soler S.A., deren Anteile zu gleichen Teilen von den Unternehmen SEO (Société Électrique de l'Our) und Enovos Luxemburg gehalten werden, um den ständigen Ausbau erneuerbarer Energiequellen bemüht.

Neben dem Betrieb der Laufwasserkraftwerke von Esch-Sauer, Rosport und Ettelbrück mit einer Nennleistung von 20,2 MW ist Soler S.A. ebenfalls an den Windkraftanlagen Windpower, Kehmen-Heiderscheid, Heinerscheid und „Burer Bierg“, insgesamt 26 Generatoren mit einer Leistung von 34,8 MW beteiligt und zusätzlich können demnächst sechs weitere Anlagen (Binsfeld fünf und Heinerscheid eine) mit insgesamt 13,8 MW in Betrieb gehen.

### Windpark Bänzelt

Im Mai 2011 wurde die Genehmigung zum Bau des Windparks Binsfeld erteilt, der den Betrieb von fünf Windkraftanlagen der letzten Generation vorsieht.

Die fünf Enercon-Windenergieanlagen E82-E2, mit einer jeweiligen Leistung von 2,3 MW, weisen gegenüber Turbinen anderer Hersteller als charakteristische Besonderheit ein getriebeloses Anlagenkonzept auf, wobei die Rotorblätter getriebelos über die Nabe direkt mit dem Läufer eines Ringgenerators (Synchrongenerator) verbunden sind. Diese Bauteile rotieren über ein vorderes und hinteres Hauptlager gemeinsam um einen feststehenden Achszapfen. Auf diese

Weise kann man auf den Einsatz eines wartungsintensiven und störanfälligen mechanischen Getriebes verzichten.

Erreicht wird dies durch eine Sonderkonstruktion des Generators. Da der Generatorläufer mit derselben Drehzahl wie der Rotor läuft, ist auch die Anzahl der mechanischen Lastwechsel über die Lebensdauer deutlich geringer.

Seit 2009 fertigt Enercon GmbH mit Sitz in Aurich (Ostfriesland) die seit 2006 produzierte E-82, deren Leistung ursprünglich bei 2 MW lag, auch mit Generatoren von 2,3 MW, die im Windpark Binsfeld zum Einsatz kommen.

Die fünf Anlagen des Windparks Binsfeld liegen südwestlich der Ortschaft Binsfeld auf dem Gebiet der Gemeinde Weiswampach in den Gemarkungen „Auf dem Hoelper“, „Auf der Leh“, „Vor Himmelberg“ und „Auf der Langwiss“.

Mit einer Nennleistung von 11,5 MW wird der Jahresertrag des neuen Windparks auf 22,91 GWh geschätzt, so dass die Windenergieproduktion in Luxemburg, die 2010 bei insgesamt 55,1 GWh lag, um 41 Prozent gesteigert werden kann.

Die Gesamtproduktion erneuerbarer Energien, die 2010 ein Total von 260,5 GWh erreichte, steigert sich durch den neuen Windpark immerhin noch um 8,8 Prozent, wobei die 22,91 GWh dem durchschnittlichen Verbrauch von 5.091 Haushalten entsprechen und eine Verringerung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes um 14.936 Tonnen bewirken.

### Technische Daten der E82-E2

Für das Kreisringfundament, das unter der Erde einen Außendurchmesser von 18 m und ein Innendurchmesser von





9,20 m hat, wurden in der 32 cm dicken Fundamentsohle 3,2 Tonnen Baustahl 500 S und für das eigentliche Fundament weitere 52,3 Tonnen Baustahl 500 S verarbeitet.

Der Sockeldurchmesser misst außen 10,70 m und innen 6,80 m bei einer Fundamenthöhe von 2,85 m wobei insgesamt 449 Kubikmeter Beton C 30/37 verarbeitet wurden.

Die Windkraftanlage E-82, die zu den am häufigsten in unserem Nachbarland Deutschland errichteten Windkraftanlagen zählt, wird üblicherweise mit Masten für eine Nabenhöhe von 78, 85, 98, 108 und 138 m ausgeliefert.

Beim Windpark Binsfeld kommen Masten für eine Nabenhöhe von 108 m zum Einsatz, wobei sich der Mast von einem Fundamentdurchmesser von 8,8 m auf 3 Meter Durchmesser auf Höhe der Gondel verjüngt.

Die Nabenhöhe befindet sich 108,38 m über dem Boden, die Oberkante der Gondel liegt in 110,76 m Höhe, während die Gesamthöhe, gemessen an der Oberkante der Rotor Spitze 149,38 m beträgt.

Die Anlage ist für die so genannte Windzone II und III ausgelegt und somit für Windgeschwindigkeiten bis 27,5 m/s geeignet.

Die Stromproduktion beginnt bei einer Windgeschwindigkeit von 2 m/s auf Nabenhöhe (108 m) und erreicht progressiv seine Maximalleistung bei einer Windgeschwindigkeit von 13 m/s (46,8 km/h).

Die Anlage funktioniert getriebelos bei variabler Drehzahl und die drei Rotorblätter lassen sich individuell verstellen.

Der Rotor ist ein Luvläufer, d.h. er befindet sich auf der dem Wind zugewandten Seite der Gondel und verfügt über eine aktive Blattverstellung, während sich die drei Rotorblätter im Uhrzeigersinn drehen.

Die drei Rotorblätter aus Epoxidharz (Glasfaserverstärktem Kunststoff) mit integriertem Blitzschutz, überstreichen bei einer variablen Drehzahl von sechs bis 18 Umdrehungen pro Minute eine Luftfläche von 5.281 m<sup>2</sup>.

Die Blattverstellung erfolgt über das Enercon-Einzelblatt-Verstellsystem, bei dem für jedes Rotorblatt ein autarkes Stellsystem mit zugeordneter Notversorgung zur Verfügung steht.

Der Antrieb erfolgt über eine starre Nabe mit einem zweireihigen Kegelrollenlager bzw. Zylinderrollenlager auf einen direktgetriebenen Enercon-Ringgenerator. Über einen Enercon-Wechselrichter wird der erzeugte Strom in das Netz eingespeist.

Zum Abbremsen stehen die drei bereits erwähnten autarken Blattverstell-Systeme mit Notversorgung sowie eine Rotorhaltebremse und eine Rotorarretierung zur Verfügung. Die Windnachführung erfolgt aktiv über das Stellgetriebe mit einer lastabhängigen Dämpfung.

[www.seo.lu](http://www.seo.lu)

L'énergie électrique est un élément clé dans l'évolution de l'activité économique d'un pays, indispensable au bon fonctionnement des entreprises, et un critère important pour la compétitivité. Par ailleurs, l'électricité assure notre confort de tous les jours grâce à ses applications multiples dans la vie quotidienne. Il est donc crucial de développer et de maintenir une infrastructure apte à satisfaire la demande en énergie d'une population croissante de même que celle d'une industrie de pointe très exigeante en termes de qualité de la fourniture. Le présent article donne un bref aperçu sur la situation actuelle de l'approvisionnement en énergie électrique au Luxembourg et les nouveaux défis qui se présentent dans ce contexte. De façon plus précise, il s'agit de jeter un coup d'œil sur le réseau à très haute et haute tension (220 kV respectivement 65 kV dans notre cas) assurant le transport de l'électricité sur les «autoroutes de l'électricité» à l'intérieur du pays ainsi que les interconnexions avec les pays voisins.



# APPROVISIONNEMENT DU LUXEMBOURG EN ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

Romain BECKER, CEO

## Un peu d'histoire

Il y a lieu de rappeler que deux réseaux de transport coexistent depuis toujours au Luxembourg, le réseau public de Cegedel, devenue Creos, et le réseau industriel de Sotel alimentant les industries sidérurgiques. A l'origine, l'industrie sidérurgique, disposant de gaz de haut fourneau en quantités importantes, alimentait le réseau public de Cegedel en électricité et le Luxembourg était même un pays exportateur d'énergie électrique jusque dans les années '50.

Cependant, pour répondre à la consommation sans cesse croissante, l'approvisionnement du réseau public a été, dès 1963, confié au producteur allemand RWE Energie AG, qui - jusqu'à la libéralisation des marchés de l'énergie dans les années '90 - couvrait environ 10 % des besoins, le solde ayant été fourni par des productions nationales, notamment sur base des centrales hydrauliques.

Aujourd'hui, le marché est totalement libéralisé. En tenant compte de la tranche de 100 MW d'Enovos auprès de Twi-nerg, la production indigène couvre à peu près un tiers des besoins du réseau public, le solde étant importé de l'étranger. Le réseau de Sotel est aujourd'hui aussi alimenté à

100 % par des achats auprès de producteurs tiers, la filière des fours électriques ayant remplacé les hauts fourneaux depuis les années '90.

## Creos en bref

### Qui est Creos?

Creos Luxembourg S.A. est membre du Groupe Enovos, né de la fusion des sociétés Cegedel, Soteg, Saar Ferngas, Luxgaz Distribution et des activités de la Ville de Luxembourg en matière de réseaux d'électricité et de gaz naturel. Conformément aux obligations résultant de directives européennes en matière d'organisation des marchés de l'énergie, transposées dans la législation nationale, nous avons aujourd'hui une séparation stricte entre activités libéralisées (production, achat et vente d'énergie, donc les activités commerciales) et les activités régulées (les infrastructures d'électricité et de gaz naturel). Le principe étant qu'il y a une infrastructure unique, accessible pour tous les fournisseurs et clients à des conditions identiques, ceci sous la surveillance d'un régulateur, en l'occurrence l'Institut Luxembourgeois de Régulation ou ILR.

### Quelles sont les activités de Creos?

Creos Luxembourg S.A. est le propriétaire et le gestionnaire de réseaux électriques et de conduites de gaz naturel.

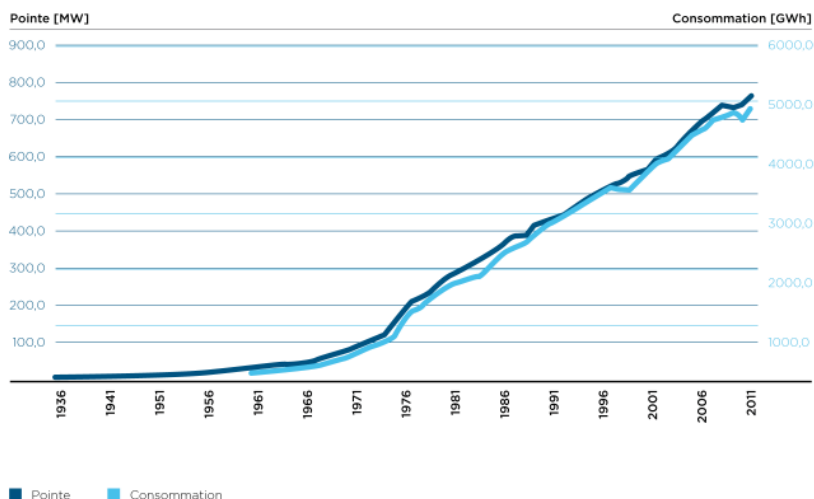
La mission de Creos consiste à opérer de manière non discriminatoire des réseaux de transport et de distribution d'électricité et de gaz naturel au Grand-Duché de Luxembourg.

La société est responsable de la planification, la réalisation, l'extension, l'entretien et la conduite des réseaux électriques haute, moyenne et basse tension et des conduites de gaz naturel haute, moyenne et basse pression, dont elle est propriétaire ou dont elle a été chargée de la gestion.

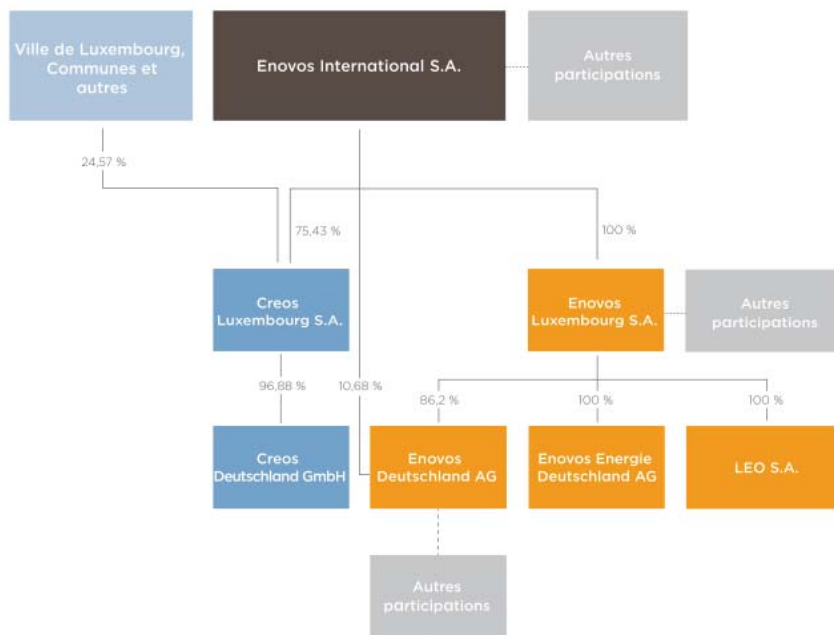
Les réseaux gérés par le personnel de Creos comprennent environ 9.000 km de lignes électriques et environ 1.850 km de conduites de gaz naturel, ainsi que près de 250.000 branchements électriques et quelque 45.000 raccordements au gaz naturel. Le réseau de transport d'électricité quant à lui a une longueur d'environ 430 km.

Creos assure également la gestion et le relevé des compteurs, ainsi que le traitement des données de consumma-

Evolution de la pointe et de la consommation du réseau géré par Creos Luxembourg







tion des clients ainsi que la facturation des péages d'accès aux réseaux.

En tant que gestionnaire de réseaux d'électricité et de gaz naturel, Creos assume sa responsabilité d'entreprise de service public et planifie ses infrastructures de façon à répondre à l'évolution de la demande d'électricité et de gaz.

La sécurité d'approvisionnement ainsi que la fiabilité des réseaux d'énergie sont au centre des préoccupations de Creos.

Par ailleurs, lors de la planification des réseaux, l'entreprise attache un soin accru à l'intégration de ses ouvrages dans le paysage et déploie des efforts considérables pour minimiser l'impact qui en résulte sur l'environnement. Aujourd'hui, 92,4 % des lignes électriques basse tension et 52,2 % des lignes moyenne tension sont ainsi enfouies dans le sol.

Creos Luxembourg a par ailleurs une filiale en Allemagne, la Creos Deutschland GmbH, exploitant un réseau de distribution de gaz en Sarre et Rhénanie-Palatinat, d'une longueur d'environ 1.700 km.

### Situation actuelle

Pour les raisons historiques évoquées ci-dessus, le réseau de transport de Creos est connecté aujourd'hui exclusivement au réseau allemand d'Amprion (successeur de RWE Net), alors que le réseau de Sotel est relié au réseau belge d'Elia. En situation normale, les réseaux de Creos et Sotel ne sont pas interconnectés, une interconnexion étant toutefois possible au poste de Schiffange pour un secours mutuel.

Le réseau haute tension de Creos est donc alimenté via l'Allemagne, ceci par le biais de deux lignes 220 kV à deux systèmes, chaque système (ou terne) étant capable de transporter une charge de près de 500 MW. Il s'agit des lignes (doubles) de Heisdorf à Trèves respectivement de Flébour à Bauler (D). Comme la puissance de pointe du réseau atteint quelque 760 MW, dont environ 650 MW sont importés via le réseau allemand, deux systèmes sur les quatre disponibles sont nécessaires, et suffisants, pour transporter cette charge. La défaillance de deux systèmes ou, le cas échéant, d'une ligne double, ne met donc pas en péril la sécurité de l'alimentation et le critère "n-1" est respecté, même pour des incidents mettant hors service un ou plusieurs pylônes d'une même ligne.

Une sécurité à 100 % n'existe toutefois pas, comme l'a montré un incident en 2004 mettant hors service toute la zone limitrophe du réseau allemand et entraînant l'unique black-out total du réseau public luxembourgeois. L'alimentation a toutefois été rétablie rapidement (durée max. de l'incident environ 30 minutes) du côté allemand, alors que les travaux préparatoires étaient déjà démarrés pour une injection via le réseau belge d'Elia et la centrale Twinerg (400 MW), en application des accords de secours mutuel.

Compte tenu de l'augmentation prévisible de la demande en électricité, et du fait que la dépendance d'un seul réseau voisin présente l'inconvénient d'une possible défaillance telle que vécue en 2004, les études et travaux préparatoires sont en cours pour une plus forte interconnexion avec les réseaux voisins belge et/ou français.

L'option privilégiée est celle d'une interconnexion permanente avec le réseau belge d'Elia moyennant câbles souterrains 220 kV.

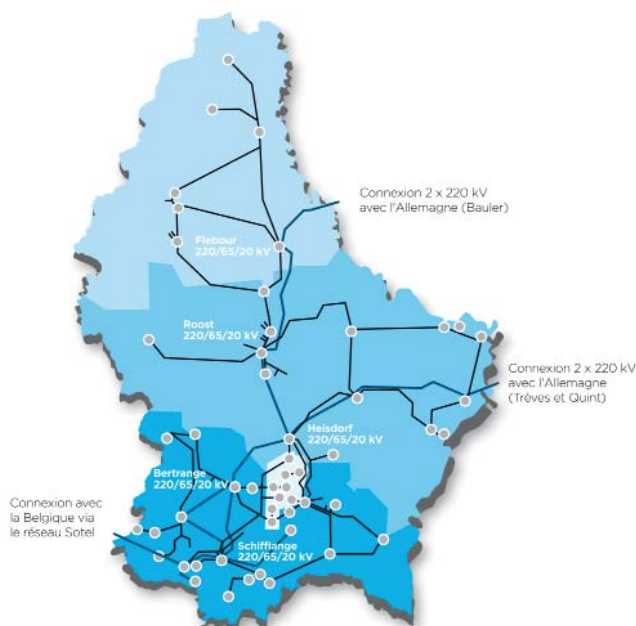
Toutefois, profitant de travaux entamés par Sotel pour un raccordement du réseau Sotel au réseau RTE (France), Creos a pris la décision de faire poser dans le contexte de ces travaux des gaines vides en vue d'une éventuelle interconnexion future au réseau français.

Au niveau du transport régional, à 65 kV, nous distinguons plusieurs zones (Nord, Est, Centre, ...) alimentées par des postes de transformation situés à Flébour, Roost, Heisdorf, Bertrange et Schiffange. Des Centres régionaux assurant la distribution jusqu'au client final sont implantés à Wiltz, Heisdorf, Luxembourg et Schiffange.

### Les défis pour l'avenir

Le plus grand défi restera celui d'assurer la sécurité d'approvisionnement énergétique. Comme il est très probable que les consommations d'électricité vont croître à l'avenir, nous devons renforcer les interconnexions avec les pays voisins. C'est là un de nos principaux objectifs pour les prochaines années. D'ici 2015 au plus tard, nous devons conclure les accords afin de disposer de nouvelles connexions et déterminer les solutions techniques à inscrire dans nos programmes d'investissement des années à venir.

## Le réseau électrique haute tension



De façon générale, notre programme de développement et d'investissement est bel et bien influencé par la santé de l'économie. La conjoncture économique détermine en effet le rythme de nos investissements, étant donné qu'il existe une très forte corrélation entre l'évolution de l'activité économique et des besoins en électricité. Lorsque la demande est en croissance rapide, nous devons accélérer notre expansion à un rythme équivalent. En outre, on s'attend, en particulier pour le secteur de la fourniture d'électricité, à un accroissement de la demande d'énergie au cours des années à venir, non pas tant parce que la demande générale d'énergie serait en expansion, mais parce que l'on assistera à un glissement vers l'utilisation d'autres sources de production: en effet, l'accent sera mis surtout sur le recours aux énergies renouvelables, qui ouvrent d'importantes perspectives de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> dans le domaine de la fourniture d'électricité. En termes globaux, le secteur électrique deviendra plus important et sera axé avant tout sur les énergies renouvelables et les centrales de production "sans carbone", dont le CO<sub>2</sub> produit sera capturé et stocké sous terre. Nous estimons que le secteur de l'électricité pourrait être "sans carbone" d'ici 2050 et que de nouveaux secteurs, comme la mobilité électrique, verront le jour.

Par ailleurs, le recours accru aux énergies alternatives telles que les parcs éoliens en Mer du Nord ou les centrales en Europe du Sud s'accompagnera de nouveaux défis pour les lignes d'approvisionnement européennes.

Le caractère intermittent des énergies alternatives aura pour effet des variations de flux plus importantes, nécessitant une surveillance accrue des réseaux et des moyens d'intervention de façon à pouvoir assurer l'équilibre entre production et consommation à tout moment. Les échanges transfrontaliers seront plus importants et la collaboration et l'échange d'informations entre les gestionnaires de réseaux devront être intensifiés.

Toutes ces considérations se déclinent en programmes d'investissement considérables. D'importants efforts ont déjà été faits au cours de la dernière décennie afin de moderniser et renouveler les infrastructures de transport de Creos. Cet effort devra être continué au niveau national et au ni-

veau européen afin d'assurer la stabilité des réseaux et l'intégration d'une part croissante d'énergies renouvelables. En même temps, il s'agit de rester compétitif et de respecter les contraintes liées à la protection de l'environnement.

Tableau des investissements	
Année	Montant (M€)
2011	42,51
2012	65,80
2013	67,25
2014	65,38
2015	64,28
2016	62,68

Le plus grand risque pourrait résulter de délais toujours croissants résultant de procédures d'autorisation très longues et d'oppositions de la part de la population à l'encontre de nouvelles lignes de transport. Car l'apport accru d'énergies renouvelables s'accompagne de besoins accrus en matière de transport de ces quantités importantes d'électricité devant être transférées vers les centres de consommation. Comme disent nos amis anglais: "No transition without transmission!".

La maîtrise des flux d'énergie aura également des répercussions sur l'organisation des réseaux de distribution, impactés par un nombre croissant d'unités de production décentralisées (éoliennes, panneaux photovoltaïques, ...) injectant l'électricité aux niveaux moyenne et basse tension. La création de "réseaux intelligents" est à l'ordre du jour et les développements à ce niveau seront le sujet d'un article à part consacré aux "smart grids".

[www.creos.lu](http://www.creos.lu)



Eine der Kernherausforderungen der wachsenden Urbanisierung und des einhergehenden Druckes auf unsere Umwelt liegt in der Verfügbarkeit von innovativen und effektiven Mobilitätslösungen, die von Nutzern als attraktive Alternative zu deren heutigen Nutzungsgewohnheiten erachtet werden.



# INNOVATIVE PARTNERSCHAFTEN ALS SCHLÜSSEL EINER ZUKUNFTSFÄHIGEN MOBILITÄT

Michael Hofmann

Auch private Anbieter im Bereich der Mobilität werden sich dessen immer mehr bewusst. So hebt die durch KPMG publizierte Studie „Global Automotive Executive Survey 2012“ hervor, dass eine Anpassung an städtische Gegebenheiten (für 50% der Befragten), neue Mobilitätsverhalten (für 68%) und Energieeffizienz (für 75%), maßgebend für Mobilitäts- und Fahrzeugkonzepte von Morgen sein werden.

Unter diesen Voraussetzungen liegt der Schlüssel einer umwelt- und nutzerfreundlichen und somit zukunftsfähigen Mobilität in der Zusammenarbeit sich ergänzender Akteure, sowohl aus dem öffentlichen und privaten Bereich als auch unterschiedlicher Branchen. Dieser Ansatz bietet zudem Möglichkeiten, neue strategische Allianzen und alternative Geschäftsmodelle zu entwickeln welche finanziell tragbar sind.

Spezifisch in Luxemburg herrschenden Bedürfnisse nutzen: Beispiel Elektromobilität

Lösungen für die spezifisch in Luxemburg herrschenden Bedürfnisse, allem voran die grenzübergreifende Mobilität, müssen umso mehr über Partnerschaften und Kooperationen vorangetrieben werden und bieten somit die Möglichkeit, sich genau in diesem Bereich als Vorreiter zu positionieren und gar Exportmodelle aufzustellen.

Ein zweifellos gutes Beispiel hierfür ergibt sich aus den aktuellen Entwicklungen im Rahmen der nationalen Umsetzung der Elektromobilität. In Folge der technisch wirtschaftlichen Studie, die das Wirtschaftsministerium und das Ministerium für Nachhaltigkeit und Transport gemeinsam in Auftrag gegeben haben, soll in den kommenden Monaten eine Arbeitsgruppe mit Vertretern aus allen betroffenen Bereichen eingeleitet werden.

Ergänzend zur Klärung von technischen Fragen bezüglich einer öffentlichen bereitgestellten Ladeinfrastruktur sollte auch das Potenzial, das mit den Besonderheiten von Luxemburg einhergeht, nicht aus den Augen verloren werden. Der hohe Anteil an Grenzgänger erfordert es von Anfang an ein offenes System zu entwerfen, um so eine umfangreiche Nutzungen der Ladeinfrastruktur zu gewährleisten. Der Erfolg und die finanzielle Tragbarkeit des entwickelten Modells werden sich nämlich zwangsläufig an dessen Nutzung messen müssen. Daraus entstehende Komplexitäten, in erster Linie hinsichtlich Zahlungsvorgängen und Roamingfragen, gilt es durch einfache und nutzer-

freundliche Konzepte zu lösen die auf schon bestehenden Infrastrukturen und Kompetenzen aufbauen können. In der Tat nötige Fachkompetenzen und Innovationskräfte, sei es aus den Bereichen der Finanzindustrie, der Entwicklung von Abrechnungs- und Zahlungssystemen, des Clearing und der dazu benötigten Informations- und Kommunikationstechnologien (ICT) sind in Luxemburg bereits in anderen Bereichen etabliert und können gemeinsam zum Erfolg dieses Vorhabens beitragen.

## Individuelle und intelligente Mobilitätsketten als Lösungsansatz

Neue technologische Anwendungen sind jedoch nur Bausteine eines umfangreicheren städtischen Mobilitätsangebotes, dessen Ziel sein sollte sich weg von einer verkehrsgerechten Städteplanung und hin zum stadtgerechten Nahverkehr zu bewegen. (KPMG Studie „Urbanisierung - Mobilität für Millionen“). Durch die Kombination innovativer und multimodaler Dienstleistungen, sogenannte „integrierte Mobilitätsketten“ wie sie auch in der nationale Strategie für eine nachhaltige Mobilität („MODU“) dargestellt werden, können die entsprechenden Bedingungen geschaffen werden.

Vor allem sollte ein besonderes Augenmerk auf die Einfachheit und Attraktivität im Sinne einer „ständigen Verfügbarkeit“ für so viele potentielle Nutzer wie möglich gelegt werden.

## Paradigmenwechsel: Dienstleistung Mobilität

Ob es darum geht, verschiedene Mobilitätsangebote zu integrieren, grenzübergreifende Zahlungsvorgänge abzuwickeln, oder Fahrzeuge durch mobile Anwendungen in Echtzeit und ohne Reservierung zu Verfügung zu stellen, so sollte immer im Sinne von flexiblen, einfachen und praktisch orientierte Lösungen für den Nutzer gehandelt werden. Auf dem langen Weg des Paradigmenwechsels weg vom Besitz eines Automobils und hin zur Dienstleistung Mobilität ist dies wohl eine der größten Herausforderungen die nur durch die Kooperation von Experten aus verschiedenen Fachbereichen gemeistert werden kann.

Michael Hofmann

Partner, KPMG Luxembourg S.à r.l.

[www.kpmg.lu](http://www.kpmg.lu)







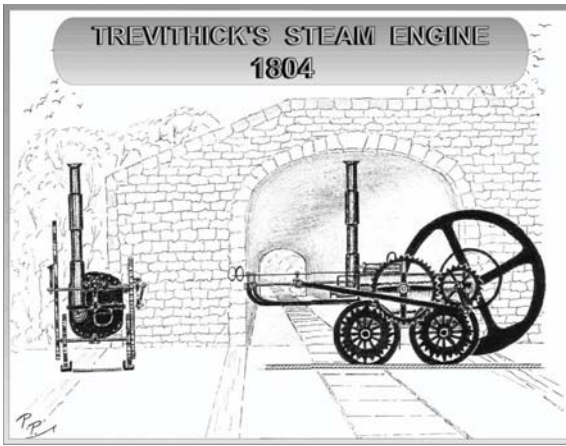


Abb. 2. Die Lokomotive von Richard Trevithick 1804<sup>2</sup>

Er setzte seine Hochdruck-Dampfmaschine zunächst in den „Puffing Devil“, einen Straßendampfwagen ein. Leider waren die Straßen zu jener Zeit in einem desolaten Zustand, sodass diesem dampfgetriebenen Fahrzeug keine Zukunft beschieden war. Anschließend installierte er die Dampfmaschine in eine „Lokomotive“ in den Eisenhüttenwerken in Süd Wales. Leider waren die Gleise dieser Last nicht gewachsen, sodass es noch weiterer Experimente bedurfte, bis George Stephenson (1781-1848) den Traum verwirklichte, die Dampfmaschine auf die Gleise zu bringen. Die Eisenbahnstrecke zwischen Stockton und Darlington wurde am 27. September 1825 eröffnet und der „Siegeszug des eisenen Dampfrosses“ begann unverzüglich. Das anbrechende Industriezeitalter rief einen tiefgreifenden gesellschaftlichen Wandel hervor; die städtischen Bürger übernahmen in einem verstärkten Maß die Führungsrolle.

Die **Zweite Industrielle Revolution** begann mit der Einführung der individuellen Mobilität durch das Automobil und dem Einsatz der elektrischen Energie ab dem Jahr 1870. Es waren Jean-Joseph Etienne Lenoir, Nikolaus Otto, Gottlieb Daimler und Carl Benz, welche stellvertretend für die vielen Wissenschaftler, Ingenieure und Handwerker zitiert werden sollen. Mit der Entdeckung des Erdöls trat neben die Kohle ein zweites Standbein in den Dienst der Industriegesellschaft. Die Wirtschaft in Europa sowie in den Vereinigten Staaten von Amerika wiesen immer neue Erfolge auf, die Massenproduktion von Gütern für den alltäglichen Gebrauch erhöhte die Lebensqualität der Menschen in den Industrieländern zusehends. Die Einführung der Kunststoffe, der Elektrizität und deren Übertragung von den Kraftwerken hin zu den Verbrauchern waren Kernelemente dieses technologischen Wandels, weitere Anwendungen waren das Telefon und die Telegraphie.

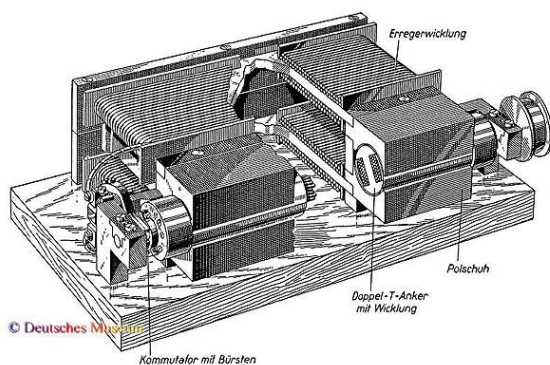


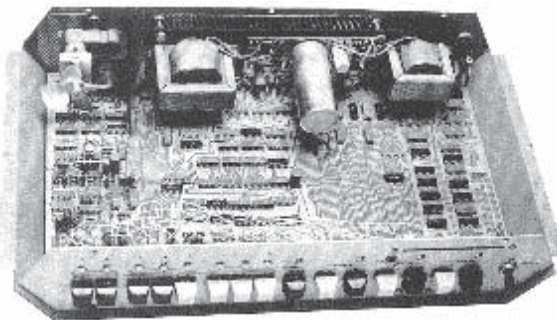
Abb. 3. Die Dynamomaschine von Werner von Siemens<sup>3</sup>

Im Jahr 1866 entdeckte Werner von Siemens das dynamoelektrische Prinzip, welches die praktische Anwen-

dung der Elektrizität ermöglichte. Die von ihm entwickelte Dynamomaschine wandelte die mechanische Energie auf wirtschaftliche Weise in elektrische Energie um, der Grundstein für die Energieverteilung und die vielfältigen Anwendungen der Elektrotechnik war gelegt. Für diese faszinierende Epoche mögen weitere Erfinder wie Thomas Alva Edison, Samuel Morse, Philipp Reis, Guglielmo Marconi und Nikola Tesla erwähnt werden.

Als ein weiteres Element dieser Zeit gilt die Chemie. Hier sei Justus Liebig erwähnt, der die Grundlage für die Düngewirtschaft und die Ertragsteigerung in der Landwirtschaft begründete. Die Herstellung von Soda durch Ernest Solvay erlaubte die Erhöhung der Produktion sowohl in der Glasindustrie als auch in der Papierindustrie. Als letzte große Erfindung der Zweiten Industriellen Revolution wird die Erfindung des Flugzeugs durch die Brüder Wright zu Beginn des 20. Jahrhunderts bezeichnet.

Die Dritte Industrielle Revolution war gekennzeichnet u.a. durch die Erfindungen der elektronischen Bauteile: Diode und Transistor. Diese beflügelten die Entwicklung des Radios und später des Fernsehens. Man kann diese Epoche mit dem Beginn der 30er Jahre des 20. Jahrhunderts festlegen. Ein weiteres Element jener bahnbrechenden Zeit war die Entwicklung des ersten programmgesteuerten, elektrischen Relaisrechners durch Konrad Zuse im Jahr 1941. Die Entwicklung der Atombombe im 2. Weltkrieg hatte die Nutzung der Atomenergie für friedliche Zwecke ab dem Jahr 1950 zur Folge. Den Menschen sollte eine „neue und schier endlose“ Energiequelle zur Verfügung gestellt werden, dies hat sich leider durch die Probleme hinsichtlich der Behandlung der Abfallstoffe als ein Trugschluss herausgestellt.



Der Raketenantrieb beflügelte die Indienststellung der Flugzeuge mit Turbinenantrieb an Stelle der Kolbenexplosionsmotoren, die Distanzen zwischen Städten und Kontinenten schrumpften. Im selben Atemzug muss auch die rasante Verbreitung des Automobils für immer breitere Schichten der Bevölkerung erwähnt werden. Mit der Einführung des Mikroprozessors Intel i4004 (4bit) im November 1971 wurde das Tor zur Entwicklung der Automatisierung aufgestoßen. Mittels diesen wurden die unterschiedlichsten Fertigungsprozesse u.a. die Elektronik, die Raumfahrt, die Elektronische Datenverarbeitung und die Automatisierung der Produktionsprozesse von Grund auf überarbeitet. Der erste Mikrorechner (Computer), der Kenback-1, verfügte über 256 Byte Speicher, drei Programmregister und 5 Adressierungsarten.

Eine entscheidende Wende ereignete sich durch die Entwicklung des „Apple 1“ im Jahr 1976 durch Steve Jobs und Steve Wozniak, vor allem für den Privatgebrauch. Als weitere Bausteine seien die Biotechnologie, die Wiederverwertung von Abfallstoffen in der Kreislaufwirtschaft sowie die Verarbeitung der nachwachsenden Rohstoffe zitiert.

In diese Epoche fällt ebenfalls der „Schritt des Menschen“ in den Weltraum. Mit dem Abheben von Trägerraketen wurden nicht nur Satelliten in das All geschossen, sondern auch Menschen zuerst in eine Umlaufbahn um die Erde

gehievt und später auf den Mond gebracht. Mittlerweile wurden die Raketentechnik und der wissenschaftliche Fortschritt so verfeinert, dass Sonden auf die intergalaktische Reise zur Erforschung der letzten Geheimnisse der Entstehung des Weltraums geschickt werden.

Dazu gesellten sich die unterschiedlichen Technologien zur Nutzung der erneuerbaren Energien: die Photovoltaikzellen, die thermischen Solarkollektoren, die Windenergieanlagen größerer Leistung, die Wärmepumpen und die Informations- & Kommunikationstechnologien.

#### **Die Vierte industrielle Revolution wird den Planeten nachhaltig verändern**

Die Menschheit steht zu Beginn des neuen Jahrhunderts vor einer Fülle von Problemen, die bei näherer Betrachtung vielfach eine vernetzte Struktur aufweisen. Es seien nur die kruziale Energiefrage, der Biodiversitätsverlust, die Ernährungsfrage, die Verstädterung, der Trinkwassermangel und die Gesundheitsprobleme angeführt. Mit diesen Bereichen und sicherlich noch anderen beginnt der Aufbruch in die Vierte Industrielle Revolution.

Der „Club of Rome“ hatte bereits mit seinem Buch „Die Grenzen des Wachstums“ im Jahr 1972 den Versuch unternommen, die Menschen auf die nicht nachhaltige Beanspruchung der Lebensressourcen: Boden, Luft und Wasser aufmerksam zu machen. Im Laufe der vergangenen 40 Jahre haben der Hunger von Milliarden Menschen und die zunehmenden Ressourcenkonflikte sowie der Klimawandel, die Umweltkatastrophen und die Notwendigkeit für eine intelligente Energiewende die Menschen im Bann gehalten.

Angesichts der Erhöhung der Weltbevölkerung von heute 7,3 Milliarden auf 9 Milliarden Menschen im Jahr 2050 und dem Verlust von landwirtschaftlichen Flächen durch die Erosion und die Wüstenbildung sowie der Verringerung von Waldflächen mit Blick auf die Bindung von CO<sub>2</sub>, steht die Menschheit einer Reihe von schier unlösbaren Problemen auf der mittelfristigen Zeitachse gegenüber. Auch wenn es sich nie lohnt im Pessimismus zu verharren, die Fakten sprechen nicht für bessere Aussichten auf der globalen Ebene und viele Menschen, vor allem in den Industrieländern und den aufstrebenden Schwellenländern, sind sich mittlerweile dieser Fakten bewusst. Darüber hinaus warnt die Internationale Arbeitsorganisation (ILO) vor massiven sozialen Verwerfungen und den wirtschaftlichen Folgekosten.

Der verringerte Verbrauch von Primärressourcen und die allumfassende Verwertung von Stoffen durch ein effizientes Recycling stellen konkrete Elemente einer globalisierten nachhaltigen Wirtschaft hin zur Verbesserung dar. Des Weiteren soll durch die intelligente Energieversorgung der Trendumkehr bei den Treibhausgasemissionen eingeläutet werden; es drängt sich die Entkopplung des Ressourcenverbrauchs vom Wirtschaftswachstum mit Blick auf eine erhöhte Lebensqualität auf. Dieser Wachstumspfad bedeutet nicht Verzicht, sondern mehr Wohlstand.

Es sei hier vermerkt, dass das fossile Zeitalter wohl einigen Hundert Millionen Menschen einen unglaublichen Wohlstand beschert hat. Diese haben jedoch in kurzer Zeit die in Jahrmillionen entstandenen Energieträger mit einem geringen Nutzungsgrad verbrannt und lassen den zukünftigen Generationen kaum Chancen, die verbleibenden fossilen Energieträger intelligenter einzusetzen.

#### **Die Vernetzung dient als treibende Kraft**

Die Vereinten Nationen haben in ihrer rezenten Studie „Green Economy“ den ökologischen Umbau der Weltwirtschaft positiv begutachtet, wird doch geschätzt, dass etwa 60 Millionen neue Arbeitsplätze im vernetzten Bereich: Energie & Umwelt in den kommenden 20 Jahren ge-

schaffen werden. Die Innovation und die Forschung stellen die Triebfedern dieses Umbaus dar, sie sind der entscheidende Erfolgsfaktor für das Überleben des europäischen Industriestandortes. Den einschlägigen Dokumenten der Europäischen Kommission kann man entnehmen, dass die Informations- & Kommunikationstechnologien, die nachhaltige Verkehrsführung, die Nanotechnologie und die Biotechnologie die Wegbereiter der anstehenden industriellen Revolution sind. Es gilt hier das geflügelte Wort: „Nur wenn sich flexibel und schnell genug an die sich rasch ändernden Bedingungen anpasst, wird vom Wandel nicht überrollt!“

Bezüglich der erhöhten Energieeffizienz und der Nutzung der erneuerbaren Energien lassen die rezenten Aussagen der Internationalen Energieagentur (IEA) aufhorchen. Sie verlautbart, dass der globale Energiebedarf um etwa 50 bis 70 Prozent bis zum Jahr 2030 gegenüber heute ansteigen wird. Es sind vor allem die aufstrebenden Schwellenländer u.a. Indien, China, Mexiko, Brasilien und Südafrika, die ihr Wirtschaftswachstum durch die fossilen Energieträger stützen. Die damit verbundenen erhöhten Treibhausgasemissionen, die Jahr um Jahr auf neue Rekordwerte klettern, verhindern jedoch den Erfolg im Kampf gegen den Klimawandel. Der IEA zufolge ist zurzeit noch kein Trendwechsel zu erkennen, die Menschheit spielt weiterhin mit dem „Feuer“. Sie verlautbart, dass die fossilen Energieträger mit 75 Prozent die Hauptlast des Energieverbrauchs in den kommenden 30 Jahren schultern, der Anteil der erneuerbaren Energien wächst jedoch überproportional an und lässt hoffen.

Es ist begrüßenswert, dass die Europäische Union ihre 3 x 20 Prozent Strategie im Jahr 2007 vorgestellt hat, mit dem sie ein starkes Zeichen setzte. In Bezug auf die Energieversorgung, das Rückgrat der europäischen Wirtschaft und Gesellschaft, hat sie sich eindeutig für den Erneuerungsprozess: „Weg von der zentralen hin zur dezentralen Energieversorgung auf Basis der erneuerbaren Energieträger“ ausgesprochen. Sie ermöglicht so der Wirtschaft neue Produktionsmöglichkeiten und Einkommensquellen sowie Entwicklungsperspektiven auf der regionalen Ebene. Dieser nachhaltige Schritt kann angesichts des hohen Potenzials an Einsparung und der vorhandenen erneuerbaren Energien nicht überraschen. Die Sonne, der Wind, das Wasser, die Erde und die Biomasse weisen ein Energievorkommen auf, welches den weltweiten Energieverbrauch tausendfach übersteigt.

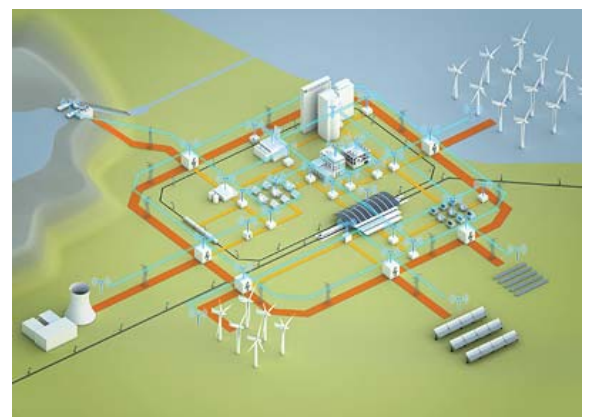


Abb. 5. Das „smart grid“ der elektrischen Energieversorgung<sup>5</sup>

Die vorstehende Abbildung zeigt das intelligente Versorgungsnetz der elektrischen Energie, das sogenannte „smart grid“. Mit diesem kann der Energiefluss in beide Richtungen d.h. vom Erzeuger zum Verbraucher und umgekehrt verlaufen. Während bei der konventionellen zentralen Versorgung die Erzeugung dem Verbrauch folgt, steuert das „smart grid“ den Verbrauch und dies abhängig von der Verfügbarkeit der elektrischen Energie im Versorgungsnetz.




Abb. 6. Der offshore-Windpark im MW-Bereich<sup>6</sup>

Durch die gezielten Investitionen aufgrund der Umsetzung von Innovation und Forschung werden sich erhebliche Energiekosten in allen Bereichen einsparen lassen und es werden sich Wettbewerbsvorteile für die Europäische Union einstellen. Es seien hier nur einige Projekte erwähnt, mittels welchen die Europäische Union eine federführende Rolle in der Welt einnimmt. Innovative Technologien und Dienstleistungen vor allem die Kommunikationstechnologien, die Automatisierung und die Regelung sind die Treiber dieser Entwicklung. Ein wichtiges Element der dezentralen Versorgung stellt die Datenübertragung per Lichtwellen dar und der Bau von intelligenten Gebäuden. Die Photovoltaikanlagen und die Parabolrinnen-Solarkraftwerke im MW-Bereich, die offshore-Windenergieparks mit Leistungswerten bis zu Hunderten MW sowie die Biomasseanlagen der 2. Generation in den unterschiedlichen Gegenden der Europäischen Union. Mögen diesen Trend untermauern. Diese Projekte werden Investitionen in Milliardenhöhe Euro binden und im Gefolge die Schaffung von Tausenden von nachhaltigen Arbeitsplätzen herbeiführen. Die prekäre Abhängigkeit der Europäischen Union von den Erdgas- und Erdöl produzierenden Ländern wird sich verringern.

Die Europäische Union hat weitere Bereiche für die Forschung & Innovation ausgewiesen: der demographische Wandel und das Wohlergehen, die Gesundheit, die Ernährungssicherheit, die nachhaltige Landwirtschaft, die Meeressforschung sowie die Bioökonomie, die intelligente Energieversorgung, der integrierte Verkehr, die Klimapolitik, die Ressourceneffizienz und das Rohstoffmanagement, die intelligenten Städte, die Luft- & Raumfahrt, die Satelliten gestützte Telekommunikationsnetze, die Datenübertragung per Glasfaseroptik, die Nanoelektronik und die innovativen Arzneimittel.


Abb. 7. Das Parabolrinnen-Solarkraftwerk ANDASOL I<sup>7</sup>

### Forschung & Innovation in Luxemburg

Es wäre wünschenswert, wenn sich in Luxemburg weitreichende Forschungs- & Innovationsvorhaben in den Bereichen, Logistik, Satellitenkommunikation, Energieeffizienz, Biodiversität und Biotechnologie aufbauen würden. Neben diesen wichtigen Kerngebieten, erkenne ich in der Speicherung der erneuerbaren Energien ein neues Forschungsfeld, in welches sowohl die Universität als auch die Forschungszentren eingebunden werden sollten. Die Weiterentwicklung der bisherigen Akkumulatoren sowie die Forschung von innovativen Speichern u.a. Lithium-Ionen-, Redox-

Flow- und Natrium-Schwefel-Batterien sowie von eutektischen Salzen stehen momentan im Mittelpunkt vieler Forschungsarbeiten mit internationaler Ausrichtung.

Des Weiteren herrscht bei der Entwicklung der Energie lieferenden Gebäude und Häuser ein hohes Wachstumspotenzial. Die Bedeutung von Bildungs- und Wissenschaftspolitik sowie des Technologietransfers für die erfolgreiche Entwicklung kann kaum hoch genug eingeschätzt werden.

Die Europäische Union hat dies erkannt und mit dem Paket Horizont 2020 und 80 Milliarden Euro den Grundstein in die Innovation & Forschung gelegt. Mit diesem Paket sollen das Wachstum und die Schaffung neuer Arbeitsplätze gefördert und die Strategie 2020 mit Leben erfüllt werden. Sie möchte mit diesem Programm ihre weltweite Führungsposition stärken und insbesondere dem europäischen Industriestandbein „neues Leben einhauchen“.


Abb. 10. Onshore –Windenergiepark<sup>8</sup>

Da der Anteil der Eisen- und Stahlindustrie am Bruttoinlandprodukt den „Sinkflug“ angetreten hat, muss unser Land, wenn es als Hochtechnologieland seinen Standort behalten möchte, neue Wege beschreiten. Die Politik muss den Mut aufbringen, neue Impulse zu geben und die einzelnen Forschungsvorhaben tatkräftig unterstützen. Sich nur auf den Dienstleistungssektor verlassen, kann auf Dauer nicht die Lösung sein, die Finanzkrise hat dies deutlich vor Augen geführt. Wenn ein lebendiger Standort mit den oben beschriebenen neuen Gebieten dauerhaft verankert ist, dann kann der Dienstleistungssektor als ein wichtiges Bindeglied dienen.

### Schlussgedanken

Diese Erfolgsstory hin zur Vierten Industriellen Revolution, wie ich sie hier nur ansatzweise erläutern konnte, kann nur gelingen, wenn wir über genügend wissbegierige junge Menschen verfügen, die das „Neue“ mit viel Engagement und Ausdauer angehen. Derzeit fehlen uns jedoch die Wissenschaftler, die Ingenieure, die Techniker und die Handwerker, um dieses kühne Unterfangen mit Erfolg anzugehen. Ohne diese kreative Köpfe werden wir wohl nur Staunen, mit welcher Vehemenz und welchem Tatendrang die anderen „global player“ sich immer größere Stücke aus dem Weltwirtschaftskuchen herauschneiden, wir hingegen die Brosamen aufsammeln.

Wenn die Wirtschafts- und die Gesellschaftspolitik eng zusammenwirken, dies im Dienst aller Mitbürger und gemäß der Aussage von Victor Hugo: „Ein Traum ist unerlässlich, wenn man die Zukunft gestalten will.“, dann wird der hier beschriebene faszinierende Gestaltungsprozess erfolgreiche Formen annehmen.

### Quellennachweis:

- \_1 [www.google.de](http://www.google.de) Bilder zur Dampfmaschine
- \_2 [alangeorge.co.uk](http://alangeorge.co.uk) Penydaeren Locomotive Richard Trevithick
- \_3 [www.deutsches-museum.de/sammlungen/ausgewaehlte-objekte/meisterwerke-iii/dynamomaschine](http://www.deutsches-museum.de/sammlungen/ausgewaehlte-objekte/meisterwerke-iii/dynamomaschine)
- \_4 [www.weller.to/com/comp-div.htm](http://www.weller.to/com/comp-div.htm)
- \_5 [www.siemens.com/press/de/pressebilder/2012/pn201206.php](http://www.siemens.com/press/de/pressebilder/2012/pn201206.php)
- \_6 [www.alpha-ventus.de](http://www.alpha-ventus.de) Windpark Alpha Ventus
- \_7 [www.google.de](http://www.google.de) Parabolrinnen-Kraftwerk Andasol Schott
- \_8 onshore-Windenergiepark (Photo Marcel Oberweis)

### Abgeordneter

Vorsitzender des Ausschusses im Parlament Hochschulbildung, Medien, Forschung und Raumfahrt

Photovoltaik spielt eine grosse Rolle bei der Nutzung erneuerbarer Energien. Bis heute war es nicht möglich, die Risse und Defekte in Solarmodulen im eingebauten Zustand kontrollieren. Die Solarmodule mussten jeweils kostenintensiv demontiert werden. Mittels der von Lion Systems entwickelten mobilen Elektrolumineszenz- und Leistungsmessung ist eine Prüfung im eingebauten Zustand jetzt einfach und preiswert durchführbar und kann zur Optimierung der Leistung von Photovoltaikanlagen genutzt werden.



# MOBILE QUALITÄTSMESSUNG ZUR OPTIMIERUNG DER PHOTOVOLTAIK-ANLAGENLEISTUNG\_

Dipl.-Ing. Guido Becker, Dipl.-Wirtsch.-Ing. Marc Schmitz

## Markt

Mit dem weltweit kontinuierlich steigenden Energieverbrauch sowie dem Umbau der Energiesysteme in Zentraleuropa spielen Grüne Technologien eine Schlüsselrolle im Hinblick auf einen energieeffizienteren Verbrauch sowie bei der Stromerzeugung durch erneuerbare Energien. Bei den erneuerbaren Energien handelt es sich im allgemeinen um Windenergieanlagen, Biogasanlagen, Wasserkraftwerken und Photovoltaikanlagen. Erneuerbare Energien haben eine immer grösser werdende Bedeutung in der allgemeinen Energieerzeugung wobei die Photovoltaik (PV) ein sehr bedeutender Faktor/Bereich in der erneuerbaren Energiegewinnung geworden ist.

Die Photovoltaikindustrie hat in den letzten Jahren weltweit ein sehr grosses Wachstum durchlebt und hat zu einer sehr grossen Verbreitung und Akzeptanz in der Bevölkerung rund um den Globus gefunden. Ist die Sonne doch eine kostenlos zur Verfügung stehende Energiequelle. Bedingt durch die staatlichen Förderprogramme sind binnen kurzer Zeit weltweit sehr grosse Photovoltaikfreilandanlagen und viele kleinere private Photovoltaikanlagen gebaut worden. Schaut man sich die beispielsweise Situation in Deutschland an so ergibt sich für Mitte 2012 eine installierte Leistung Solar von rund 28.000 MWp. Bezogen auf einem Anlagenpreis von Ø zwische 2.100 €/kWp Neuwert und einem Bestand von 28.000 MWp folgt daraus, dass der Neuwert der PV-Anlagen in Deutschland bei rund 58,8 Mrd € liegt. Und die in Photovoltaik installierte Kraftwerksleistung soll nach den aktuellen Beschlüssen in Deutschland auf rund 54.000 MW erhöht werden.

Solarmodule werden aus unterschiedlichen Materialien hergestellt. Die am Markt am meisten verbreiteten Module sind monokristalline und polykristalline siliziumbasierte Photovoltaik-Module sowie Dünnschicht-Module. Im Forschungsstadium befinden sich noch einige Sondermaterialien. Photovoltaik-Module aus monokristallinen Solarzellen sind teurer, aber auch am leistungsfähigsten. Polykristalline Solarzellen haben im Unterschied zum monokristallinen Konkurrenten einen geringeren Wirkungsgrad und sind günstiger. Dünnschichtmodule sind im Vergleich zu den anderen Modulen sehr leicht und günstig, haben aber

auch nur einen geringen Wirkungsgrad. Lohnenswert sind Dünnschicht-Module daher eher für sehr große Dachflächen beziehungsweise für große Anlagen, auf denen viele Photovoltaik-Module montiert werden können.

## Die Elektrolumineszenzmethode

Das Funktionsprinzip der Solarmodule beruht darauf durch die direkte Sonneneinstrahlung elektrischen Strom zu produzieren. Dies erfolgt durch die Anregung der p-n Schicht im Si-Halbleitermaterial. Kehrt man diese Anregung um, indem man das Solarmodul bestromt, so fangen die PV-Module an, in dem für das menschliche Auge nicht sichtbaren Wellenlängenbereich um nahinfrarotes Licht auszustrahlen. Ähnlich der Lichterzeugung durch die LED (Light Emitting Diode) Technologie. Mit der neusten Generation von Kameras kann diese Lichtabstrahlung jetzt sichtbar gemacht werden. Die Technologie wird Elektrolumineszenz (EL) genannt und eignet sich sehr gut zur Kontrolle von mono- und polykristallinen Silizium Photovoltaikmodulen.

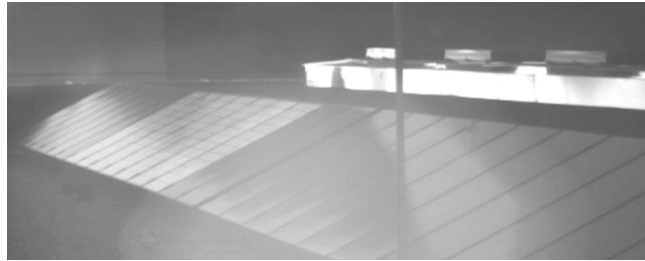
Eingesetzt wird die EL-Technologie beispielsweise am Institut für Solarenergieforschung in Hameln, am Photovoltaik-Institut Berlin AG - Module Technology und am Fraunhofer Institut Solare Energiesysteme in Freiburg um Untersuchungen an den Modulen durchzuführen. Auch aber namenhafte Dienstleister, wie etwa der TÜV Rheinland, Photon Laboratory oder die Nüßperling GmbH & Co. KG verwenden dieses Messverfahren.

Bei der EL-Messung handelt es sich um eine zerstörungsfreie optische Testmethode zur Qualitätsanalyse einzelner Solarzellen / -module und ganzen PV-Anlagen. Mit ihr lassen sich Risse oder inaktive, gebrochene Stellen in Modulen sichtbar machen die mit dem blossen menschlichen Auge nicht erkennbar sind. Risse haben einen grossen Einfluss auf die Langzeitleistung der PV-Anlagen, da sie sich über mehrere Winter-Sommer Zyklen weiterentwickeln können und somit zu einer Beschädigung der PV-Module und Leistungsreduktion führen können. Bereits beschädigte PV-Zellen haben einen grossen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit des Moduls. Ein PV-Modul besteht aus mehreren in Reihe geschalteten Solarzellen die in Standard Modulen zu mehreren Parallelstrings zusammengefasst sind. Ist eine der Siliziumzellen beschädigt, so fliesst kein oder weniger

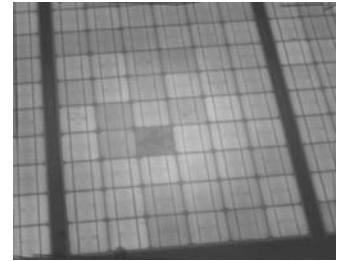




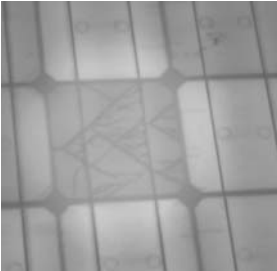
PV-Anlage auf dem neuen Schulkomplex in Strassen



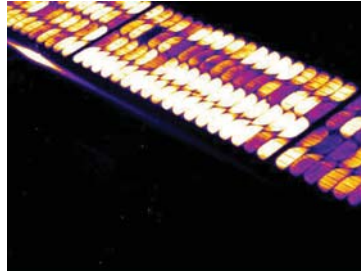
Leuchtender EL-Anlagenstring in der PV-Anlage



EL-Bild von PV-Modul mit gesplitterter Zelle



EL-Detail von gesplitterter Si-Zelle



EL-Bild eines PV-Moduls aus halbierten Si-Scheiben mit unhomogener Verteilung. Darstellung in Falschfarben zur vereinfachten Visualisierung der Strahlungsleistung



Beschädigung der PV-Anlage durch Hagel



EL-Bild einer gebrochenen Si-Zellen nach Hagel bei nicht gebrochenem Glas

Strom durch den String mit der beschädigten Si-Zelle und das Modul generiert nur noch einen Teil seiner Leistung. Dadurch daß die einzelnen PV-Module im Anlagenstring am Wechselrichter in Reihe geschaltet sind verliert dieser Anlagenstring ebenfalls ein Teil seiner rechnerischen Nennleistung. So können sich sehr leicht grosse Leistungsverluste innerhalb einer PV-Anlage ergeben.

Lion Systems hat unterschiedliche Meßsysteme entwickelt um die Qualität der Photovoltaikmodule zu prüfen. Dies ist möglich für PV-Module vor der Installation aber ebenfalls zur Leistungskontrolle bei bereits installierten Anlagen.

#### Kontrolle von bereits installierten PV-Anlagen.

Mit einer hochauflösenden Kamera können bereits installierte PV-Anlagen auf ihre Leitungsfähigkeit hin untersucht werden. Hierbei werden Defekte innerhalb der Anlage sichtbar. Defekte können auf Herstellerfehler, Transportschäden, Montageschäden, Zerstörung oder Umwelteinflüsse zurückzuführen sein. Installierte Photovoltaik Dachanlagen oder Freilandanlagen lassen sich so einfach auf eventuelle Problemen untersuchen. Die EL-Messung ist auch eine sehr gutes Werkzeug zur Anlagenüberprüfung bei der Anlagenabnahme vom Kunden. Mit Ihr lässt sich der Anlagenzustand sehr gut dokumentieren.

#### Untersuchung der PV-Modul vor der Installation.

Möchte man den elektrischen Zustand von Photovoltaikmodulen vor dem Verbau in eine neue Anlage kennen, so ist dies heute vor Ort nicht möglich. Lion Systems hat deshalb einen mobilen Photovoltaik-Tester entwickelt, der es ermöglicht sicherzustellen, dass nur fehlerfreie Module in den neuen PV-Anlagen verbaut werden.

#### Mobiler Photovoltaik Testwagen

Typischerweise wird bei der Fertigung von PV-Modulen eine Strom/Spannungs-Kennlinie zur Qualitäts- und Leistungsprüfung eingesetzt. Diese Prüfung spiegelt eine Momentaufnahme der Leistungsfähigkeit der Module wieder. Diese Messung ist die Grundlage der Leistungsgarantie des Herstellers, die sich über 20 bis 25 Jahre erstreckt.

Nach der Kontrolle erfolgen die Verpackung und der weltweite Transport der Module. PV-Module sind jedoch äu-

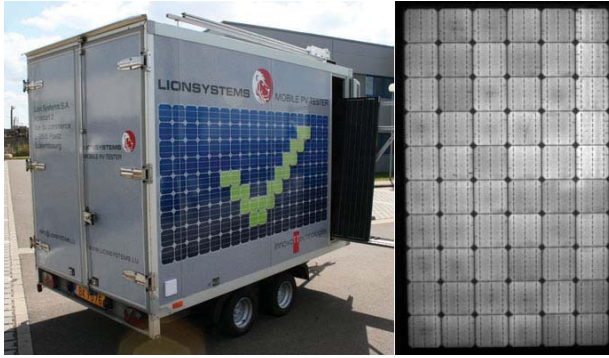
ßerst empfindlich gegen mechanische Beanspruchungen, was auch einleuchtet, da der Hauptbestandteil der Module, die Solarzellen, nicht dicker sind als zwei bis drei mal diejenige eines menschlichen Haares.

Mittels der Elektrolumineszenzmessung können mechanische Beschädigungen nachgewiesen werden, welche die Leistung oder auch die Langzeitstabilität beeinflussen. Der Mobile PV-Tester ermöglicht, dass in neuen PV-Anlagen nur unbeschädigte Module verbaut werden. Hierbei handelt es sich um eine mobile EL-Messeinrichtung, die in einem geschlossenen PKW-Kastanhänger integriert ist. Jetzt können PV-Module flexibel vor Ort vermessen werden. Betrachtet werden monokristalline und polykristalline PV-Module mit Abmessungen von bis zur 1800 x 1100mm.

Der Anhänger ist ausgestattet mit einer von außen leicht zu bedienenden Zuführung für die Solarmodule. Mittels eines Barcode-Lesegeräts wird die Zuordnung des Messprotokolls zu den einzelnen Modulen gesichert. Der Benutzer kontaktiert die Module mit der im Anhänger befindlichen Stromversorgung und schiebt das Modul über das integrierte Schienensystem in den Wagen. Die EL-Vermessung erfolgt über eine empfindliche Kamera. Für die EL-Messung werden die PV-Module bestromt. Die Module beginnen im nicht sichtbaren Bereich zu strahlen. Mittels der Kamera werden Defekte sichtbar.

Die Steuerung des EL-Messsystems erfolgt über einen im Anhänger integrierten Rechner, ausgestattet mit der automatischen Projekt- und Kamerasteuersoftware. Die Stromversorgung für die Module wird entsprechend der Modulspezifikation auf einen Stromwert entsprechend dem Imp eingeststellt. Durch das Auslösen der EL-Messung erfolgt die automatische Modulvermessung. Die Messdaten und ein EL-Bild des Moduls werden unter der entsprechenden Barcode-Nummer gespeichert und dokumentiert.

Zur Untersuchung der Leistungsfähigkeit eines PV-Moduls wird der mobile PV Testwagen mit einem Kennlinienmessgerät und einer Hochleistungs LED Strahlungsquelle aufgebaut. Die speziell entwickelte Strahlungsquelle baut auf Hochleistungs LEDs der neuesten Generation auf, die es ermöglichen die PV-Module mobil nach den sogenannten Standard Testbedingungen (STC Standard Test Conditions)



zu prüfen und entspricht dem Flashen in der Solarmodulfertigung beim Hersteller. Beim Flashen werden die Module mit einer definierten Einstrahlung bestrahlt. Gleichzeitig wird die gesamte Kennlinie des Moduls gemessen um eine Aussage über dessen Leistungsfähigkeit machen zu können. Zusätzlich wird die Temperatur gemessen und heraus kommt dabei ein Datensatz, der die Kennwerte der Module unter den sogenannten STC Testbedingungen repräsentiert. Bei der Kennlinienmessung werden die PV-Module im Testwagen nach der EL-Messung mit der Hochleistungs Strahlungsquelle kurz angestrahlt. Ein kalibrierter Fühler misst die Einstrahlung und die Temperatur am Modul. Nach der STC muss die Einstrahlung mindestens  $800\text{W/m}^2$  betragen und darf während der Messung nicht mehr als um  $\pm 1\%$  schwanken. Über die Kennlinienmessung werden die einzelnen Leistungskurven des getesteten Moduls aufgezeichnet. Die im Tester gemessene Peakleistung kann dann, wenn vorhanden, mit der von den Herstellern gelieferten Peakleistungen verglichen werden. Der Kunde kann dann, nach den abgeschlossenen Messungen, einen objektiven Qualitätsbericht von den bei ihm installierten Solarmodulen bekommen.

#### **Bild einer Flasherkurve aus der Kennlinienmessung**

Die mobile Leistungsprüfung eröffnet nun die Möglichkeit, die PV-Module entsprechend ihren gemessenen Eigenschaften für die Serienschaltung zu sortieren und somit das Mismatching zu reduzieren. Unter Mismatch versteht man den Leistungsverlust in Reihe geschalteter Photovoltaikmodule. Ursache hierfür ist das unterschiedliche Leistungsvermögen der einzelnen Solarmodule. Schaltet man mehrere Module in Reihe, so fließt durch alle der gleiche Strom. Das leistungsschwächste PV-Modul in einer Reihenschaltung begrenzt aber den Strom aller angeschlossenen Photovoltaikmodule. Gibt es starke Streuungen hinsichtlich der Leistung, können die leistungsstarken Module ihre Überlegenheit nicht umsetzen. Daher ist es wichtig, Module mit geringer Leistungsstreuung in einem Strang zu verbauen. Sortieren sollte man nach der Leistung, der aus der Flashliste hervorgeht.

Die mobile Elektrolumineszenz- und Leistungsmessung ermöglicht es jetzt bereits bestehende und neue PV-Anlagen

auf ihre langfristige elektrische Leistungsfähigkeit hin zu optimieren.

Hier sind die Vorteile noch einmal kurz zusammengefasst:

- \_ Mobile Qualitätskontrolle der Photovoltaikmodule vor der Installation
- \_ Optimierung der Rentabilität
- \_ Qualitätszeugnis und -report für den Kunden
- \_ Optimierung der Anlagen auf Langzeitstabilität
- \_ Einfache Handhabung

[www.lionsystems.lu](http://www.lionsystems.lu)

1\_ Standard-Testbedingungen STC (IEC60904-3): Einstrahlung  $1000\text{W/m}^2$ , Spektrum  $AM=1,5$  sowie Modultemperatur  $25^\circ\text{C}$ .



Embarquez  
vers vos plus belles soirées.



MIR BRÉNGEN IECH WEIDER

Call Center : 2489-2489    [m.cfl.lu](https://m.cfl.lu)    [www.cfl.lu](https://www.cfl.lu)



Available on the iPhone  
App Store

app CFL mobile

Le 31 août 2012, Enovos Luxembourg S.A. et ses partenaires de projet Pholpa B.V.B.A. et NPG energy N.V. ont célébré la cérémonie d'inauguration de l'installation de biogaz «Biopower Tongeren» dans la province de Limburg, en Belgique. En présence de, entre autres, la Ministre de l'Économie et de l'Innovation, Ingrid Lieten, du Maire de la Ville de Tongres, Patrick Dewael, et de Jean Lucius, CEO Enovos Luxembourg, les machines ont été démarrées et fonctionneront en moyenne 8.200 heures par an.



Premier investissement dans le secteur des énergies renouvelables pour Enovos en Belgique

## LA PLUS GRANDE INSTALLATION DE BIOGAZ À LIMBURG\_



Pour Enovos Luxembourg, cela représente le premier investissement dans le secteur des énergies renouvelables en Belgique. Par ailleurs, cette installation de biogaz est la première en son genre dans le Benelux à utiliser un réservoir de pré-fermentation permettant une production plus élevée de biogaz.

Située dans une région majoritairement agricole, cette installation fermentera principalement le maïs cultivé en étroite coopération avec les agriculteurs locaux dans un rayon de 20 km. Le biogaz respectueux de l'environnement qui en résultera sera converti en électricité via un moteur puis transmis dans le réseau électrique local. La chaleur résultant de ce processus sera utilisée pour faire sécher les substrats de fermentation. Ces substrats retourneront ensuite dans les champs sous la forme de fertilisants peu odorants et de haute qualité, produisant ainsi un cycle fermé.

«Avec une capacité de 2,8 MW, le volume d'électricité générée correspond à la consommation annuelle de 6.500 ménages et à une réduction annuelle des émissions de CO<sub>2</sub> de 10.000 tonnes, constituant ainsi une étape importante en vue de l'expansion des énergies renouvelables», a déclaré Daniel Christnach, Head of Renewable Energies & Cogeneration chez Enovos Luxembourg. En collaboration avec les partenaires de projet, la capacité de l'installation pourra être étendue jusqu'à 5,6 MW, ce qui suffirait pour fournir de l'énergie verte à l'ensemble des ménages de la Ville de Tongres.

Jean Lucius, CEO Enovos Luxembourg, souligne: «La participation à Biopower Tongeren N.V. souligne l'engagement conséquent d'Enovos dans le secteur des énergies renouvelables. Ainsi, nous sommes heureux que la mise en œuvre de ce premier projet illustre cet engagement désormais également sur le marché belge.»

Enovos Luxembourg S.A. détient une participation de 24,9 %. Les développeurs du projet, NPG Energy N.V. et Pholpa BVBA, sont impliqués à titre de partenaires additionnels dans la société du projet, Biopower Tongeren N.V., chacun détenant respectivement 47,6 % et 27,5 % des parts de l'installation.

### **Enovos Luxembourg S.A. Fournisseur de gaz naturel, d'électricité et de services**

Enovos est un fournisseur d'énergie opérant au Luxembourg, en Allemagne, en France et en Belgique. La société Enovos Luxembourg produit et acquiert de l'électricité, du gaz naturel et des énergies renouvelables qu'elle distribue à ses clients: entreprises industrielles, PME, distributeurs et utilisateurs privés.

Enovos fait preuve d'un grand dynamisme dans l'extension de ses activités au secteur des énergies renouvelables.

Enovos Luxembourg S.A. appartient à 100% à Enovos International S.A. dont le siège social est situé au Grand-Duché de Luxembourg. Cette holding est également la société faîtière du gestionnaire des réseaux Creos Luxembourg S.A.

Le Groupe Enovos emploie actuellement plus de 1.300 collaborateurs, gère plus de 280.000 points de livraison (électricité et gaz naturel), exploite plus de 9.000 km de lignes électriques et plus de 3.600 km de gazoducs. En 2011, le chiffre d'affaires consolidé du groupe atteignait environ 2,5 milliards d'euros.

Avec une participation de 25,44 %, l'Etat luxembourgeois est l'actionnaire principal d'Enovos International S.A. La SNCI – Société Nationale de Crédit et d'Investissement – détient 10,01 % des titres et la Ville de Luxembourg 8,00 %. Les autres actionnaires sont : AXA Private Equity (23,48 %), RWE (18,36 %), E.ON (10,00 %) et Electrabel (4,71 %).

[www.enovos.eu](http://www.enovos.eu)



nova naturgas

La nature au service de la nature

binsfeld

## La nature, fournisseur officiel de nova naturgas

Dès ce mois d'octobre, Enovos fournit à tous ses clients à tarif standard du gaz dénommé **naturgas** contenant 1% de gaz naturel bio, ceci sans surcoût. Si vous désirez aller plus loin dans votre démarche écologique, Enovos propose aussi **nova naturgas** provenant de la fermentation de masses biologiques diverses. Vous pouvez choisir votre pourcentage de gaz naturel bio, 10, 30 ou 100% de votre consommation, en fonction de votre budget.

Enovos, fournisseur d'énergie responsable engagé pour l'environnement.

Energy for today. Caring for tomorrow.

[enovos.eu](http://enovos.eu)







Énergies nouvelles et renouvelables

Toutes nos activités sur  
[www.mersch-schmitz.lu](http://www.mersch-schmitz.lu)



Entreprise générale technique

Contactez nous  
Tél +352 380 501-1  
[info@mersch-schmitz.lu](mailto:info@mersch-schmitz.lu)



# Where opportunities grow via satellite

Where others see challenges, we see possibilities. At SES we do more than transcend physical barriers. We are committed to building relationships that help you reach new markets. Unlock and grow new opportunities with us.

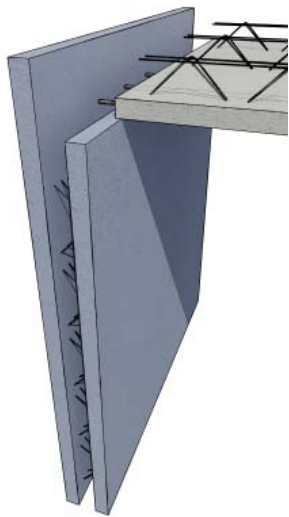
[www.ses.com](http://www.ses.com)

Nous avons discuté dans la 1<sup>ère</sup> partie (02/2012) de cet article le concept architectural et le choix constructif de la semi-préfabrication en béton retenus pour la construction d'une maison unifamiliale à Schengen. Cette deuxième partie est consacrée à la présentation du système constructif de l'ouvrage et illustre une technique simple et robuste combinant béton et énergie renouvelable.

Une maison à flanc de coteaux mosellans

## BÉTON À VIVRE\_

Ing. Christian Rech / CIMALUX



2.1 Prémur et prédalle avant remplissage de béton. © Bétons Feidt

### Prémurs et prédalles en béton

La structure porteuse de la maison a été réalisée en prémurs et prédalles. Les prémurs et prédalles sont des éléments de construction en béton semi-préfabriqués permettant la réalisation sur chantier de voiles et de dalles massifs en béton armé sans devoir monter de coffrages.

Un prémur est constitué de 2 panneaux de béton de 5 à 7 cm d'épaisseur, fabriqués et solidarisés en usine par des poutrelles-treillis. Les armatures nécessaires à la stabilité du voile à réaliser sont déjà incorporées dans les panneaux. En fonction de la hauteur des poutrelles, des prémurs de 18 à 40 cm d'épaisseur peuvent être produits. La longueur maximale est déterminée par les moyens de production à 7,80 m pour une largeur de 3 m.

Le montage sur chantier est réalisé à la grue. Les prémurs sont enfilés sur les armatures en attente, stabilisés avec des étais tire-pousses, et le vide intermédiaire entre panneaux rempli de béton. Après durcissement, l'ensemble est considéré en tant que voile monolithique.

Les dimensions du panneau extérieur peuvent différer de celles du panneau intérieur. Il est ainsi possible de le suréléver afin qu'il forme le coffrage de rive de la dalle, le panneau intérieur servant d'appui à la prédalle [2.1].



2.2 Enfillement du prémur NORD du Rez sur les armatures en attente

Les réservations et mannequins de portes et fenêtres sont réalisés en usine. De même, l'ensemble des inserts tels que gaines et boîtiers électriques ou rails d'ancrage y est directement monté. Les surfaces extérieures sont lisses de décoffrage et peuvent satisfaire aux exigences du béton apparent [2.2].

La mise en œuvre de systèmes d'étanchéité spécifiques au droit des joints, p.ex. tôles enduites, permet également la réalisation d'ouvrages étanches. [2.6]

Une prédalle est un panneau préfabriqué en béton de  $\pm 5$  cm d'épaisseur rigidifié par des poutrelles-treillis. Les prédalles contiennent les armatures structurales principales et transversales nécessaires à la reprise des efforts de flexion en phase de montage et en phase définitive. Elles peuvent être produites jusqu'à 3 m de largeur et 13,50 m de longueur. Lors de la pose, elles sont appuyées sur des filières entre distantes de 2 à 3 m [2.3] [2.5].

La pose d'armatures supplémentaires sur les prédalles assure une portée bidirectionnelle. La mise en œuvre d'un lit d'armatures sur les poutrelles-treillis permet la réalisation de dalles continues sur travées multiples. Les poutrelles-treillis assurent la liaison entre la prédalle et le béton complémentaire coulé sur chantier. Elles peuvent le cas échéant reprendre les efforts tranchants [2.4].

Après durcissement du béton, l'ensemble de la section est considérée comme monolithique.



2.3 Pose d'une prédalle



2.4 Insertion des têtes de colonnes creuses dans la dalle de la toiture et poutrelles de renfort pour les efforts tranchants



A l'instar des prémurs, les réservations, trémies, inserts et découpes sont réalisés en usine.



2.5 Aperçu d'ensemble du gros-œuvre en construction. A noter la séparation fixe des plateaux en  $1/3 - 2/3$  par la maçonnerie de la gaine technique

### Béton et bioclimatisme

L'architecture bioclimatique s'inspire des principes de bases de l'architecture issus de l'adaptation des habitats traditionnels au climat, à la topographie et aux matériaux disponibles afin de favoriser le confort des habitants et de réduire les besoins énergétiques. La notion d'architecture bioclimatique émerge à l'occasion de la crise pétrolière de 1973 et la sensibilisation aux questions de dépendance énergétique. En rupture radical avec la construction conventionnelle, ce courant architectural s'inspire des recherches de l'architecte Frank Lloyd Wright sur la symbiose de l'architecture avec la nature. Systématisant le recours aux ressources locales traditionnelles pour les matériaux et aux énergies «naturelles», prioritairement le soleil à l'époque, cette période est riche d'expérimentations autour de concepts tels que l'«architecture solaire» ou le «olaire passif».

La prise de conscience sociétale du changement climatique, des enjeux économiques, sociaux et environnementaux liés à la consommation d'énergie ainsi que la sensibilisation à l'approche écologique dans la recherche de bien-être et de santé ont relancé l'intérêt pour les principes de l'architecture bioclimatique [voir encart 1ère partie]. De nombreuses pistes ont entre-temps été développées et permettent aujourd'hui la réalisation de constructions hautement performantes tant du point de vue énergétique que du confort. Ainsi la notion de bâtiments à consommation d'énergie quasi nulle (Nearly Zero Energy Buildings) est ancrée dans la directive européenne relative à l'efficacité énergétique des bâtiments.

Le projet de Schengen a été l'occasion de mener une réflexion sur les possibilités offertes par le béton afin de satisfaire à ces principes. Il convient ici de souligner que le béton est par nature un matériau de construction produit localement. Il est difficile de transporter le béton frais au-delà d'un rayon d'action dépassant 1 heure de transport, sa mise en œuvre devant se faire endéans les 90 minutes suivant sa production. Le ciment, constituant indispensable du béton, est traditionnellement produit au Luxembourg - à Esch-sur-Alzette - depuis 1920.

Outre les aspects relatifs à l'inertie thermique et au confort intérieur décrits dans la première partie de cet article, le béton permet également de tirer le meilleur parti de l'approche bioclimatique en remplissant une série d'autres fonctions actives et passives:

\_ reprise des poussées de terre

\_ étanchéité à l'eau

\_ activation géothermique des fondations

Le détail [2.6] et la photo [2.7] en illustrent la transposition technique.

La capacité à reprendre les poussées de terre et l'étanchéité à l'eau sont évidemment fondamentales pour la réalisation

d'un ouvrage semi-enterré à flanc de colline. Cette dernière caractéristique a également permis de maintenir au sec le gros-œuvre durant la période hivernale malgré l'absence d'étanchéité sur la toiture plate.



[2.6] Radier de 30 cm d'épaisseur sur hérisson de verre cellulaire thermiquement isolant, tête d'un des deux redans d'ancrage (Ankerspörne), armatures de reprises pour les prémurs et tôle d'étanchéité.



[2.7] Activation géothermique des redans (155 x 54 cm de section) par insertion dans leurs cages d'armatures de 240 m de tuyaux RAUTHERM S en PE Ø 20 x 2,0 mm.

La VMC combinée à l'échangeur géothermique mérite une attention particulière. En effet les 240 m de tuyaux PE noyés dans les redans en béton du bâtiment et remplis d'eau glycolée alimentent en boucle fermée un échangeur de chaleur monté en amont de la VMC. L'air frais entrant est ainsi réchauffé en hiver à une température suffisante non seulement pour protéger la VMC du gel, mais également pour maintenir la température de l'air insufflé dans la maison à au moins 20°C. L'efficacité du système a entretemps été constaté avec une température extérieure de -6°C. Sa capacité de régénération est assurée par auto réversibilité: l'air extérieur est en effet rafraîchi en période estivale, ce qui permet de reconstituer un stock de chaleur pour l'hiver suivant. La température de stockage est de +/- 11°C à la fin de l'hiver et de +/- 14°C à la fin de l'été. En fonction de la température extérieure en été, l'air soufflé dans la maison peut être rafraîchi de 9°C. Le système est alors particulièrement efficace de par la récupération complémentaire de la chaleur de condensation. Le refroidissement et la déshumidification partielle de l'air chaud et humide entrant contribue ainsi substantiellement au confort d'été de la maison.

La capacité de stockage thermique spécifique du béton armé ( $\pm 2400 \text{ kJ/m}^3 \text{ K}$ ) et sa bonne effusivité joue ici un rôle primordial pour l'efficacité du système, bien avant l'échange de chaleur avec le sol. Ceci ouvre d'intéressantes perspectives dans le contexte de l'exploitation géothermique très basse température par activation des fondations d'ouvrages en béton, technique simple, peu coûteuse et facilement généralisable.

*La 3e et dernière partie de cet article tirera les conclusions de la démarche adoptée et présentera le projet terminé.*

[www.cimalux.lu](http://www.cimalux.lu)

Les progrès techniques réalisés dans le secteur du bâtiment, la commande croissante d'ouvrages de tous genres, la valeur de plus en plus grande de chaque projet et l'accroissement du risque technique et commercial qui en résulte ont augmenté la demande d'assurance TOUS RISQUES CHANTIER. Face à une concurrence de plus en plus vive, les entreprises de construction ne peuvent plus majorer leurs prix de façon suffisante pour tenir compte des risques auxquels elles sont exposées.



## TOUS RISQUES CHANTIER\_

Les "donneurs de garantie" professionnels étant à même de calculer leurs primes d'une façon plus rigoureuse que les majorations pour risques des entreprises de construction, nous pouvons dire que l'assurance T.R.C. contribue à faire baisser le coût de construction tout en offrant à toutes les parties intéressées une protection financière efficace.

Il est donc compréhensible qu'avant l'adjudication des travaux les maîtres d'ouvrage, les bureaux d'études, les architectes et les établissements de crédit exigent de plus en plus souvent la preuve de l'existence d'une assurance T.R.C.

L'assurance Tous Risques Chantiers prévoit deux volets. La section I couvre les dommages à l'ouvrage et la section II couvre la Responsabilité Civile.

Les garanties commencent au moment où débutent les travaux de construction, de terrassement ou de déchargement des objets assurés sur le chantier et se terminent lors de la réception provisoire.

La période de maintenance en général de 12 respectivement 24 mois démarre après la réception provisoire.

La section I - **dommages à l'ouvrage** - offre une protection «Tous Risques»: tous les dommages accidentels sont couverts à part quelques exclusions prévues aux Conditions.

La garantie est notamment acquise pour les dommages imputables aux causes suivantes:

- \_Incendie, explosion, foudre, chute d'avions
- \_Inondation, pluie, neige, tempête, tremblement de terre, affaissement de terrain
- \_Vol simple et avec effraction
- \_Malveillance de tiers
- \_Matériaux défectueux, malfaçon, mauvais travail, ne sont toutefois couvertes que les conséquences, restent exclus les frais à engager pour le remplacement de matériaux défectueux et la rectification de malfaçons ou une mauvaise exécution des travaux
- \_Tout autre événement fortuit.

La section II - **Responsabilité Civile** - couvre le maître de l'ouvrage dans le cas où sa propre responsabilité est encourue et donne couverture en complément des assurances souscrites par les entrepreneurs et leurs sous-traitants.

La garantie de l'assurance Tous Risques Chantiers est

normalement étendue aux conséquences des erreurs de conception, de calcul ou de plan en complément des garanties prévues dans l'assurance Responsabilité Civile Professionnelle des architectes et ingénieurs.

La prime d'assurance Tous Risques Chantiers est calculée sur base de la valeur clef sur porte du bâtiment. Le taux à appliquer dépend d'une part des caractéristiques techniques de l'ouvrage, des garanties, de la période de construction et d'autre part du montant de la franchise par sinistre supportée par les assurés.

Quelques exemples de sinistres:

- \_Effondrement total ou partiel du bâtiment suite à une erreur dans les calculs statiques d'un bureau d'ingénieurs-conseils ou suite à une mauvaise exécution des travaux
- \_Dommages suite à une inondation provenant de fortes pluies
- \_Fissures aux bâtiments avoisinants suite à des travaux de terrassements comprenant une reprise en sous-œuvre (volet Responsabilité Civile)
- \_Vol de tous les thermostats montés sur radiateurs dans un bâtiment administratif

Principaux atouts:

- \_couvre toutes les personnes impliquées dans la construction ainsi que le maître de l'ouvrage lui-même
- \_supprime les longues expertises fort coûteuses pour déterminer le ou les responsables des dommages
- \_supprime le risque d'éventuelles faillites en cas de sinistre
- \_couvre la responsabilité du maître de l'ouvrage et plus particulièrement en cas de troubles de voisinage suivant art. 544 du code civil (**responsabilité sans faute**)
- \_budgétise l'imprévisible.

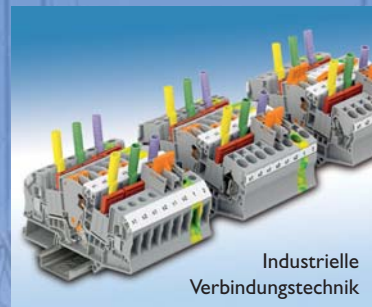
Recommandation

Il est recommandé au maître de l'ouvrage de souscrire lui-même le contrat afin d'être sûr de son existence, de pouvoir déterminer les garanties et connaître son prix.

[www.foyer.lu](http://www.foyer.lu)



# Effizienz für Energie



Industrielle  
Verbindungstechnik



Überspannungsschutz  
und Stromversorgungen



Innovative  
Automatisierungstechnik

## Energieversorger zählen auf die Lösungen von PHOENIX CONTACT

Aus dieser engen Zusammenarbeit sind zahlreiche Marktstandards entstanden.

Phoenix Contact ist der Spezialist für sichere Verbindungs-, Signal- und Automatisierungstechnik und bietet seinen Kunden aus der Energieversorgung eine umfassende, geprüfte Produktpalette für effiziente und zukunftsorientierte Lösungen.

Mehr Informationen unter  
Telefon (+352) 45 02 35-1 oder  
[www.phoenixcontact.lu](http://www.phoenixcontact.lu)

Many companies in Luxembourg produce waste heat. Ideally, it is reused on-site for other thermal processes, but very often the companies still find themselves using cooling towers or heat rejection fans, as an appropriate heat reinjection point ('heat sink') for heat recovery is not always available. Removing this excess heat is expensive. For example, a cooling tower can cost more than €5 per megawatt hour of excess heat.

## SMARTHEATFLOW\_

Alexandre Bertrand

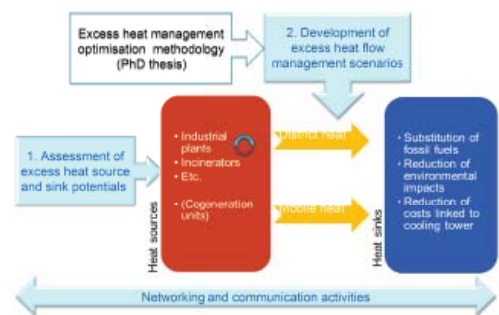
### A new heat management concept

SmartHeatFlow is a CRP Henri Tudor project that aims to address this waste heat challenge to redistribute excess thermal energy to heat sinks, such as other companies or municipal district heat systems. Part of CRP Henri Tudor's Ecotechnology innovation programme, which focuses on developing innovative environmental technologies to meet market needs, and co-financed by the European Regional Development Fund, SmartHeatFlow draws on expertise gained through projects including IndustryWater, which assessed the impact of the Water Framework Directive on industrial water use (including cooling towers) and Einstein II, which developed a thermal energy auditing tool to assess the integration of heat recovery and heating utilities. The project envisages a regional heat management concept to help companies identify regional potential for waste heat transfer.

### Matching supply and demand

Redistribution of excess heat beyond the boundaries of industrial sites is a relatively new concept in Luxembourg, although it is being used for a waste incinerator, which recovers the heat it generates to provide heating to a nearby town. The conventional method of redistribution (known as 'district heating') uses a combination of heat exchangers and distribution pipes between the source and sink, which places physical limitations on where and when the heat can be transferred. However, a new mobile transportation method would allow excess heat to be distributed by road or rail, offering greater flexibility and creating new opportunities for redistribution.

SmartHeatFlow aims to map both the excess heat sources and heat sinks in Luxembourg, allowing thermal energy to be reused where it is needed, while reducing costs and environmental impacts for both source and recipient. The project will create a database of waste heat and heat demand from industrial processes, combined heat and power plants (CHP), etc., based on data gathered from companies. Municipal data will also help identify existing heat sinks. Excess heat sources and sinks will then be mapped using this data, and initial models for matching supply and demand will be developed.



Take part in an innovative project!

SmartHeatFlow is currently looking for companies that produce waste heat or have heat demand to participate in the project. The companies will be asked to provide data either through an online questionnaire or an in-company interview. In return for their participation, the companies will receive a basic estimate of their yearly cooling costs showing how much they could save through heat redistribution. As the focus of the project is on regional heat management, internal heat recovery potential (e.g. between industrial processes or on-site recovery) will not be specifically addressed. Nevertheless, as internal heat recovery should usually be put in place before external heat reuse, participating companies will be made aware of the potential for internal heat recovery, if found.

SmartHeatFlow will provide an overview of the main sources of excess heat in Luxembourg, and by matching them to heat sinks it will help to set up a regional heat management concept.

The project will provide alternatives to current practices to reduce the cooling costs of local companies (making them more competitive) as well as the environmental impacts of both producers and users of excess heat, and it will contribute to the development of new heat recovery management services in the region.

[alexandre.bertrand@tudor.lu](mailto:alexandre.bertrand@tudor.lu)



L'importance de l'innovation n'est plus à démontrer, elle occupe depuis plusieurs décennies une place primordiale dans les dynamiques concurrentielles. Cependant face à la diminution du cycle de vie des produits, à l'augmentation de l'exigence des clients et à la croissance des coûts dans de nombreux secteurs, les entreprises et organisations sont fortement incitées à innover de plus en plus largement et de plus en plus rapidement. Or pour ce faire, elles doivent déployer de nouvelles méthodologies. La Luxembourg Innovation Masterclass, organisée chaque année par Luxinnovation, met un point d'honneur à répondre à ce besoin. La nouvelle édition, programmée les 24 et 26 octobre prochains, sera animée par le Prof. Keith Goffin, Professeur en innovation et développement de nouveaux produits et services à l'Ecole de Management de l'université de Cranfield (GB).



## INNOVATION DE RUPTURE: APPRENDRE A CREER UN MARCHÉ DONT VOUS ETES LA REFERENCE MASTERCLASS 2012\_

### Une formule gagnante

Lancée en 2010 par Luxinnovation, l'Agence nationale pour la promotion de l'innovation et de la recherche, la Luxembourg Innovation Masterclass s'est depuis imposée comme événement de référence en matière de management de l'innovation. Forte du succès des éditions précédentes, la formule reste inchangée: une Open Lecture suivie d'un séminaire donné par un orateur reconnu sur le plan international pour ses travaux de recherche en innovation.

Comme chaque année, la Luxembourg Innovation Masterclass est soutenue par des entreprises pour qui la gestion de l'innovation est fondamentale. La société Ceratizit s'ajoute aux entreprises déjà partenaires l'an passé, Goodyear, Hitec et IEE. «Nous avons souhaité coller au maximum aux attentes des entreprises et c'est pourquoi le concept de la Luxembourg Innovation Masterclass connaît un tel succès chaque année. Elle propose une formation double, une conférence ouverte à tous en guise d'introduction générale en termes d'innovation de produit et services suivie d'une session de perfectionnement, limitée à une vingtaine de personnes, animée par un expert reconnu», explique Dr. Gaston Trauffer, responsable de la gestion de l'innovation et de la promotion du design chez Luxinnovation. «La venue au Luxembourg du Prof. Goffin est une opportunité pour les entreprises luxembourgeoises de s'inspirer d'autres modèles de management de l'innovation. Au regard de la concurrence quotidienne à laquelle elles doivent faire face, l'ouverture à d'autres modes de fonctionnement les aidera à renforcer plus efficacement leur capacité à innover».

### Identifier les besoins «cachés et non exprimés» de ses clients

Alors que l'effort était essentiellement porté sur le renouvellement rapide et la standardisation classique des produits, on constate aujourd'hui l'émergence de nouvelles stratégies d'innovation plus radicales. Le Prof. Goffin abordera dans le cadre de l'Open lecture, l'innovation dite «de rupture», basée sur les besoins non exprimés des clients et évoquera les démarches pour déployer de nouvelles méthodes d'innovation. Le développement de nouveaux produits et services nécessite une parfaite connaissance des besoins de ses clients. «Les entreprises ont tendance à se lancer

dans de multiples études de marché. Or ces méthodes sont parfois trop traditionnelles pour pouvoir saisir les besoins cachés des clients, besoins souvent ignorés par les clients eux-mêmes», explique le Prof. Goffin.

[www.innovation-masterclass.lu](http://www.innovation-masterclass.lu)



Le Prof. Keith Goffin est Directeur du «Centre for Innovative Products and Services» (CIPS) et Professeur en innovation et développement de nouveaux produits et services à l'Ecole de Management de l'université de Cranfield (GB). Il possède une vaste expérience en développement de produits tant dans le secteur industriel que dans le domaine académique. Le Prof. Goffin compte à son actif 14 années d'expérience, en marketing et développement de nouveaux produits, passées au sein de Hewlett Packard (HP) Medical Products Group. Les entreprises Ford et NCR ont par ailleurs appliquées les résultats de ses recherches menées dans le cadre de son doctorat.

A l'université de Cranfield, il enseigne les MBA et les programmes universitaires. Il est également «Professeur invité» dans des Ecoles de management en France, Italie, Allemagne, Suède, Corée et Malaisie. Il porte un grand intérêt pour les stratégies d'innovation et les connaissances pratiques acquises au travers de projets en matière de recherche et d'innovation. Auteur de nombreux articles et de plusieurs livres, le Prof. Goffin intervient régulièrement comme consultant en gestion d'innovation en entreprises, tels que Agilent Technologies, BASF, British Telecom, HSBC, Leyland-Trucks, Rank-Xerox, Sony et Unilever. En mai 2011, le Prof. Goffin a reçu la distinction de «Financial Times Professor of the Week» pour son travail sur l'identification des besoins cachés des clients.

La Fédération Française du Bâtiment Nord Pas de Calais a initié, fin 2007, Villavenir, une opération pilote, à savoir un chantier de démonstration de 6 logements de 120 m<sup>2</sup> habitable destinée à une famille de 5 personnes. Au cœur de cette initiative, l'enjeu énergétique: toutes les maisons doivent atteindre le label BBC, soit 50 kWh/m<sup>2</sup>/an. Villavenir avait pour objectif de démontrer au grand public que les acteurs des trois filières constructives actuelles (traditionnelle, bois et acier) peuvent fournir une solution de logements à haute efficacité énergétique.



Efficacité énergétique des constructions en acier - Rêve ou réalité?

## VILLAVENIR

Valerie Huet, CRM Group Liège, Prof. Dr. Olivier Vassart, ArcelorMittal R&D

### CONTEXTE

La réalité incontestable du réchauffement climatique et de ses impacts ainsi que l'épuisement des ressources naturelles est aujourd'hui au cœur des débats. De ces constatations alarmantes est né le concept de développement durable. Son objectif premier est de permettre aux générations futures de disposer des ressources dont elles auront besoin pour leur développement. En découle une volonté internationale de réduire significativement les émissions de gaz à effet de serre. Puisque les émissions de CO<sub>2</sub> résultent presque exclusivement de la consommation de combustibles fossiles, celle-ci doit être réduite en conséquence.

La priorité est donc de parvenir à une réduction importante de la consommation d'énergie dans tous les domaines, et notamment dans le bâtiment. En effet, près de 41 % de la demande totale d'énergie en Europe est imputable à nos bâtiments (résidentiels et tertiaires). Chauffage des locaux, production d'eau chaude, éclairage, climatisation, sont les principaux vecteurs de (sur)consommation énergétique. C'est donc un double défi que la construction va devoir relever dans les années à venir: répondre à des besoins qui explosent au niveau mondial, tout en réduisant significativement ses impacts par une amélioration drastique de ses activités.

Le secteur de l'acier ne déroge pas à la règle et se «met au vert». Non seulement un bâtiment acier est à même de relever ce double défi, mais les progrès sidérurgiques ont d'ores et déjà conduit à des réductions importantes en matière de consommation d'énergie primaire et de production des gaz à effet de serre.

### LES CLÉS D'UN BÂTIMENT BASSE ÉNERGIE

La construction «basse consommation d'énergie» repose sur deux principes élémentaires indissociables:

«Les besoins énergétiques du bâtiment doivent en premier lieu être limités au maximum en consacrant une attention particulière aux éléments déterminants de la construction, qui peuvent être la cause de déperditions importantes et incontrôlées: compacité du bâtiment, conception bioclimatique, isolation renforcée de toutes les parois, suppression des ponts thermiques, étanchéité à l'air du volume chauffé contrôlée

«Dans un deuxième temps seulement, les besoins énergétiques devenus plus faibles, le bâtiment sera doté de systèmes d'équipements de nouvelle génération moins énergivores, tout en privilégiant les sources d'énergies renouvelables.

Ces bâtiments conduisent à des factures de chauffage divisées par deux à trois pour les constructions neuves, et par six à huit pour les rénovations. Ces économies rendent également les ménages moins dépendants des hausses potentielles du prix de l'énergie.

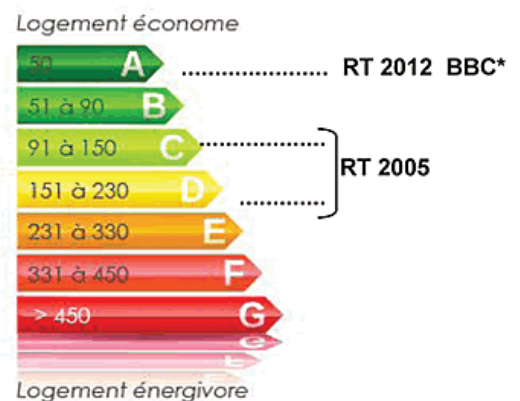
### Réglementations thermiques et labels

BBC-Effinergie: Bâtiment Basse consommation Énergétique.

Ce label de qualité reprend l'esprit des labels «Passivhaus» en Allemagne et «Minergie» en Suisse, mais avec des exigences et techniques adaptées au climat français et à chaque zone climatique.

Créé en 2005, ce label vise une consommation très fortement inférieure à la consommation énergétique réglementaire en vigueur à partir de 2006, la RT2005, avec:

Un niveau d'exigence calé pour le résidentiel sur 50 kWh/m<sup>2</sup> en énergie primaire en prenant en compte les consommations de tous les usages (chauffage, refroidissement; production d'ECS, ventilation et éclairage) et décliné selon les zones climatiques de la RT2005 et l'altitude du projet de construction;





Une «super» performance énergétique de 50 % par rapport à la performance réglementaire pour les bâtiments tertiaires.

Pour obtenir ces labels, les constructeurs devront mobiliser toutes les techniques permettant d'économiser l'énergie, ce qui permettra au secteur de la construction de faire un grand pas vers l'objectif de division par quatre des émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2050.

BBC: base de la nouvelle réglementation sur la performance énergétique des bâtiments: RT 2012

Obligatoire pour toute construction neuve dès janvier 2013, la future réglementation thermique RT 2012 fixe un niveau de performance énergétique BBC (Bâtiment Basse Consommation).

#### OBJECTIFS DU PROJET VILAVENIR:

- \_Vision concrète de la construction BBC (bâtiment Basse Consommation)
- \_Des apports énergétiques naturels et gratuits optimisés:
  - \_Architecture bioclimatique
  - \_Accent mis sur l'isolation et l'étanchéité à l'air
  - \_Recours aux Énergies Nouvelles Renouvelables
- \_Des maisons évolutives, modulables et flexibles, et accessibles aux personnes à mobilité réduite (PMR)
- \_Un maximum de techniques innovantes et différentes, pour être une véritable vitrine du savoir-faire des entreprises
- \_Des coûts maîtrisés (150000€ hors foncier).

#### DESCRIPTION DES MAISONS FILIÈRE ACIER

La conception des maisons 5 et 6 de la filière Acier de Villavenir a été réalisée par Gerry Wilk du cabinet d'architecture Lheureux Wilk de Lille.

L'architecte s'est basé sur les principes du bioclimatisme, et s'est fait assisté par le cabinet Beitha pour les calculs thermiques. Les 2 volumes symétriques sont compacts et mitoyens, ceci dans le but de diminuer la consommation et de limiter les déperditions calorifiques.



La façade nord est sans ouverture, et abrite les pièces de service au rez-de-chaussée. Les bâtiments sont percés au sud par de larges baies, qui amènent luminosité et chaleur aux pièces de vie. En plus de ces apports gratuits, la volonté de l'architecte était de montrer qu'un design audacieux n'est pas nécessairement en contradiction avec la haute qualité environnementale d'un bâtiment.

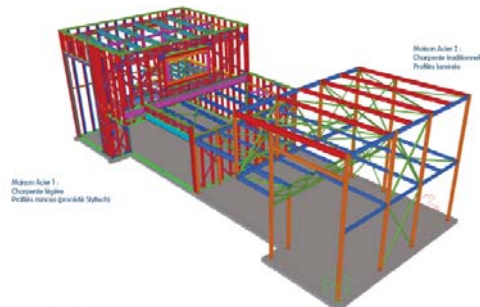
Afin de minimiser les surchauffes en été, le mur rideau est constitué d'un double vitrage isolant thermique et à très haute protection solaire et des brise-soleil ont été installés au-dessus des baies vitrées de l'entrée.

Des panneaux solaires ont été intégrés aux façades.

Une des caractéristiques essentielles du projet est que l'acier a été utilisé non seulement pour la structure mais également pour les composants des deux maisons: murs extérieurs en panneaux sandwich, toiture et plancher intermédiaire sur bac acier.

#### Structure des maisons filière Acier

Les maisons de la filière Acier sont construites sur base de deux structures acier différentes: la maison 5 a une ossature métallique type Styltech® (profilés minces formés à froid), tandis que la maison 6 a une charpente faites à partir de profilés laminés à chaud.



#### Avantages de la construction Acier

La construction Acier présente de nombreux avantages tels que:

- \_Grande adaptabilité architecturale: grande portée permettant de larges ouvertures en façade
- \_Modularité des espaces: Pas de murs porteurs intérieurs, offrant un maximum de liberté dans la conception des espaces intérieurs
- \_Ossature légère: réduction très sensible des fondations
- \_Matériau recyclable à 100%: économie des ressources naturelles
- \_Chantier sec: propreté et rapidité de mise en œuvre
- \_Gestion des déchets de chantier simplifiée car minime
- \_L'acier facilite la mise en œuvre de solutions d'isolation par l'extérieur, solutions très favorables au bilan énergétique
- \_Travail de conception beaucoup plus poussé: moins de mauvaises surprises lors du chantier

Dans le cadre de cette organisation, la conception est tout de suite vérifiée par les entreprises et le tir peut donc être rectifié rapidement. Cela permet un gain de temps précieux dans la conception générale du projet.

#### Maison filière Acier n°5



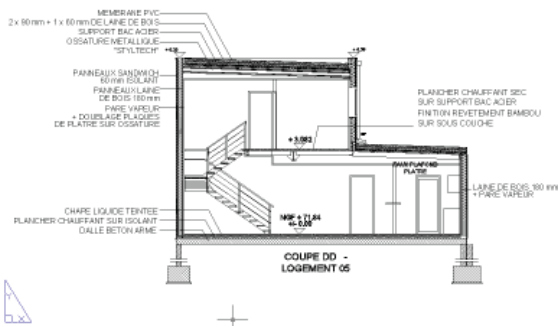
#### Principes constructifs

##### Structure

La structure du logement filière Acier n°5 est réalisée à partir de profilés minces formés à froid en acier galvanisé de type Styltech®, assemblés par vis auto-perceuses. L'intérêt de ce type de charpente est qu'une grande partie peut être pré-assemblée en usine. Les panneaux pré-assemblés peuvent ensuite être mis en œuvre sur site via des engins de levage. L'ossature sera invisible à terme.

Isolation de l'enveloppe

L'isolation des murs extérieurs est réalisée au moyen de la superposition de 2 couches d'isolants de nature différente. L'isolation intérieure est réalisée au moyen de panneaux semi-rigides de laine de bois de 18cm d'épaisseur, insérés entre les poteaux. L'ossature métallique ainsi isolée est alors recouverte de panneaux sandwichs en polyuréthane de 6 cm d'épaisseur, afin de maîtriser les ponts thermiques.



L'habillage intérieur de l'enveloppe fait appel à la technologie de la plaque de plâtre sur ossature métallique.

Le plancher chauffant du rez-de-chaussée se compose d'une chape isolée, tandis que celui du premier étage est un plancher chauffant sec sur support bac acier. La particularité de ce dernier est d'être de faible épaisseur (de l'ordre de 5 cm). Cela a l'avantage d'augmenter la hauteur sous plafond des pièces de l'étage inférieur.

La toiture terrasse est constituée d'un support d'étanchéité en acier (bac acier galvanisé nervuré), d'une isolation par panneaux de fibre de bois de 24cm d'épaisseur et d'une membrane souple d'étanchéité en PVC.

Descriptif technique des équipements

Le mode de chauffage retenu est l'installation d'une chaudière à condensation avec un Système Solaire Combiné (SSC), qui comprend 8.85 m² de panneaux solaires thermiques intégrés à la façade sud-est ainsi qu'un ballon de stockage. Cette installation assure l'eau chaude sanitaire et le chauffage. Le système de distribution du chauffage consiste en un plancher chauffant au rez-de-chaussée et à l'étage.

Le système de ventilation est une Ventilation Mécanique Contrôlée (VMC) de type double flux, avec échangeur de chaleur dont le rendement est de 90%. Un puits canadien permet une récupération gratuite des calories en hiver.

Une cuve de stockage des eaux pluviales sert à l'arrosage et au fonctionnement des WC.

Performance énergétique de la maison filière Acier n°5

Comme décrit précédemment, le label BBC pose des exigences en matière de:

- \_Déperditions thermiques des parois
- \_Confort d'été
- \_Consommation conventionnelle d'énergie primaire par m² de surface hors œuvre nette ou Cep

Respect des valeurs limites relatives aux déperditions thermiques des parois

Les valeurs U des parois et des menuiseries sont inférieures aux «gardes-fous» imposés par le label, comme le montre le tableau suivant:

MAISON 5	U [W/m²K]	U max [W/m²K] (BBC)
Baie vitrée SE	1.6	1.7
Fenêtres	1.7	1.7
Murs	0.15	0.31
Toiture	0.15	0.15
Dalle	0.26	0.41
Mur mitoyen	0.10	0.31

Les ponts thermiques sont très faibles:

Ponts thermiques	Ψ moy [W/mK]	Ψ max [W/mK]
Liaisons :		
dalle/murs	0.21	0.75
Toiture/murs	0.09	0.75
Plancher étage/murs	0.05	0.75

Confort d'été

Le mur rideau est équipé d'un vitrage teinté à haute protection solaire (Facteur solaire égal à 22%) et les fenêtres exposées au sud-est sont équipées de protections solaires.

La température conventionnelle atteinte en été est inférieure à celle de référence: Tic = 27.26°C < Tic, ref = 34.17 °C

Cep

La consommation conventionnelle d'énergie primaire de la maison 5, calculée par un bureau d'étude français, vaut 57 kWh/m². Ce résultat est inférieur à 65 kWh/m²an, valeur de référence qui correspond à la consommation conventionnelle de référence du label BBC (Cep,ref), soit 50 kWh/m²an, multiplié par le coefficient régional valant 1.3 pour la zone climatique de Loos-en-Gohelle.

Un test de perméabilité à l'air in situ a confirmé que le taux de renouvellement d'air ne dépasse pas la valeur de 0.6 m³/hm² sous 4 Pa.

La maison 5 de Villavenir respecte donc l'ensemble des exigences du label BBC.

MAISON FILIÈRE ACIER N°6



Principe constructif

Structure

La charpente de la maison filière Acier 6 est composée de profilés laminés à chaud assemblés par boulonnage et d'une poutre treillis pré-assemblée en atelier.

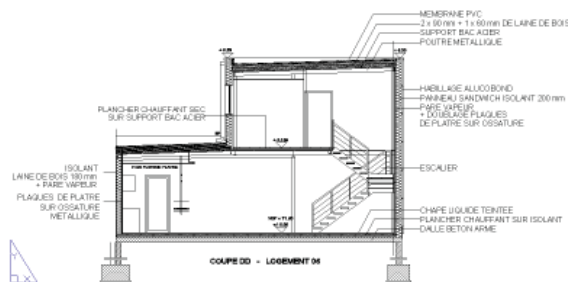




Dans le but de la différencier de son homologue la maison 5, la charpente et la sous-face des planchers de la maison Filière Acier Nr 6 resteront apparents.

### Enveloppe

Le but était d'emballer entièrement l'ossature métallique au moyen d'une enveloppe très isolante, concept similaire à un réfrigérateur. De là découle le choix de l'enveloppe: des panneaux sandwichs auto-portants de 200 mm d'épaisseur fixés sur l'ossature. Ce type de panneau sandwich est habituellement utilisé dans l'industrie frigorifique pour la réalisation de chambre froide. Les jonctions entre panneaux s'effectuent par emboîtement des rives longitudinales avec mise en place de joints d'étanchéité complémentaires.



Un bardage métallique en aluminium vient habiller ces panneaux sandwichs en façades sud-est et nord-est. Ce bardage est ventilé au moyen d'ouvertures hautes et basses, afin de dissiper une grande partie de la chaleur transmises par les rayons du soleil. La façade nord-ouest est dotée d'une isolation supplémentaire: des panneaux sandwichs de couleur sombre, qui uniformisent l'ensemble des façades arrière des deux maisons mitoyennes et augmentent ainsi ses performances thermiques.

La toiture et le plancher intermédiaire sont identiques à ceux mis en œuvre dans la maison 5. La toiture est constituée d'un bac acier supportant 24cm de laine de bois et recouvert d'une membrane d'étanchéité souple en PVC. Le plancher chauffant de l'étage est un plancher sec.

### Descriptif technique des équipements

Le chauffage du rez-de-chaussée et de l'étage et la production d'eau chaude sanitaire sont assurés par une pompe à chaleur air/eau, d'un COP (coefficient de performance) de 4.51.

Le traitement d'air est assuré par une VMC hygroréglable qui adapte la ventilation de la pièce en fonction de son humidité. Une cuve de stockage des eaux pluviales sert à l'arrosage et au fonctionnement des WC.

Les panneaux photovoltaïques génèrent de l'énergie électrique, permettant d'assurer le fonctionnement des auxiliaires presque en autonomie.

### Performance énergétique de la maison filière acier n°6

Respect des valeurs limites relatives aux déperditions thermiques des parois

Les valeurs U des parois et des menuiseries sont inférieures aux «garde-fous» imposés par le label, comme le montre le tableau suivant:

MAISON 6	U [W/m²K]	U max [W/m²K] (BBC)
Baie vitrée SE	1.6	1.7
Fenêtres	1.7	1.7
Murs (NO)	0.12 (0.10)	0.31
Toiture	0.15	0.15
Dalle	0.25	0.41
Mur mitoyen	0.1	0.31

Les ponts thermiques sont semblables à ceux détaillés dans la maison 5 et donc très faibles.

### Confort d'été

Le mur rideau est équipé d'un vitrage teinté à haute protection solaire (Facteur solaire égal à 22%) et les fenêtres exposées au sud-est sont équipées de protections solaires.

La température conventionnelle atteinte en été est inférieure à celle de référence:  $T_{ic} = 27.45^{\circ}\text{C} < T_{ic, ref} = 35.07^{\circ}\text{C}$ .

### Cep

L'objectif de répondre au label BBC est donc atteint puisque la consommation annuelle ( $Cep=55.17 \text{ kWh/m}^2$ ) est en-dessous du seuil fixé par la réglementation ( $65 \text{ kWh/m}^2\text{an}$ ).

Un test de perméabilité à l'air concluant a permis à la maison 6 de se voir accorder le label BBC.

### CONCLUSIONS

De par ces deux exemples de réalisations, il a été montré que la construction acier permettait de grandes libertés architecturales tout en satisfaisant pleinement les performances de Basse Consommation énergétiques des bâtiments.

Crédits Photos et Illustrations:

Villavenir FFB

[www.villavenir.com](http://www.villavenir.com)

Didier Bridoux ArcelorMittal

Gerry Wilk Architecte

Cabinet d'Architecture Lheureux Wilk Lille

[www.arcelormittal.com](http://www.arcelormittal.com)

## The University of Luxembourg is a multilingual, international research university

The University of Luxembourg invites applications for the following vacancy in its Faculty of Science, Technology and Communication within its Research Unit in Engineering Science:

### Senior Lecturer in Engineering Sciences (m/f) Area : structural civil engineering

Réf. : F1-030030

Employee status, full-time

Further information can be found on the following link:

<http://emea3.mrted.ly/2xle>

The University of Luxembourg is an equal opportunity employer.



UNIVERSITÉ DU  
LUXEMBOURG

**Applications with clear reference to the position should be sent in printed form. Deadline: November 30<sup>th</sup>, 2012.**

All applications will be handled in strictest confidence.

La primeur revient à l'un des principaux fabricants de pneumatiques au monde, Goodyear, qui nous a ouvert les portes de son centre d'innovation de Colmar-Berg, dans le nord du pays. Visite chez un géant du pneu, dont les maîtres-mots sont sécurité et durabilité.



## BUSINESS INSIDE\_

GOODYEAR INNOVATION CENTER LUXEMBOURG



### Innovations « made in Luxembourg »

C'est en 1949 que Goodyear s'installe au Luxembourg. Dès 1957, une première équipe dédiée à la recherche est mise en place au sein de l'usine, mais il faudra attendre 1969 pour qu'un centre technique soit créé sur le site de Colmar-Berg. Aujourd'hui deuxième centre d'innovation de la marque, le GIC\*L (Goodyear Innovation Center Luxembourg) emploie près de 950 ingénieurs et techniciens travaillant à la recherche, au développement, à la construction et aux essais de nouveaux pneumatiques de tourisme, de poids lourds et d'engins agricoles pour les marchés européens, africains et asiatiques, ainsi que pour l'Australie et l'Amérique du Sud.

### Priorité à la sécurité et à l'environnement

Au GIC\*L, les principaux travaux de recherche concernent les performances écologiques (longévité des pneus, réduction de la consommation de carburant), la sécurité du conducteur (adhérence en toute saison), ainsi que la recherche de matériaux renouvelables pour remplacer des matériaux d'origine pétrochimique.

### Des projets soutenus par le gouvernement

Après l'EfficientGrip primé par la Fedil, les pneus poids lourds Marathon (Green Product Award 2012) et la technologie RunOnFlat qui permet de rouler avec un pneu totalement

dégonflé, la marque au « Wingfoot » continue d'innover. Elle vient notamment de dévoiler un pneu auto-gonflant (Air Maintenance Technology) qui sera développé au Luxembourg

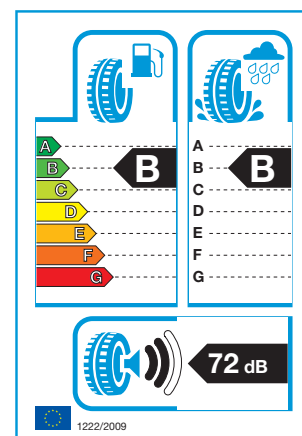
pour les véhicules de tourisme, et soutenu par le Gouvernement. Enfin, le premier pneu concept Biolsoprene™ fabriqué avec des matériaux renouvelables vient également de voir le jour.

### Un nouvel étiquetage européen, obligatoire dès le 1er novembre

Goodyear a soutenu la mise en place de l'étiquetage européen des pneumatiques pour bien guider les consommateurs lors de l'achat de pneus. Cet étiquetage, obligatoire à partir du 1er novembre prochain, renseignera à la fois sur leurs performances environnementales (durée de vie, niveau de bruit) mais également au niveau sécurité (adhérence sur sol mouillé). Pour information, les pneus notés C/C sont considérés comme des pneus de très bonne qualité.

À ce sujet, Goodyear a récemment présenté le premier pneu concept poids lourd noté «AA», une note difficile à atteindre.

[www.goodyear.eu](http://www.goodyear.eu)







## **Vous êtes au cœur de notre réseau.**

9 000 km de lignes électriques. 1 800 km de conduites de gaz naturel. 700 collaborateurs. Derrière ces chiffres, il y a des hommes et des femmes compétents, efficaces et expérimentés qui s'occupent tous les jours de la planification, de la réalisation, de l'extension, de l'entretien et de la gestion de réseaux d'électricité et de gaz naturel au Luxembourg. Ils mettent leur know-how au service des 240 000 clients fournis en électricité et des 45 000 clients raccordés au gaz naturel.



[creos.net](http://creos.net)





## Un projet innovant à développer ?

Trouvez les informations, les partenaires et les aides sur le Portail luxembourgeois de l'innovation et de la recherche.

Ce portail est la source d'informations de référence en matière d'innovation et de R&D au Luxembourg. Un outil indispensable pour trouver des financements, des partenaires, vous informer sur les nouvelles offres de technologies, promouvoir les compétences de votre entreprise et suivre toute l'actualité du secteur.

[www.innovation.public.lu](http://www.innovation.public.lu)

L'innovation et la recherche commencent ici.



Avec le soutien de :



**Union européenne**  
Fonds européen de développement régional  
Investit dans votre avenir





# LEADER MONDIAL EN TECHNOLOGIES DE POINTE

Depuis plus de 140 ans, Paul Wurth met son expérience et sa créativité au service de la sidérurgie et propose des solutions globales pour hauts fourneaux, cokeries, installations de recyclage et de protection de l'environnement.



# PAUL WURTH

**Paul Wurth S.A.** • 32, rue d'Alsace • BP 2233 • L-1022 Luxembourg  
Tél.: (+352) 4970-1 • Fax: (+352) 4970-2209 • [paulwurth@paulwurth.com](mailto:paulwurth@paulwurth.com) • [www.paulwurth.com](http://www.paulwurth.com)

Présence internationale: Afrique du Sud, Allemagne, Brésil, Canada, Chili, Chine, Corée du Sud, Espagne, Etats-Unis, Inde, Italie, Mexique, République tchèque, Russie, Taiwan, Ukraine, Vietnam





## CRÉATEURS D'ENTREPRISES INNOVANTES en Grande Région :

Bénéficiez d'un **ACCOMPAGNEMENT GRATUIT**  
pour élaborer votre **BUSINESS PLAN!**

Inscription gratuite & en toute confidentialité sur  
**[www.123go-networking.org](http://www.123go-networking.org)**

## MERCI À NOS PARTENAIRES, DES ENTREPRISES CITOYENNES!

### NOS PARTENAIRES FINANCIERS:



CERATIZIT S.A., PKF, LALUX Assurances



### NOS PARTENAIRES INSTITUTIONNELS:



### NOS PARTENAIRES MÉDIAS:



Format S.à.r.l.

### ORGANISÉ PAR:



**ABES**  
PUBLIC DESIGN

Stadtmöbiliar mit  
3p Technologie

**NEU**

Jetzt kombinierbar mit  
mobilem Hochwasser-  
schutzsystem von



Ausgezeichnet mit dem  
**1. Platz**  
beim Stahl-Innovations-  
preis 2012

[www.howatec-online.com](http://www.howatec-online.com)



ABES S.à.r.l. • 50, rue des Prés • 7333 Steinsel • [www.abes-online.com](http://www.abes-online.com) • [mail@abes-online.com](mailto:mail@abes-online.com) • Tel. 26 33 09-01 • Fax -03



Depuis la naissance de leurs professions ingénieurs et architectes utilisent les maquettes et les prototypes pour visualiser leurs idées, pour les perfectionner et pour convaincre leurs clients. Seulement le temps de réalisation et le coût limitaient l'utilisation des maquettes. A ce niveau la technologie du 3DPrinting permet des économies considérables et impliquera désormais une utilisation plus généralisée des maquettes.

**3DPrint.lu**

## LES MAQUETTES ET PROTOTYPES S'IMPRIMENT\_

Ing.Dipl. Henri Colbach



Un rêve est en train de se réaliser. Depuis l'arrivée du 3DPrinting et des autres technologies de Rapid Prototyping, non seulement nous dessinons en 3 dimensions, mais nous pouvons aussi produire un rendu réel de ce dessin en 3 dimensions. Nous pouvons tenir en main notre création et multiplier ainsi, par une plus grande activation de nos sens, les possibilités de l'optimiser. Nous pouvons la montrer à nos collaborateurs et à nos clients et ainsi améliorer la communication dans les processus de développement et de commercialisation.

Le procédé d'impression en 3 dimensions constitue une opportunité pour tout le monde qui crée, produit ou vend des objets, qui subissent un processus de création et de développement où la couleur et la forme jouent un rôle important. D'autre part il peut soutenir la commercialisation de tous les produits qui ne sont pas réalisés en grande série, ou bien qui sont trop grands, trop inconfortables respectivement trop coûteux pour en laisser des échantillons au client.

Les avantages de l'impression en 3D sont multiples: Le procédé est économique, rapide, propre et écologique. Les objets imprimés peuvent être en couleur ou monochrome et permettent des formes impossibles jusqu'à maintenant. D'autre part les maquettes deviennent plus transportables car avec la finesse des détails des échelles de réduction plus importantes sont possibles.

Réaliser deux ou plus d'impressions d'une même maquette est facile et peu coûteux. Ceci permet ainsi aux commer-

ciaux de laisser au client autre chose que du papier (qui disparaît aussitôt dans un dossier). Même la production de cadeaux publicitaires de petite série est possible. Par exemple désormais la maquette d'une maison de rapport existera non seulement chez le promoteur, mais aussi chez tous les agents de vente. Les agents pourront même en offrir des versions réduites aux clients intéressés.

### Le principe du copy-shop

Bien qu'il ne fait pas de doute que les procédés d'impression en 3D vont se généraliser assez vite dans les professions de l'ingénieur et de l'architecte, actuellement le prix des machines et le savoir faire à acquérir empêchent encore leur mise en place individuelle dans chaque entreprise. La solution à ce problème consiste dans le principe du copy-shop. Tout comme les copies et impressions de grand nombre, respectivement les impressions de grande qualité sont normalement déléguées à un prestataire externe; un tel outsourcing sera pour la plupart des entreprises la meilleure solution pour accéder au 3DPrinting. Un service d'impression spécialisé comme 3dprint.lu peut assurer un bon amortissement des machines et le savoir faire nécessaire pour produire des maquettes de qualité. La vérification et adaptation des données 3D déjà existantes (tous les formats répandus de fichier 3D sont acceptés) et, si besoin, la création de fichiers 3D font naturellement partie du service fourni.

[www.3DPrint.lu](http://www.3DPrint.lu)

# \_\_EVENTS



## ÉVÉNEMENT

### Grande Soirée de Clôture 1,2,3,GO\_

Chambre de Commerce Luxembourg

La Soirée de Clôture 1,2,3 GO, événement-phare pour tous ceux qui s'intéressent à l'entrepreneuriat innovant en Grande Région, s'est tenue le lundi, 24 septembre 2012 à la Chambre de Commerce Luxembourg. Les projets innovants de la 12ème édition du parcours 1,2,3 GO ont été révélés lors de cet événement, organisé en collaboration avec la Chambre de Commerce Luxembourg et les relais 1,2,3 GO en Grande Région, et placé sous le haut patronage du ministère de l'Economie et du Commerce extérieur Luxembourg.



Parmi les 34 business plans déposés, 10 lauréats ont convaincu le jury: Au Grand-duché de Luxembourg, les projets Universalowner, Mindfulness@work, EarthQuick Software et NeoMedical Systems ont réussi à convaincre le jury. Universalowner de Krassimir Kostadinov est un logiciel d'analyse des risques financiers et des performances pour les institutions financières et les gestionnaires d'actifs. Le projet Mindfulness@work de Myriam Nihant propose un programme de gestion du stress et de développement de l'intelligence émotionnelle destiné aux entreprises.

EarthQuick Software de Ludovic Peignard a développé une solution software dédiée à l'exploration et à la production de gaz et de pétrole. Enfin, NeoMedical Systems de François Scalais consiste en un écran médical 3D ne nécessitant pas de lunettes.

Du côté de l'Allemagne, les projets Red Flag Diagnostics, Add Music (tous les deux de la Sarre) et GewürzStudio (de la Rhénanie-Palatinat) ont obtenu les meilleurs points.

MVM Concept et Isohemp ont été désignés comme lauréats en Belgique francophone.

En Lorraine, le projet Wizzvet qui organise la mise en réseau de vétérinaires généralistes et spécialistes pour donner des avis en ligne aux particuliers, a été sélectionné comme lauréat et Coup de Cœur des Sponsors, doublant ainsi son soutien financier.

Par ailleurs, la FJD (Fédération des Jeunes Dirigeants d'Entreprise de Luxembourg) a remis un prix spécial à l'occasion de son 35ème anniversaire au projet luxembourgeois Xpress, qui propose la production de biomolécules par des micro-organismes pour des applications diagnostiques et thérapeutiques. Un témoignage de Patrick Jost, Président de la FJD, Managing Director chez CIP Group et parrain de la promotion des lauréats 2011-2012 du Parcours de Business Plans 1,2,3 GO, a complété le programme. La soirée a terminé avec un cocktail-networking en présence des porteurs de projets innovants, des membres du réseau 1,2,3 GO, des différents acteurs économiques et politiques en Grande Région et d'autres partenaires.

[www.123go-networking.org](http://www.123go-networking.org)



## INNOVATION

### HYDROGENIA AUF JUNGFERNFABRT\_

Der CO<sub>2</sub>-freie Antrieb der Zukunft - Besser fahren mit Wasserstoff



Das Thema Elektromobilität ist in aller Munde. Zur Vermeidung des CO<sub>2</sub>- und Schadstoffausstoßes, besonders auch in Großstädten, sind geräuscharme, energieeffiziente und emissions-

arme Antriebe für Kleinfahrzeuge gefragt. Gemeinsam haben die Fraunhofer Institute IFAM in Dresden und ISE in Freiburg ein neuartiges Energiesystem entwickelt, das sie nun der Öffentlichkeit präsentiert haben.

Der integrierte PEM-Brennstoffzellenantrieb des aufgerüsteten Pedelecs wurde mit einem speziell konzipierten Metallhydridtank zur robusten und platz sparenden Wasserstoffspeicherung gekoppelt. Dadurch kann das Fahrzeug nicht nur längere Strecken als mit Batterien zurücklegen, sondern auch deutlich schneller betankt werden – und das bei höherer Sicherheit.

Die Wissenschaftler der Arbeitsgruppe Wasserstofftechnologie um Dr. Lars Röntzsch beschäftigen sich schon seit einigen Jahren mit der Herstellung, Verarbeitung und dem Test von Metallhydriden u.a. für Anwendungen zur Wasserstoffspeicherung und Wärmegenerierung. Nun können sie anhand der innovativen Rikscha „Hydrogenia“ einige der Forschungsergebnisse für die Öffentlichkeit erlebbar machen.

Am 23. Juni 2012 konnten sich Besucher auf dem Dresdner Elbhangfest sowie zum Sommernachtsball auf Schloss Wackerbarth in Radebeul selbst ein Bild davon machen, wie Mobilität in Zukunft funktionieren kann.

Getauft wurde „Hydrogenia“ von Prof. Hans-Jörg Bullinger, Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft.

[www.fraunhofer.de](http://www.fraunhofer.de)



## INAUGURATION

### CAMPUS KIRCHBERG ERÖFFNET LASERTECHNOLOGIE-ZENTRUM\_

In Anwesenheit von Wirtschaftsminister Etienne Schneider haben die naturwissenschaftliche Fakultät der Universität Luxemburg und ihr Fachbereich Ingenieurwissenschaften am 1. Oktober ein Lasertechnologie-Kompetenzzentrum eingeweiht. Initiator Prof. Peter Plapper verband die Eröffnung mit seiner Antrittsvorlesung und einem Kolloquium zum Thema Laseranbieter und -nutzer.





© Bohumil KOSTOHRYZ1 boshua | Service des eaux

Mit einer Gesamtinvestition von über 450.000 Euro bis Ende 2014 zählt das Lasertechnologie-Zentrum zu den grossen Projekten der naturwissenschaftlichen Fakultät. Es wird zu rund einem Drittel vom Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung im Rahmen des Programms „Regionale Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigung“ finanziell unterstützt. Eine entsprechende Vereinbarung wurde mit dem Luxemburger Wirtschaftsministerium unterzeichnet.



Prof. Dr. Peter Plapper (l.) erläutert Steven A. Kiefer vom Delphi Technical Center (r.) sowie zahlreichen weiteren Gästen aus Industrie und Wissenschaft einen Roboter des Lasertechnologie-Zentrums

„Eine Investition in die Zukunft der Betriebe“  
Luxemburg ist von Export und Innovation abhängig. Um wettbewerbsfähig zu bleiben, müssen die Diversifikation der Wirtschaft gefördert und Fachwissen sowie neue Ressourcen produziert werden. Das Zentrum will Klein- und Mittelbetrieben sowie internationalen Firmen mit neuen Erkenntnissen aus der Lasertechnologie, konkreten Lösungen für Probleme aus der industriellen Praxis sowie mit der Ausbildung von Fachkräften dienen. Außerdem soll es eine offene Kommunikationsplattform zum Erfahrungsaustausch für Laseranwender in der Großregion bilden.

„Wir wollen verschiedene Laserstrahlquellen anschaffen und damit Machbarkeitsuntersuchungen und Prozessfähigkeitsanalysen für Betriebe ausführen“, so Prof. Dr. Peter Plapper, „das Zentrum versteht sich damit als Investition in die Zukunft der Betriebe.“ Der Ingenieurwissenschaftler hat sich in der Vergangenheit insbesondere mit Laseranwendungen in der

Karosseriefertigung beschäftigt und Lasermesstechnik in Automobilwerken in Belgien, England und Deutschland eingesetzt.

Batterien, Solaranlagen und Wärmetauscher  
Schwerpunkt des Zentrums ist das Fügen ungleicher Werkstoffe, zum Beispiel das Verbinden von Plastik mit Metall. Im Mittelpunkt werden Anwendungen von Lasern etwa in der Elektromobilität, in der Kunststoff-Fertigung oder im Fassadenbau stehen. So konzentriert sich das erste Forschungsprojekt auf Anwendungsmöglichkeiten von Lasern beim Verbund von Kupfer- und Aluminiumplatten. Diese neue Technik ist zum Beispiel unentbehrlich in der Produktion von Batterien für elektrische Autos.

Aufbauend auf diesem Wissen können in einem zweiten Schritt weitere Dienstleistungen oder Untersuchungen für die Industrie der Großregion angeboten werden. Ziel ist, den Firmen zu helfen, Produktionskosten zu senken und durch effizienten Lasereinsatz wettbewerbsfähiger zu werden.

Zusätzliche Anwendungsfelder des Laserzentrums eröffnen sich in der Batterieherstellung, Fertigung von Solaranlagen und Produktion von Wärmetauschern, für welche die Verbindung von Kupfer mit Aluminium untersucht werden soll. Auch bei der Herstellung von Spezialwerkzeugen, wie sie zur Produktion von Reifen oder von Blechteilen Verwendung finden, könnte der Laser sinnvoll eingesetzt werden. Er eignet sich zum Behandeln der Oberflächen wie Entlacken, Härten oder Trennen.

Das Kompetenzzentrum setzt Laser auch in der Ausbildung von Ingenieurstudenten der Bachelor- und Masterstudiengänge ein. Das vielseitige Werkzeug Laser hilft den Studierenden, das theoretisch erworbene Wissen praktisch anzuwenden und so zu vertiefen. So will das Zentrum dazu beitragen, die Qualität der Ingenieurausbildung weiter zu steigern.

Interessierte Betriebe können sich direkt an den Leiter des Zentrums wenden  
peter.plapper@uni.lu  
t + 352 46 66 44 5804

www.uni.lu

## EXPOSITION

### Richard Meier. Building as Art\_

30. September 2012 bis 3. März 2013

Landes-Stiftung Arp Museum  
Bahnhof Rolandseck



Anlässlich seines fünfjährigen Bestehens präsentiert das Arp Museum Bahnhof Rolandseck unter der Schirmherrschaft des Ministerpräsidenten Kurt Beck und des amerikanischen Botschafters Philip D. Murphy eine Ausstellung zum Werk Richard Meiers, einem der international führenden Architekten der Gegenwart. Der 2007 feierlich eröffnete Museumsneubau in Remagen folgt den aus der klassischen Moderne des 20. Jahrhunderts entwickelten Entwurfsprinzipien, die Richard Meier seit den 1960er Jahren konsequent beibehalten und weiterentwickelt hat.

Die Ausstellung verdeutlicht die komplexe Entwurfsmethodik Meiers anhand von herausragenden Bauten und Projekten entlang seines Werdegangs. Dabei stehen seine Museumsbauten im Vordergrund ebenso wie die für eine wohlhabende Klientel gebauten Villen, mit denen er seine Karriere in den USA begann. Als roter Faden verbindet Meiers Bauten die Idee einer Architektur, die komponiert wird wie ein Musikstück oder ein abstraktes Werk der bildenden Kunst. Hauptattraktion der Ausstellung werden die aufwendigen, zum Teil in großem Maßstab ausgeführten Holzmodelle sein, die sonst in Meiers New Yorker Showroom nur wenigen Menschen zugänglich sind.

www.arpmuseum.org



# EVENTS

**A L I A I**  
ASSOCIATION LUXEMBOURGEOISE DES  
INGÉNIEURS - ARCHITECTES - INDUSTRIELS

## CONFERENCES

### La recherche et l'innovation\_ Les enjeux et les cartes à jouer au Luxembourg

18 octobre 2012 à 19h00, Forum da Vinci

**M. Gilles Schlessler**  
directeur de Luxinnovation

La recherche, le développement et l'innovation sont considérés comme pivots de la croissance et de la compétitivité de l'économie luxembourgeoise. Depuis plus de 25 ans, Luxinnovation, l'Agence nationale pour la promotion de l'innovation et de la recherche, accompagne les entrepreneurs et chercheurs luxembourgeois dans la définition et la mise en oeuvre de leurs projets d'innovation, qu'il s'agisse de faciliter l'accès aux financements et technologies ou encore aux infrastructures de recherche et opportunités de coopération et d'affaires.



Dans son intervention, Gilles Schlessler, directeur de Luxinnovation, abordera les enjeux que représentent cette thématique au Luxembourg et le rôle que joue l'Agence dans le système national d'innovation et de recherche.

en luxembourgeois, entrée libre  
[www.aliai.lu](http://www.aliai.lu)

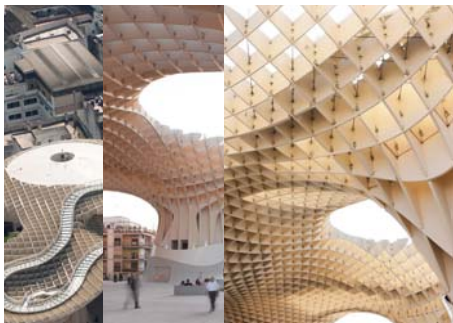
**REVUE TECHNIQUE  
LUXEMBOURGEOISE**  
REVUE DE L'ASSOCIATION LUXEMBOURGEOISE DES INGÉNIEURS, ARCHITECTES ET INDUSTRIELS

## CONFERENCES

### Metropol Parasol Sevilla\_

23. Oktober 2012 um 19:00, Forum da Vinci

**Prof. Dr.-Ing. Volker Schmid, Arup GmbH**  
**André Santer, Architekt, J. MAYER H. Architects Berlin**



Zu Beginn des 21. Jahrhunderts verlangte der Wettbewerb zwischen den klassischen europäischen Kulturstätten eine umfassende Erneuerung der städtischen Infrastruktur Sevillas. Um der Angleichung durch globale Trends zu entgehen, versuchte die Stadt ihr historisches Potential mit neuesten Mitteln zu aktivieren. Auf der Plaza de la Encarnación mitten im historischen Zentrum sollte auf einer archäologischen Ausgrabung ein städtebaulicher Höhepunkt entstehen, um die angrenzenden Altstadtviertel neu zu beleben. Im Spannungsfeld zwischen archäologischen Ausgrabungen und der Frage nach einer Zukunft für Sevilla entstand Metropol Parasol, ein neuer öffentlicher Raum mit fließenden Übergängen zwischen archäologischem Museum, städtischer Markthalle, Gastronomie und einem offenen städtischen Veranstaltungsraum.

So einmalig wie ihre Form waren auch die technischen Herausforderungen bei der Planung, der Herstellung und dem Bau der Parasole.

dans le cadre de\_



in Deutsch, Eintritt frei



**tudor**  
PUBLIC RESEARCH CENTRE HEIMA FÜRSTEN

**REVUE TECHNIQUE  
LUXEMBOURGEOISE**  
REVUE DE L'ASSOCIATION LUXEMBOURGEOISE DES INGÉNIEURS, ARCHITECTES ET INDUSTRIELS

## CONFERENCES

### Klimawandel was wissen wir wirklich?\_

13. November 2012 um 19:00, Forum da Vinci

**Prof. Dr. Anders Levermann**  
Professor für die Dynamik  
des Klimasystems

In den letzten 10 Jahren wurden 9 der 10 wärmsten Jahre seit 1850 gemessen. Wir erlebten eine Anhäufung an extremen klimatischen Veränderungen: Hitzewellen in Russland und Nordamerika, grosse Überschwemmungen in Pakistan und Australien und schneereiche Winter in Europa. Das Eis am Nordpol schmilzt im Sommer schneller als von den Modellen berechnet, so dass man einen eisfreien Nordpol bereits in einigen Jahrzehnten nicht mehr ausschließen kann.

Extreme Klimaveränderungen stellen die Menschheit vor große Anpassungs Herausforderungen. Nicht nur wegen der erhöhten Temperatur, auch der Meeresspiegel steigt kontinuierlich durch die Erwärmung der Ozeane.



Wichtig wird in der Zukunft werden wie sich die großen Eisschilde auf Grönland und der Antarktis entwickeln.

Die Möglichkeit von unumkehrbaren Klimaveränderungen wurde von Klimawissenschaftlern bei sogenannten Kippelementen im Klimasystem identifiziert.

Dazu gehören die Schmelze der grossen Eisschilde, aber auch das mögliche Kippen der Atlantischen Ozeanzirkulation, sowie des





© Bohumil KOSTOHRZYŹ | boshua | Service des eaux

indischen Monsunregens, welche die Landwirtschaftliche Nutzung in Asien und Europa wesentlich beeinflusst.

Ist die Menschheit verantwortlich für diese Entwicklung?

Wie wird sich das Klima voraussichtlich in Zukunft entwickeln und was bedeutet dies für uns?

Darauf möchte der Vortragsabend eine Antwort geben.

Mit Unterstützung von  
in Deutsch, Eintritt frei



## VISITE

### Visite du projet Athénée Structure temporaire\_

26 octobre 2012 à 16h



Bienvenue par Jos. Salentiny, directeur

Présentation du projet par:

- \_Joel Cannivé, architecte BATIMENTS publics
- \_Françoise Brück, Thomas Weckerle, architectes
- \_Nicolas Reyter, RMC Consulting s. à r. l.
- \_Henri Bettendorff, TECNA s. à r. l.
- \_Verre de l'amitié offert par le directeur de l'Athénée

Visite réservée aux membres de l'ALIAI

Inscription jusqu'au 22 octobre aliaiasbl@pt.lu

[www.aliai.lu](http://www.aliai.lu)



MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE  
ET DES INFRASTRUCTURES  
Administration des bâtiments publics

## PUBLICATION

### Deuxième Ecole européenne et Centre polyvalent de l'Enfance\_

Hors série de la Revue Technique publiée pour  
Administration des bâtiments publics



[www.revue-technique.lu](http://www.revue-technique.lu)



## PROCLAMATION DU LAURÉAT

### CONCOURS\_

#### Construction Belvédère pour jeunes ingénieurs

19 octobre 2012 à 17h au Forum da Vinci

En présence du Ministre Marco Schank du Ministère du Développement Durable et des Infrastructures et du Directeur de l'Administration de la Nature et des Forêts Monsieur Frank Wolter et de Monsieur Jean Leyder, Directeur des Bâtiments Publics.

Le Ministère du Développement Durable et des Infrastructures et la Revue Technique, organe de l'Association Luxembourgeoise des Ingénieurs, Architectes et Industriels ont le plaisir d'inviter à la proclamation du lauréat du CONCOURS

### CONSTRUCTION BELVEDERE POUR JEUNES INGENIEURS et à l'ouverture de l'exposition des projets du concours.

Le Concours jeunes ingénieurs a été organisé sur l'initiative conjointe de l'Administration de la Nature et des Forêts, de l'Administration des Bâtiments Publics et de la Revue Technique dans le cadre du Weekend du Bois 2012 au Luxembourg et en Wallonie.

Le concours avait pour objectif de promouvoir l'utilisation du matériau bois dans la construction grâce à la créativité de l'ingénieur.

Une exposition montre les projets des jeunes ingénieurs participant au concours, désireux de faire valoir leur savoir faire dans la mise en œuvre du matériau bois. Exposé sont les conceptions en plans et en maquettes des projets Belvédères en bois (tour d'observation).

Le projet retenu sera réalisé dans le cadre du réaménagement du centre d'accueil du Burfelt.

L'exposition ouverte durant le Weekend du Bois 19. - 26. 10.2012 au Forum da Vinci

sa - di 15h - 18h, lu - ve 9h-12h et 14h - 16h

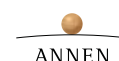
## PUBLICATION

### CONCOURS\_

#### Construction Belvédère



Hors série de la Revue Technique des projets du concours pour jeunes ingénieurs avec le soutien de\_



**Entreprise POECKES S.à r.l.**

- TRAVAUX PUBLICS ET PRIVES
- ENTREPRISE GENERALE
- BETON ARME
- OUVRAGES D'ART
- TERRASSEMENTS
- TRAVAUX DE TRANSFORMATION
- MAISONS UNIFAMILIALES

Tél. : 56 46 36-1 Fax : 56 31 41-225

15, rue de l'Usine L-3754 RUMELANGE

E-mail : mailbox@poeckes.lu

**MATERIAUX DE CONSTRUCTION ▶ CARRELAGES ▶ SANITAIRE ▶ PORTES ▶ FENETRES ▶ PARQUETS ▶ ALENTOURS  
DEPARTEMENT DE POSE DE CARRELAGES ET DE MENUISERIE**

**VISITEZ LES PLUS GRANDES SALLES D'EXPOSITION DU PAYS SUR 20.000 M2**



BAUCENTER

**DECKER-RIES**

*Qualité, service et expérience  
depuis 1899*

Z.I. ROUTE DE BELVAL ▶ B.P. 104 ▶ L-4002 ESCH-SUR-ALZETTE ▶ TÉL.: 55 52 52 ▶ FAX MATÉRIAUX 57 02 97 ▶ FAX CARRELAGES 57 42 14  
INFO@DECKER-RIES.LU ▶ WWW.DECKER-RIES.LU





## Prima Aussichten!

**Du interessierst Dich für Technik?  
Du willst wissen, wie die Dinge  
wirklich laufen? Dann solltest Du  
Ingenieurwissenschaften studieren.**

**Ob Hochhaus oder Handy, ob Windkraft  
oder Windkanal:**

**Hinter jeder Innovation stehen  
Ingenieure - und wir bilden sie aus.**

**Wir bieten:**

- zwei Bachelor-Studiengänge
- anschließende Master-Studiengänge
- ein flexibles Studienprogramm
- eine internationale Ausbildung
- individuelle Betreuung
- Industriekontakte
- ein Umfeld mit exzellenten Jobaussichten

Interessiert? Mehr Infos per Mail an  
[ingenieur@uni.lu](mailto:ingenieur@uni.lu)

**Universität Luxemburg - my University!**

[www.uni.lu](http://www.uni.lu)

Tel. +352 46 66 44 - 6617/6222



**signalisation générale  
routière et du bâtiment**

plaques de firme

panneaux publicitaires

lettrages et gravures par ordinateur

systèmes signalétiques pour bureaux

impression numérique

meublier urbain

**plaques d'immatriculation**

CW 8950

CM 8950

fourniture et montage

GRUN SIGNALISATION S. à r.l.  
35, rue des Scillas - L-2529 Howald  
Tel: 49 61 62 - Fax: 48 93 20  
info@grun.lu - www.grun.lu



*Marquage  
Signalisation  
Maintenance  
Sécurité*

*Joint de chaussées  
Meublier urbain  
Guidage photoluminescent  
Grenailage Blastrac*





# SECOLUX

MISSIONS D'AVIS TECHNIQUE  
DES CONSTRUCTIONS ET DE LEURS ÉQUIPEMENTS EN VUE  
DE LA SOUSCRIPTION D'UNE ASSURANCE DÉCENNALE  
ET/OU BIENNALE

COORDINATION SÉCURITÉ ET SANTÉ

ORGANISME AGRÉÉ PAR L'INSPECTION DU TRAVAIL (ITM),  
LE MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, ET LE SERVICE  
NATIONAL DE LA SÉCURITÉ  
DANS LA FONCTION PUBLIQUE (SNSFP)

SÉCURITÉ CONTRE L'INCENDIE

INVENTAIRE D'AMIANTE

CONFORT ACOUSTIQUE

ACCREDITATION PAR OLAS

ATTESTATION DE CONSTRUCTION DURABLE  
(VALIDEO, BREEAM, DGNB,...)

**SECOLUX**

77, route d'Arlon L-8311 Capellen  
Tél.: 46.08.92-1 Fax: 46.11.85  
www.secolux.lu mail@secolux.lu

photo © Burg & Schuch PALLADIUMPHOTODESIGN



**BATI C Bertrange**  
30, rue de l'Industrie  
L-8069 Bertrange  
Tél. 40 21 22-1

**BATI C Roost**  
12, ZA Jauschwis  
L-7759 Roost  
Tél. 26 88 70-1

**BATI C Roodt/Syre**  
1a, route de Grevenmacher  
L-6912 Roodt sur Syre  
Tél. 77 05 05-1

**BATI C Thionville**  
4, rue du Linkling  
F-57000 Thionville  
Tél. +33 (0)3 82 59 84 84

Votre spécialiste en carrelage,  
salle de bains et matériaux de construction  
pour professionnels et particuliers.

[www.bati-c.com](http://www.bati-c.com)

**BATI | C**

Salle de bains - Carrelage - Peinture - Papier peint - Façade - Outillage  
Gros-œuvre - Isolation - Toiture - Parachèvement - Alentours



Geberit DuoFresh

 **GEBERIT**

# Frishluft pur.



Geberit DuoFresh bringt ein neues Wohlbefinden in Ihr WC. Nahezu unsichtbar entfernt das innovative Toilettensystem von Geberit lästige Gerüche auf Knopfdruck direkt in der WC-Keramik. Ein großer Vorteil gegenüber Raumentlüftungen. Für frische Luft sorgt der integrierte und einfach wechselbare Aktivkohlefilter. Für zusätzliche Frische der bequeme Einwurf für Spülkastensteine. Erfahren Sie mehr über Geberit DuoFresh auf → [www.geberit.lu/duofresh](http://www.geberit.lu/duofresh)



## Conseil Entreprises

Toute une équipe de spécialistes à  
votre service. **Défiez-les !**

Christian Reygaerts, Sandy Gomes, Guy Leweck, conseillers PME à la BCEE

Pour obtenir un bon conseil, il est primordial de s'adresser au bon interlocuteur. En tant que chef d'entreprise, vous avez plus que jamais besoin de pouvoir compter sur un partenaire compétent, encadré par une force commerciale de premier ordre.

Nos équipes de spécialistes affectés aux 14 Centres Financiers de la BCEE se feront un plaisir de vous proposer une gamme complète de services dédiés aux Petites et Moyennes Entreprises.

Partagez vos projets avec nos conseillers - ils vous épauleront et mettront toute leur compétence à votre service.

Centres Financiers BCEE à ■ Luxembourg-Centre Bancaire Rousegaertchen ■ Auchan ■ Bascharage ■ Diekirch ■ Dudelange ■ Echternach ■ Esch/Alzette ■ Ettelbruck ■ Gasperich ■ Grevenmacher ■ Mamer ■ Niederwiltz ■ Walferdange ■ Weiswampach/Wemperhardt.



# SPUERKEESS

**Äert Liewen. Är Bank.**