

# REVUE TECHNIQUE LUXEMBOURGEOISE

REVUE TRIMESTRIELLE DA VINCI ASBL | ASSOCIATION OF ENGINEERS | ARCHITECTS | SCIENTISTS | INDUSTRIALS 4|2019





## Twenty8 à Belval

Au cœur du quartier Belval, construction d'un immeuble mixte de 23.500 m<sup>2</sup> sur 9 niveaux (de -2 à +6). Il se composera de 20 appartements et duplex, commerces au rez-de-chaussée et bureaux.

—  
Un projet pour Tracol Immobilier, conçu par BENG Architectes associés avec ICB.



## Buzzcity à Leudelange

Construction d'un complexe de bureaux "nouvelle génération" avec 4 bâtiments de 16.000 m<sup>2</sup> reliés par 2 niveaux de parking. Espace de co-working, lounges, salles de conférence, fitness et restaurants.

—  
Un projet pour Atenor Luxembourg, conçu par les bureaux E. Urbain et Jaspers-Eyers Architects avec ICB et Felgen Engineering.







**TERRASSEMENT - TRAVAUX DE VOIRIE - TRAVAUX D'INFRASTRUCTURE POUR ZONES INDUSTRIELLES ET LOTISSEMENTS - BATTAGE DE PALPLANCHES PAR VIBROFONÇAGE  
PIEUX FORÉS EN BÉTON ARMÉ - DÉMOLITIONS MÉTALLIQUES ET DE BÉTON ARMÉ  
TRAVAUX EN BÉTON ARMÉ - FOURNITURE DE BÉTONS PRÉPARÉS**

**BAATZ Constructions Exploitation**  
**Société à responsabilité limitée**  
1, Breedewues L-1259 SENNINGERBERG  
Tél : 42-92-62-1 Fax : 42-92-61

**BAATZ**

CONSTRUCTIONS  
EXPLOITATION





# INDEX

06_ agenda_	MANIFESTATIONS da Vinci asbl, OAI
07_ livres_	
08_ la vie des associations_	LA FONDATION ENOVOS DÉCERNE - LE «PRIX D'EXCELLENCE» À SIX JEUNES INGÉNIEURS
09_	DA VINCI AWARD 2019
10_	CONCOURS CONSTRUCTION ACIER 2019: LA TRADITION REVISITÉE
12_	ENGINEERING TRAINEE DAYS 2019: 61 ÉLÈVES ACCOMPAGNENT DES INGÉNIEURS OU SCIENTIFIQUES PENDANT 2 JOURS
14_	UNE ÉQUIPE SOUDÉE AUTOUR DE LA MOAI.LU
16_	NOTRE CADRE DE VIE FACE À L'ÉVOLUTION DE LA DÉMOGRAPHIE AU LUXEMBOURG
18_	UN DÉFI POUR NOTRE CADRE DE VIE
20_	13 <sup>ÈME</sup> «BRIQUE» OAI: ÉTAT DES LIEUX BIENNAL DE NOTRE CADRE DE VIE
22_	NOTRE CADRE DE VIE AVEC LES BONNES PRATIQUES DE LA MAÎTRISE D'OEUVRE OAI: MOAI.LU
23_	UNE OFFRE DE FORMATION CONTINUE BIEN CONSTRUITE
28_ GRANDES SURFACES_	CONCEPT ARCHITECTURAL DU CENTRE COMMERCIAL - Fabeck Architectes, Schemel Wirtz Architectes Associés
32_	ROYAL-HAMILIUS
36_	PROJEKTMANAGEMENT UND BAUTEAM ALS ERFOLGSFAKTOREN - Belvedere Architecture S.A.
40_	UN BÂTIMENT DURABLE - Jean Leyder
42_	GÉRER LE PROJET - Thierry Hirtz
44_	VORGESPANNTER HOLZ-BETON-VERBUNDTRÄGER FÜR WEITGESPANNTE DECKEN UND DÄCHER
46_	HOLZMODULBAU MOUTFORT – MODULRECYCLING, NACHHALTIGKEIT UND NUTZUNGSFLEXIBILITÄT - FAT Architects Sarl.
50_	RECYCLESHELL - Christopher Robeller
52_	PARAMETRIK UND HOLZBAU - ADAPTIERBARE SYSTEME FÜR KLEINE HALLEN - Eirik Kjølrsrud, Jan Weber, Prof. Dr. Wieland Becker
54_	HOLZ-BETON HYBRIDWÄNDE AUS SCHWACHHOLZSORTIMENTEN - Prof. Dr. Wieland Becker, Jan Weber
58_	NEUE TREPPE MÜLLERTHAL – EIN BEISPIEL FÜR KREISLAUFFÄHIGES BAUEN - wity & wity architecture urbanisme
64_ partenaires	HÊTRE OU NE PAS HÊTRE TELLE EST LA QUESTION....
68_ tribune libre_	STADTENTWICKLUNG DURCH INNWERTSETZUNG DES UNESCO-WELTKULTURERBESTATUS - Carola Neugebauer
72_	LE VASE DE L'INDÉPENDANCE - UN SOUVENIR HISTORIQUE ENTRE LA FRANCE ET LE GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG - Dr. Jacques G. Peiffer
74_	STICKSTOFFDIOXIDBELASTUNG IN LUXEMBURG – ERGEBNISSE EINES LANDESWEITEN SCREENINGS - Jürgen Junk, Franz Kai Ronellenfisch, Andreas Krein
78_	DESIGN AND DEVELOPMENT OF A 3D PRINTED 6-AXIS ROBOT ARM - Laurent ANDRÉ
84_ événements_	EVENEMENTS





Cover/ Banner: © Palladium Photodesign GBR



revue publiée pour\_  
da Vinci asbl.  
Forum of Architecture | Engineering | Science & Technology

partenaires et mécènes  
de la revue & FLIAI\_



**REVUE TECHNIQUE LUXEMBOURGEOISE**

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

revue trimestrielle éditée pour  
da Vinci asbl. - Forum of Architecture |  
Engineering | Science & Technology

Impression 4.000 exemplaires  
Lorgé imprimeur s.à r.l.  
Zonning Industriel, 12-6  
L-8287 Kehlen (GDL)

éditée par

Responsable Revue Technique Sonja Reichert  
Graphisme Jan Heinze ([janheinze@gmx.net](mailto:janheinze@gmx.net))

t 45 13 54 23 | m 621 68 45 88

[s.reichert@revue-technique.lu](mailto:s.reichert@revue-technique.lu)

6, bv. G. D. Charlotte L-1330 Luxembourg

revue imprimée sur du papier\_



ISSN: 0035-4260



# AGENDA

**da Vinci** | ENGINEERS  
ARCHITECTS  
SCIENTISTS  
INDUSTRIALS  
ASSOCIATION OF



## Événements

**01 février 2020**

61<sup>e</sup> Journée de l'Ingénieur

**Fin mars 2020**

Assemblée Générale

**16 - 23 mai 2020**

Voyage Malta

**Septembre ou octobre 2020**

Journée SarLorLux

## OAI

**ORDRE DES ARCHITECTES  
ET DES INGENIEURS-CONSEILS**

**Janvier 2020**

Lancement de l'appel à candidature pour le Bauhärepräis OAI 2020

**11 février 2020 de 16h à 18h**

Séance d'information Maîtrise d'œuvre OAI - MOAI.LU pour le secteur communal, les membres OAI et leurs salariés Organisée par l'OAI en collaboration avec le Syvicol  
Lieu: Centre Artikuss à Soleuvre  
Inscription sur [www.oai.lu](http://www.oai.lu)

**06 - 16 mars 2020**

Proclamation et expo des lauréats du concours OAI/Prosud «Gîtes Minett Trail» Esch2022

Lieu: Halle des poches à fonte, Avenue du Rock'n'Roll, L- 4061 Esch-sur-Alzette

**17 mars 2020 de 16h à 18h**

Rencontre «Recherche -> Innovation + Construction (RICLUX)»  
Organisée par l'OAI en collaboration avec l'Uni.lu, Neobuild, le LIST, Luxinnovation et le CNCD  
Lieu: Chambre des Métiers  
Inscription sur [www.oai.lu](http://www.oai.lu)

**24 mars 2020 de 16h à 18h**

Séance d'information Maîtrise d'œuvre OAI - MOAI.LU pour le secteur communal, les membres OAI et leurs salariés  
Organisée par l'OAI en collaboration avec le Syvicol  
Lieu: Lycée technique d'Ettelbruck  
Inscription sur [www.oai.lu](http://www.oai.lu)

**Formations continues OAI**

En collaboration avec House of Training  
Programme complet et inscription sur [www.oai.lu/formation](http://www.oai.lu/formation)

**14 janvier 2020 de 13h30 à 17h30**

Gestion des processus BIM dans la MOE  
Module 1: Analyse des besoins du Maître d'ouvrage et Contractualisation  
Lieu: Centre de formation de la Chambre de Commerce

**15 janvier 2020 de 08h30 à 16h30**

Outils & Méthodes d'aide à la conception et à la gestion de projet  
Module 1: Modélisation paramétrique  
Lieu: Centre de formation de la Chambre de Commerce

**15 janvier 2020 de 08h30 à 16h30**

BIM Bases  
Lieu: Centre de formation de la Chambre de Commerce

**16 et 24 janvier 2020 de 08h30 à 16h30**

BIM Référent  
Lieu: Centre de formation de la Chambre de Commerce

**20, 21 et 22 janvier 2020 de 08h30 à 16h30**

Outils de modélisation – Revit Architecture - Prise en main  
Lieu: Centre de formation de la Chambre de Commerce

**22 janvier 2020 de 10h à 16h**

Dématérialisation des marchés publics  
Lieu: Ministère de la Mobilité et des Travaux publics

**23 - 24 janvier 2020 de 13h30 à 17h30**

Bâtir au Luxembourg: aperçu des procédures

d'autorisations

Lieu: Centre de formation de la Chambre de Commerce

**23, 24 et 27 janvier 2020 de 08h30 à 16h30**

Outils de modélisation - Strakon - Prise en main  
Lieu: Centre de formation de la Chambre de Commerce

**27, 28 et 29 janvier 2020 de 08h30 à 16h30**

Outils de modélisation – Revit Structure - Prise en main  
Lieu: Centre de formation de la Chambre de Commerce

**28, 29 et 30 janvier 2020 de 08h30 à 16h30**

Outils de modélisation – Allplan Archi - Prise en main  
Lieu: Centre de formation de la Chambre de Commerce

**03, 04 et 05 février 2020 de 08h30 à 16h30**

Outils de modélisation – Revit MEP - Prise en main  
Lieu: Centre de formation de la Chambre de Commerce

**04, 05 et 06 février 2020 de 08h30 à 16h30**

Outils de modélisation – Allplan Engineering - Prise en main  
Lieu: Centre de formation de la Chambre de Commerce

**04, 05 et 06 février 2020 de 08h30 à 16h30**

Outils de modélisation – Vectorworks - Prise en main  
Lieu: Centre de formation de la Chambre de Commerce

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





LIVRES

Cover/ Banner: © Palladium Photodesign GbR



### Robotic Building Architecture in the Age of Automation

Gilles Retsin, Manuel Jimenez, Mollie Claypool, Vicente Soler (Hr.)

Der Einsatz von Robotern in der Architektur ist schon heute Alltag: vom Gebrauch des Computers als Entwurfs- und Planungsinstrument bis hin zu aufwändig programmierten Maschinen. So entstehen zum Beispiel mit Hilfe von 3D-Druck-Robotern komplexe Formen, und autonom agierende Schwarmroboter können im Zusammenspiel immer größere Strukturen errichten. Und das Potenzial der Künstlichen Intelligenz in Architektur, Baukonstruktion und Bautechnik ist noch lange nicht ausgeschöpft.

Doch wie wirkt sich der Einsatz von Robotern auf die so entstehenden Bauten aus, und wie beeinflusst er das Denken und Planen der Architekten, die mit ihnen arbeiten? Werden Architekten bald zu Programmierern von Algorithmen? In *Robotic Building* gehen die Herausgeber Gilles Retsin, Manuel Jimenez Garcia, Mollie Claypool und Vicente Soler diesen Fragen nach. In fünf Kapiteln untersuchen sie die Möglichkeiten von Robotern für Entwurf, Formgebung und Konstruktion, wobei weniger die Algorithmen als die praktischen Beispiele im Fokus stehen. Diese reichen von Gramazio Kohlers Experimenten mit komplexen, von Robotern gefertigten und errichteten Holzbauten, über die erste von Robotern gebaute Brücke in Eindhoven, bis hin zu 3D Druck mit Beton und dem Einsatz von Schwarmrobotern als Konstruktionsroboter.

Jedes Kapitel wird thematisch von einem Essay eingeleitet und mit drei Projektbeispielen dokumentiert. Ein weiteres Kapitel befasst sich damit, wie die Architektur selbst zum Roboter werden kann: mit dem voll-automatisierten Haus und ähnlichen Konzepten, in denen der Roboter mit der Umwelt verschmilzt und Teil unseres Erlebens wird.

Das Buch liefert einerseits einen Überblick über den internationalen Forschungsstand zum Einsatz von Robotern in der Architektur, unter Beteiligung von internationalen Forschungsteams wie der Bartlett School in London, der ETH Zürich, sowie MIT und Harvard in Cambridge. Andererseits ist sein erklärtes Ziel, eine Diskussion darüber anzustoßen, was das Wesen von Architektur und ihrer Produktion

ausmachen kann, wenn die menschliche Arbeitskraft nicht mehr gebraucht wird. Mit einem Vorwort von Mario Carpo und Beiträgen von Maria Yablonina, Philip Yuan, Greg Lynn, Antoine Picon und weiteren Autoren.

ISBN: 78-3-95553-424-0



### Lebendige Quartiere – Smart Cities – Resilienz I Strategien für die Stadt von morgen

Autoren und Herausgeber: Helmut Bott, Gregor Grassl, Stephan Anders

Das Leben in der Stadt erfreut sich ungebremsster Beliebtheit und die Schaffung eines lebenswerten urbanen Raums ist damit zweifelsohne ein vorrangiges Arbeitsfeld der Planer. Aber was macht die Stadt lebenswert? Wie definieren sich nachhaltige Quartiere, die auch in Zukunft gut funktionieren und in denen man sich gerne aufhält? Was bedeuten Begriffe wie »Smart City« oder »Resilienz«?

Die komplett überarbeitete Neuauflage dieser Publikation liefert Antworten auf diese Fragen. Sie beschäftigt sich mit den grundsätzlichen Herausforderungen der heutigen Stadtplanung und liefert dem Planer neben umfangreichem Grundlagenwissen Umsetzungsstrategien, Werkzeuge und zeigt Wege zur ganzheitlichen Konzeptentwicklung auf. Internationale Projektbeispiele zeigen leicht nachvollziehbar, wie sich Aspekte der nachhaltigen Stadtplanung konkret umsetzen lassen.

- \_ganzheitliche Konzepte für den urbanen Raum
- \_internationale Projektbeispiele für gelungene Quartiersentwicklungen
- \_Strategien und Werkzeuge für eine erfolgreiche Umsetzung in die Praxis

ISBN 978-3-95553-430-1



### Bibliothèque nationale du Luxembourg

Julia Bolles-Wilson et Peter Wilson, Michael Diederich, Marc Feider, Oliver Genco, Simon Hess, Thierry Hirtz, Monique Kieffer, Christine Kremer, Lynn Lecorsais, Jean Leyder, Martin Meier, Walter Moggio, Sven Thiery, Luc Wagner, Jörg Weber, Hans-Peter Zunker

L'ouvrage monographique sur le bâtiment de la nouvelle bibliothèque nationale édité par l'Administration des bâtiments publics en étroite collaboration avec la Bibliothèque nationale, a été publié à l'occasion de l'inauguration du bâtiment au Kirchberg, le 30 septembre 2019.

Les textes rédigés en français et en allemand sont richement illustrés et retracent sur 120 pages les principales étapes de la programmation, de l'élaboration jusqu'à la réalisation du projet. Les auteurs des textes regroupent aussi bien les responsables étatiques que les différents intervenants dans la conception du projet. Le livre documente les solutions transposées en matière d'efficacité énergétique et de techniques durables, parfaitement cohérentes avec l'architecture fonctionnelle et durable du bâtiment. Les réflexions de base qui ont porté sur les qualités nécessaires et requises pour ce nouveau bâtiment du point de vue de l'utilisateur, sont également approfondies. La brochure comporte ainsi une première partie consacrée plus spécifiquement à l'architecture et à l'ingénierie et une deuxième partie portant sur le nouveau fonctionnement de la bibliothèque avec son offre diversifiée.

### Table des matières

Préfaces des ministres François Bausch et Sam Tanson  
 Une bibliothèque nationale pour le 21e siècle  
 Un bâtiment public novateur au Kirchberg  
 Gérer le projet  
 Conception architecturale et construction du bâtiment  
 Une nouvelle bibliothèque  
 Chiffres-clé et intervenants

ISBN 978-2-9199533-2-5



## LA FONDATION ENOVOS DÉCERNE LE «PRIX D'EXCELLENCE» À SIX JEUNES INGÉNIEURS



Depuis sa création sous l'égide de la Fondation de Luxembourg, la Fondation Enovos s'engage en faveur du progrès des sciences et des nouvelles technologies. C'est dans ce contexte et afin de valoriser les études et les carrières professionnelles de l'ingénieur qu'a eu lieu pour la huitième fois la remise du «Prix d'Excellence».

Le «Prix d'excellence» est attribué chaque année par la Fondation Enovos et ses partenaires, l'association da Vinci et l'ANEIL (Association Nationale des Etudiants Ingénieurs Luxembourgeois a.s.b.l.) à des étudiants pour récompenser les meilleurs travaux de fin d'études d'ingénieur. Un jury indépendant composé de 7 ingénieurs a sélectionné, parmi 13 candidatures, les meilleurs travaux de fin d'études et attribué à chacun des lauréats un prix de 2.500 euros pour leur excellence. Tous ont reçu la mention «Très bien».

La remise des prix a eu lieu en la présence de Tonika Hirdman (Directrice Générale de la Fondation de Luxembourg), Claude Simon (Head of Energy Sales d'Enovos Luxembourg), Charly Huberty (Président de l'ANEIL), Änder Schanck (Président et Fondateur Oikopolis Participations S.A.) ainsi que Michel Pundel (Président du jury).

Les lauréats 2019:

Alex Mersch: Predicting damage accumulation in carbon-fibre composites under fatigue loading

Michel Reisch: Entwicklung eines Hochleistungsfügeverfahrens durch Kombination eines Unterpulver- und Plasmaschweißverfahrens

Maximilian Hamilius: Anwendungsfälle zur Kopplung von Niederspannungsnetzen

Yann Faber: Funktionsmustererstellung eines Systems zur intermittierenden pneumatischen Kompression

Marthe Faber: Usage Of Inter-Site Electromagnetic Transfer Functions In Exploration For Geothermal Resources

Michelle Salmon: Future of steelmaking - Outlook to 2050

La huitième édition du «Prix d'excellence de la Fondation Enovos» s'est clôturée par une agape où les ingénieurs en herbe ont eu l'occasion de côtoyer le monde des ingénieurs affirmés.

Pour plus d'informations concernant la Fondation Enovos, placée sous l'égide de la Fondation de Luxembourg, veuillez consulter son site internet: [www.fondation-enovos.lu](http://www.fondation-enovos.lu)

Membres du jury:

Michel Pundel (président)

Thierry Flies

Olivier Georges

Laurent Heinen

Philippe Osch

Guy Hoss

Nico Binsfeld

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





## DA VINCI AWARD 2019\_

Le 10 décembre 2019 Monsieur Olivier Georges, membre du Conseil d'administration de l'association da Vinci asbl a attribué le Prix traditionnel da Vinci lors de la cérémonie de remise des diplômes de Bachelor au Campus Belval de l'Université à l'étudiant Laurent André.

Après avoir obtenu son diplôme de fin d'études secondaires au Lycée Josy Barthel de Mamer en 2016, Laurent André rejoint l'Université du Luxembourg pour suivre des études en mécanique.

Son parcours au sein du Bachelor en Sciences et Ingénierie a été remarquable, Laurent a toujours été très volontaire, organisé, ouvert d'esprit, responsable et créatif.

Son travail de fin d'études supervisé par le Professeur Claude Wolf qui portait sur un robot à 6 axes permettant d'effectuer des tâches simples et répétitives telles que l'embouteillage lui a valu la note de 18/20.

Laurent obtient son diplôme de Bachelor en Sciences et Ingénierie – Filière Ingénierie: Mécanique avec la moyenne générale de 15,8/20 et la mention Bien.

Laurent poursuit actuellement ses études à l'École supérieure polytechnique de Rhénanie-Westphalie à Aix-la-Chapelle (RWTH Aachen) au sein du Simulation Sciences Master.

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

Un abstract du travail est à lire dans cette Revue Technique 04/2019.



© Sophie Margue Université du Luxembourg





## CONCOURS CONSTRUCTION ACIER 2019: LA TRADITION REVISITÉE\_



PRIX DU JURY PRIX DU PUBLIC-Luxembourg Learning Center - Maison du Livre, Esch-Belval,  
Architect Valentin hvp architects



© Gilles Martin

### Concours Construction Acier 2019 Luxembourg

Ce concours est organisé chaque année, alternativement en Belgique et au Luxembourg et en est à sa vingtième édition. La participation en 2019 était ouverte à toute construction, nouvelle construction ou rénovation construite totalement ou partiellement en acier et réalisée sur le sol luxembourgeois entre juin 2017 et fin mai 2019. Le pré-jury a nommé 4 des 18 projets participants.

Les 4 projets nominés sont

- \_Arrêt ferroviaire Pfaffenthal-Kirchberg
- \_Luxembourg Learning Center - Maison du livre
- \_Centre de remisage et de maintenance
- \_Escalier hélicoïdale par scan 3D

La remise des prix de l'édition luxembourgeoise du Concours Construction Acier a eu lieu le 22 octobre 2019, après visite des projets par le jury et par un public intéressé.

Et les lauréats sont:

- \_Prix du Public: Luxembourg Learning Center - Maison du livre
- \_Prix du Jury: Luxembourg Learning Center - Maison du livre

Infosteel remercie tous les participants, sponsors et partenaires.

Plus d'infos: [www.infosteel.lu/concours](http://www.infosteel.lu/concours)

Le 22 octobre 2019, Infosteel avait convié architectes, ingénieurs, fabricants, constructeurs métalliques et passionnés d'acier à ce qui est devenu, après 20 éditions, une tradition solidement ancrée: la remise des prix du Concours Construction Acier. Une tradition que les organisateurs ont souhaité bousculer en revisitant totalement la formule de cette édition luxembourgeoise. L'idée maîtresse était de permettre à tous une découverte plus approfondie des projets. Des 18 projets soumis, le jury avait donc préalablement nommé 4 réalisations. Dans les locaux de l'Université de Luxembourg qui accueillait la première partie de l'événement, les heureux candidats ont pu tour à tour présenter leur projet lors d'un pitch de 15 minutes. Ensuite, tout le monde a embarqué dans un autocar pour visiter les différents projets, sous le soleil grand-ducal.

### Visites guidées

Premier arrêt à la gare de Pfaffenthal («Gare du Pont rouge»), où l'architecte Mathias Fritsch et sa collègue ont expliqué comment les contraintes du site escarpé et le superbe environnement naturel les ont amenés à imaginer un tunnel et un funiculaire pour relier la gare ferroviaire au plateau du Kirchberg. Le tout sans entrer en concurrence avec le landmark que constitue le Pont rouge.





Ensuite, direction Esch-sur-Alzette pour découvrir sur le site de Belval la Maison du livre. Une rénovation spectaculaire d'un vaste bâtiment de l'ancien charbonnage pour en faire la bibliothèque universitaire du campus. Confort moderne et technologies de pointe cohabitent avec vestiges patrimoniaux pour faire de ce «Luxembourg Learning Centre» le paradis des étudiants.

Enfin, retour vers le Kirchberg pour une visite du Centre de remisage et de maintenance du tram, un modèle de conception rationnelle et flexible. Du hall de remisage, assez vaste pour accueillir à terme jusqu'à 32 rames, aux ateliers de maintenance, les participants ont eu de l'acier plein la vue, des rails au plafond.

Le quatrième projet nominé, un magistral escalier hélicoïdal réalisé par Luxforge dans une habitation privée, ne pouvait logiquement pas accueillir 50 personnes en une fois et fut donc visité le matin-même par les seuls membres du jury. Tous les participants ont ensuite été invités à voter pour désigner le prix du public.

#### Accueil chez EY

Dès 17 heures 30 débutait la seconde partie de l'événement dans le magnifique bâtiment de EY. Après une collation, les participants, rejoints par de nombreux autres qui n'avaient pas pu se libérer dans l'après-midi, ont assisté à une première présentation par deux des associés de EY Luxembourg, très fiers d'être le seul siège d'EY au monde à être propriété de la société.

Expliquant cette exception, ils ont également relaté leur expérience de maître d'ouvrage et leur implication dans tous les aspects du projet, en ce compris les efforts entrepris pour plus de durabilité lors de son exploitation. Pendant cette présentation, le jury s'était retiré pour délibérer.

Walter De Toffol, associé-gérant d'INCA, a ensuite présenté le projet du Pôle d'échange intermodal Serra, situé à quelques encablures du siège d'EY et marquant l'entrée est du plateau du Kirchberg. Un projet qui regroupe quatre: la gare des bus, surplombée par plusieurs niveaux de parking P+R, et deux bâtiments distincts, abritant essentiellement des bureaux. Soit 1100 tonnes d'acier mises en œuvre, dans des configurations parfois complexes, notamment en raison de charges très élevées.

#### Remise des prix

Pour certains participants, il fallait avoir des nerfs d'acier

pour tenir jusqu'au moment tant attendu : la proclamation des prix du jury et du public. Ce fut à Michèle Detaille, la présidente (belge) de la FEDIL (Fédération des Industriels Luxembourgeois) que revenait la lourde tâche de remettre les deux prix, au sens propre comme au sens figuré vu le poids des trophées en acier... François Valentiny et sa collègue Daniela Flor ont pu monter deux fois sur le podium puisque «leur» Luxembourg Learning Centre a emporté à la fois les votes du public et ceux du jury!

Dans un bref mot de clôture, Philippe Coigné a souhaité que la qualité des projets présentés soient source d'inspiration pour les futurs projets des personnes présentes.

Laissons cependant la conclusion de cette intéressante journée à Michèle Detaille: «C'est aussi grâce à l'acier que des quartiers comme le Kirchberg peuvent se développer si rapidement.»

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

## ENGINEERING TRAINEE DAYS 2019: 61 ÉLÈVES ACCOMPAGNENT DES INGÉNIEURS OU SCIENTIFIQUES PENDANT 2 JOURS\_



La 9<sup>ème</sup> édition des Engineering Trainee Days (ETD) a permis à 61 élèves (58 en 2018) d'observer et d'accompagner des ingénieurs ou scientifiques pendant 2 jours. Les ETD sont organisés par l'asbl Jonk Entrepreneurs Luxembourg en collaboration avec l'Association da Vinci et le Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enfance et de la Jeunesse et se sont déroulés pendant la semaine du 28 octobre au 1 novembre.

La manifestation de clôture a rassemblé élèves, parents d'élèves, membres de lycées et entreprises ayant accueilli les élèves. Les élèves ont pu participer à une table ronde avec divers spécialistes des secteurs de l'ingénierie et des sciences composée de Mme. Carolina Franco - Représentant du MENJE, Mme Myriam Hengesch, LSC Engineering Grou, M. Philippe Osch, HITEC Luxembourg / Représentant DaVinci, M. Steve Kemp, Panelux et Paul Johanns ancien participant à l'ETD 2011. Tous s'accordent à dire que c'est dès le plus jeune âge qu'il faut faire découvrir ces domaines. Les élèves se sont également vu remettre leurs diplômes de participation de la part de M. Charles Denotte, président de Jonk Entrepreneurs Luxembourg. M. Denotte, a réitéré l'importance de ce programme pour les jeunes qui peuvent parfois découvrir des métiers dont ils ne connaissent pas l'existence. Il a également souligné le fait que pour cette



9<sup>ème</sup> édition une parité hommes-femmes avait été atteinte au sein des participants.

### Le métier d'ingénieur / scientifique

Philippe Osch, membre du conseil d'administration de da Vinci affirme: «Les métiers d'ingénieur et scientifique sont des métiers d'avenir qui vont gagner en importance. Ils seront des piliers de notre économie dans un futur proche. L'interdisciplinarité va elle aussi devenir une qualité très prisée pour les entreprises qui recherchent des profils motivés mais capables de s'adapter à leur environnement.

### De plus en plus d'élèves participent à ce programme

En accompagnant un ingénieur/scientifique pendant 2 jours, les élèves, provenant de 20 lycées, ont un aperçu du travail au quotidien, des exigences professionnelles, linguistiques et relationnelles nécessaires dans ce domaine.

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



ARCHITECT  
@WORK  
LUXEMBOURG

# ARCHITECT MEETS INNOVATIONS

## Luxexpo The Box 22 & 23 avril 2020

4<sup>e</sup> édition - 13:00-20:00

Focus on Future-Proof

PRÉ  
ENREGISTREZ-  
VOUS  
CODE 19999

En collaboration avec

OAI  
ORDRE DES ARCHITECTES  
ET DES INGÉNIEURS-CONSEILS

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

[WWW.ARCHITECTATWORK.LU](http://WWW.ARCHITECTATWORK.LU)

DESIGN & PLAN by  © CREATIVE4

BELGIUM

THE NETHERLANDS

LUXEMBOURG

FRANCE

UNITED KINGDOM

GERMANY

AUSTRIA

SWITZERLAND

ITALY

SPAIN

DENMARK

SWEDEN

NORWAY

TURKEY

CANADA

Près de 130 membres, dont de nombreux jeunes professionnels, ont récemment assisté à l'assemblée générale de l'Ordre des Architectes et des Ingénieurs-Conseils au CELO de Hesperange. Elle avait été précédée par les assemblées générales de la section des architectes et de celle des ingénieurs-conseils au cours desquelles Jos DELL et Marc FEIDER ont respectivement été réélus à leurs têtes.



## UNE ÉQUIPE SOUDÉE AUTOUR DE LA MOAI.LU\_



\_Le Conseil de l'Ordre et la direction de l'OAI

© Christof Weber

L'assemblée fut ouverte par le président Jos DELL et le vice-président Marc FEIDER qui ont présenté les actions prioritaires pour la période 2019-2020. Parmi celles-ci, la Maîtrise d'œuvre OAI (MOAI.lu) qui a été lancée cette année. Meilleure collaboration et cohérence sont les grands axes de cette méthodologie qui réunit autour des architectes et des ingénieurs-conseils, les maîtres d'ouvrage, les utilisateurs, les administrations et les entreprises.

La transition digitale et les procédures d'attribution des missions sont aussi au centre des préoccupations pour le nouveau mandat. Il en va de même pour la responsabilité sociétale qui allie cohésion sociale et protection de l'environnement, notamment à travers le processus de l'économie circulaire. Cette dernière est vue comme une chance à saisir afin de créer un modèle capable de soutenir l'exportation du savoir-faire des membres de l'OAI. Dernier point développé : la communication entre les membres qui est qualifiée d'essentielle pour aller de l'avant.

Les membres du conseil ont ensuite détaillé le rapport d'activités 2018-2019 autour de sept thèmes principaux dont le but est d'améliorer la culture du bâti. Marc FEIDER, vice-président, et Pierre HURT, directeur, ont ainsi fait le point sur les interventions de l'OAI sur le cadre légal à travers notamment des avis sur des projets de règlement et de loi, des consultations concernant l'amendement de la loi OAI par exemple ou encore des fiches de travail sur la législation des marchés publics ou les procédures PAG/PAP.

La secrétaire générale Sala MAKUMBUNDU est revenue sur le cadre contractuel. Que ce soit avec l'Etat, le secteur communal ou le secteur privé, il s'agit d'améliorer les relations avec ces différents acteurs en fonction des prestations demandées. Elle a également parlé de l'attribution des missions de membres de l'OAI pour laquelle une documentation est mise en place. Pierre HURT a, quant à lui, fait un tour d'horizon de la législation et de la jurisprudence en matière contractuelle au Luxembourg et dans les pays voisins.

Jos DELL, Marc FEIDER et Gilles CHRISTNACH, membres du Conseil de l'Ordre, se sont ensuite consacrés à l'optimisation de la collaboration à travers la Maîtrise d'œuvre OAI (MOAI.LU). Trois séances d'information à destination des membres de l'OAI et du secteur communal seront organisées d'ici mars 2020. Ils en ont d'ailleurs profité pour souligner le succès de la soirée MOAI de mai 2019.

Gilles CHRISTNACH et Steve WEYLAND, membres du Conseil de l'Ordre, ont exposé le cadre d'implémentation de la construction durable au Luxembourg. L'offre de services OAI pour le compte du ministère de l'Energie et de l'Aménagement du territoire a été acceptée le 25 septembre. Quatre volets sont à considérer: la santé et le bien-être; les matériaux, la protection des ressources, l'économie circulaire; l'énergie et, pour finir, la cohésion sociale. Un appel aux membres a été lancé afin qu'ils fassent remonter les dispositions (légal, réglementaires, etc.) qui pourraient constituer un frein au développement de projets menés dans le respect des principes de la construction durable et de l'économie circulaire.

Max VON ROESGEN, membre du Conseil de l'Ordre, a dressé le bilan des formations continues de l'OAI. 440 personnes de 184 sociétés y ont participé. Le taux de satisfaction est en moyenne de 4,4/5. Il a également présenté le nouveau cycle de formation qui prend dorénavant en compte les profils professionnels et les spécialisations. Le programme peut être consulté sur [www.oai.lu/formation](http://www.oai.lu/formation).

Pierre HURT a finalement présenté les nombreuses activités publiques de l'Ordre avant de dévoiler le nouveau site internet qui sera effectif au mois de novembre et dont la consultation se veut plus accessible. Il a également informé les membres sur la participation de l'OAI à Esch 2022 à travers un concours d'architectes «Gîtes Red





\_Une partie des nouveaux membres et stagiaires avec le Conseil de l'Ordre et la direction

© Christof Weber

Rock Trail» co-organisé avec Pro-Sud. Le projet vise à installer des gîtes d'hébergement le long de ce sentier de randonnée qui traversent onze communes du sud. Une exposition itinérante sur ce thème est aussi prévue pour 2022. Il a également rappelé quelques dates importantes de l'année à venir.

L'événement phare sera le Bauhärepräis OAI. L'appel à candidature sera lancé en janvier 2020 et les prix remis le 15 juin 2020 au Cercle Cité.

Les 30 ans de l'OAI seront célébrés à cette occasion.

Ensuite, il a remercié vivement Yann JEGU, directeur adjoint de l'OAI, pour ses dix années au service exemplaire de l'Ordre.

Membre du Conseil de l'Ordre depuis octobre 2009 et du Comité des architectes depuis décembre 2005, Max VON ROESGEN a décidé de ne pas se porter candidat au renouvellement du Conseil. Il a été vivement remercié par Jos DELL qui a souligné ses qualités et sa capacité à poser «la bonne question au bon moment».

Il est remplacé au sein du Conseil de l'Ordre par Michelle FRIEDERICI, architecte. Tous les autres membres ont été réélus. Elle siègera donc aux côtés de Jos DELL (architecte), président, Marc FEIDER (ingénieur-conseil), vice-président, Sala MAKUMBUNDU (architecte), Patrick NOSBUSCH (ingénieur-conseil), Gilles CHRISTNACH (ingénieur-conseil) et Steve WEYLAND (architecte).

Avec Michelle FRIEDERICI une deuxième femme a fait son entrée au sein du Conseil actuel. Née en 1971, elle est diplômée de l'Université de Kaiserslautern et exerce sa profession d'architecte en tant qu'associée-gérante du bureau FG ARCHITECTES à Dudelange.

En clôturant l'Assemblée Générale, Jos DELL, au nom de tout le conseil, a tenu à remercier Pierre HURT, ainsi que son équipe, pour son engagement et la qualité du travail effectué.

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

## NOTRE CADRE DE VIE FACE À L'ÉVOLUTION DE LA DÉMOGRAPHIE AU LUXEMBOURG\_



C'est à cette question essentielle pour l'avenir du Luxembourg que le panel (Corinne CAHEN, ministre de la Famille et de l'Intégration, ministre à la Grande Région; Jos DELL, architecte, président OAI; Marc FEIDER, ingénieur-conseil, vice-président OAI; Christine MULLER, architecte-urbaniste; Patrick BOUSCH, National Policy Coordination LISER) participant à la table ronde – animée avec humour par Michel-Edouard RUBEN, économiste Fondation IDEA – intitulée «Démographie «à la luxembourgeoise»: quelles conséquences pour notre cadre de vie» et organisée le 17 septembre 2019 par l'OAI en collaboration avec la Fondation IDEA a répondu en posant des pistes de réflexion cruciales pour ne pas répéter les erreurs du passé.

Le cadre de la discussion a été dressé par Pierre HURT, directeur OAI. Il a rappelé la nécessité de fédérer la population et l'ensemble des personnes qui font la richesse du pays autour d'un cadre de vie de qualité. Il a ainsi souligné que «la cohésion sociale passe par le logement» mais aussi par une politique d'aménagement qui, faute de cohérence, ne peut que renforcer l'effet NIMBY (Not in my BackYard).

Muriel BOUCHET, directeur Fondation IDEA, a décrit, quant à lui, des simulations démographiques illustratives à l'horizon 2060. A politique inchangée (croissance du Produit intérieur brut (PIB) de 3% et de la productivité de 1,1%), la population grand-ducale atteindrait pratiquement le million avec un nombre de frontaliers qui passerait d'actuellement 200.000 à 600.000 personnes (60% de la population active contre

45% actuellement). Autre conséquence, un vieillissement de la population. La part des 65 ans et plus serait de 27 %. Elle est aujourd'hui de 14% avec toutes les conséquences que cela entraîne en matière d'infrastructures (maisons de soins et de repos, développement de la prise en charge des personnes en situation de mobilité réduite, etc.).

C'est cette description qui a retenu l'attention des participants, les deux autres simulations extrêmes (gel des frontaliers qui ferait passer la population résidente à 1,9 million d'habitants et l'immigration zéro qui limiterait à la population grand-ducale à 611000 individus mais impliquerait un nombre de frontaliers qui s'élèverait à 787000 personnes) soulignant une constante quel que soit le scénario: le vieillissement de la population et donc un fort accroissement des nécessités d'encadrement de ces personnes ainsi que l'adaptation des infrastructures (logements, voiries, équipements de loisirs et sportifs...).

«Un Luxembourg à 1 million d'habitants n'est pas un scénario catastrophe si nous y travaillons», a tenu à rappeler d'emblée Corinne CAHEN tandis que Jos DELL soulignait qu'«une ville vit, un espace se crée et évolue», faisant ainsi valoir la nécessité d'agir sur un processus et la flexibilité de l'espace urbain.

Les différentes pistes de réflexion évoquées s'attachent tout à la fois à la décentralisation afin de ne pas concentrer les problèmes sur Luxembourg-Ville et sur l'implication de la Grande Région pour desserrer l'étau autour du pays.





© Emmanuel Claude de Focalize

La cohésion sociale est un des enjeux primordiaux sur lequel il faut agir pour ne pas perdre en qualité de vie. C'est aussi l'un des points qui souffre de l'impact des problèmes de mobilité et qui implique des éléments connexes tels que le travail, l'école, les loisirs ou encore le bénévolat et la vie associative.

Le logement est bien sûr un élément majeur. Sa taille doit être revue à la baisse pour suivre l'évolution de la société (accroissement des familles monoparentales et vieillissement de la population notamment). Il doit être flexible pour s'adapter aux différentes étapes de la vie et aux modes de vie des nouvelles générations.

Il faut aussi s'attaquer à la problématique des logements vides et penser à la densification de l'habitat comme des ressorts pour contrôler l'espace urbain.

Les communes doivent d'avantage être impliquées pour agir sur l'habitat. A ce niveau une évolution de l'appareil législatif est nécessaire pour faciliter le développement de logements.

Le segment des logements locatifs abordables fait cruellement défaut. Ce thème implique également une réflexion sur l'accession à la propriété comme modèle viable.

Le prix du foncier est un élément majeur car, bien plus que le coût de la construction, il induit le prix du logement. A ce niveau, les professions de l'OAI et les autorités communales ont un rôle à jouer. C'est en montant de beaux projets, en mettant en valeur les terrains que l'on pourra rendre fiers les maîtres d'ouvrage. Ou autrement dit c'est en séduisant les propriétaires que l'on libèrera le foncier pour reprendre l'idée de Christine Muller.

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

Comment mettre l'économie circulaire en pratique dans le secteur de la construction? Comment gérer ce nouveau processus? Comment marier l'économie «classique» et l'économie circulaire? Comment relever les défis qu'elle représente pour les membres de l'OAI qui doivent se lancer dans des activités de R&D (recherche et le développement) pour y faire face?



## UN DÉFI POUR NOTRE CADRE DE VIE\_



Les orateurs de la table ronde de l'OAI du 7 octobre 2019 (de g à d): François THIRY, Anabel WITRY, Philippe GENOT, Charles-Albert FLORENTIN, Christian TOCK, Claude TURMES, Marc FEIDER, Sasha BAILLIE, Sala MAKUMBUNDU, Jean-Michel GAUDRON, Nico STEINMETZ, Pierre HURT, Marc LIS et Jos DELL

Devant une centaine de personnes attentives réunies à la Coque, Jos DELL, président de l'Ordre des Architectes et des Ingénieurs-Conseils, dresse le cadre de la table ronde organisée par l'OAI en collaboration avec Luxinnovation.

Cependant, avant que Jean-Michel GAUDRON de Luxinnovation lance et anime le débat qui réunit Claude TURMES, ministre de l'Energie et de l'Aménagement du territoire, Christian TOCK, Director Sustainable Technologies du ministère de l'Economie, Marc FEIDER, président du Conseil national pour la construction durable et vice-président de l'OAI, et, Sala MAKUMBUNDU, secrétaire générale de l'OAI, il est nécessaire d'en poser les bases.

C'est ce à quoi s'attelle Sasha BAILLIE, CEO de Luxinnovation. Elle présente ainsi les principales missions de l'agence nationale pour la promotion de l'innovation et de la recherche: le soutien aux entreprises, l'aide aux projets innovants et le «Business Development» afin d'attirer des sociétés innovantes au Luxembourg.

Vint alors le tour de Philippe GENOT, Charles-Albert FLORENTIN et Marc LIS, tous trois managers, afin qu'ils présentent leur cluster respectif: Wood, Clean Tech et Creative Industries. Le premier présente les chaînes de valeurs régionales du bois et les méthodes «industrie 4.0» pour augmenter les capacités de production. Le deuxième s'attache à la déconstruction pour répondre aux défis

en matières premières et en matériaux. Le troisième s'intéresse, quant à lui, aux méthodes «design for circularity» afin de mener des projets cross-sectoriels.

L'entrée dans le vif du sujet est consacrée par la présentation de trois projets pilotes architecturaux: le projet «JFK» (logements collectifs) de Nico STEINMETZ, une maison individuelle déjà réalisée à ossature acier et bois démontable de François THIRY et le projet «Kiem 2050» (156 logements à coût abordable) d'Anabel WITRY.

Tous ces projets ont en commun d'avoir été menés par des équipes pluridisciplinaires. Les similitudes ne s'arrêtent pourtant à ce niveau. La boucle de l'économie circulaire doit se fermer et tous s'attachent à la réutilisation, voire au recyclage des matériaux une fois les bâtiments arrivés en fin de vie, même s'ils sont conçus pour faire preuve de résilience. Du point de vue des matériaux, le béton n'apparaît plus comme la panacée. Trop énergivore. Acier, bois et leur corollaire, l'assemblage mécanique pour permettre le démontage du bâtiment, deviennent dès lors récurrents.

L'autre point commun de ces projets est de s'adapter aux nouveaux modes de vie. Le logement est évolutif et prêt à suivre la composition familiale au fil des années, de l'arrivée des enfants à leur départ puis, leur retour en passant par les familles recomposées ou monoparentales.

### Créer du vivre-ensemble

Ce dernier élément repris par les trois projets montre que l'économie circulaire est aussi appréhendée à travers la capacité du bâti à s'adapter aux usages actuels, tout en sachant que les deux projets concernant les logements collectifs font état d'une réflexion sur la mobilité, les espaces partagés, conviviaux (création de jardins verticaux) ou encore culturels (création d'un théâtre de 49 places) afin de créer de la sociabilité, du vivre-ensemble.

C'est donc sur la base de ces différentes descriptions que le débat s'est appuyé avec, d'une part et du côté de l'Etat, les réflexions qui se développent pour donner corps à l'économie circulaire et, d'autre part, les femmes et hommes de terrain qui se retrouvent face aux difficultés de la mise en application, voire face aux incohérences réglementaires.

Pour le ministre de l'Aménagement du territoire, Claude TURMES, le processus de la construction circulaire est encore à mettre en place. Ainsi, les différents acteurs





© OAI

de la construction durable, dont l'OAI, ont entamé des discussions afin d'apporter une réponse aux défis de l'économie circulaire.

Le ministre mise également sur les éco-quartiers dont il souhaite que les projets actuels puissent permettre de créer un «label» made in Luxembourg. Il s'agit de «valoriser ce qui a été fait, s'aider mutuellement et aller vers la généralisation».

Christian TOCK du ministère de l'Economie est sur la même longueur d'onde puisqu'il voit dans les différentes expériences menées ici ou là, la possibilité de développer un savoir-faire exportable et donc d'accéder à de nouveaux marchés. Pour lui, il est évident que le Luxembourg a une carte à jouer à ce niveau.

Marc FEIDER et Sala MAKUMBUNDU sont plus pragmatiques. Si les synergies sur le terrain existent et s'articulent à travers les groupes de travail, si l'OAI s'engage dans des collaborations dans le domaine de la construction durable, la réalité du terrain s'impose. «Le dialogue n'est pas aussi intense qu'il pourrait l'être», affirme ainsi Sala MAKUMBUNDU en prenant l'exemple de la revitalisation de friches industrielles. La crainte est que l'on se perde en multipliant les projets dit-elle en substance. Et ce d'autant plus que les normes actuelles ne sont pas forcément adaptées et que les PAG/PAP peuvent finalement s'avérer être des obstacles à l'économie circulaire. Car en définitive si les concepteurs se sont emparés des projets, le cadre législatif ne suit, lui, pas assez vite. Sans parler des problèmes inhérents aux professions OAI lesquelles ont besoin de soutien pour faire face financièrement et mener à bien des projets qui répondent aux défis de l'économie circulaire. En d'autres termes, si l'Etat joue le rôle de locomotive, il se doit d'attacher tous les wagons afin que l'ensemble des acteurs suivent la même voie.

C'est finalement ce que résumera Pierre HURT, directeur de l'OAI, qui précise que l'OAI vient de mettre en place un nouvel outil, la Maîtrise d'œuvre OAI (MOAI.LU) dont l'ambition est de rendre la construction plus efficiente tout en assurant une haute qualité des ouvrages au service des maîtres d'ouvrage et des utilisateurs. Il en profite pour ajouter deux points essentiels non abordés mais qui mériteraient d'être développés. Il s'agit aussi du cadre financier et fiscal à adapter à l'économie circulaire et surtout, du rôle central des prestations intellectuelles des concepteurs architectes et ingénieurs-conseils. La «matière

grise» constitue la valeur ajoutée de tout projet et à ce titre, devrait être au centre de l'économie circulaire. Une valorisation essentielle afin d'éviter tout risque d'uniformisation ou, comme il l'a dit, de «Mcdonalisation» de la société.

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

Nouvelle édition du Guide OAI Références 2020: 781 réalisations de 200 membres OAI -  
Un ouvrage de référence pour découvrir notre vivre-ensemble!



## 13<sup>ÈME</sup> «BRIQUE» OAI: ÉTAT DES LIEUX BIENNAL DE NOTRE CADRE DE VIE\_



Pierre HURT, directeur de l'OAI, remet le Guide OAI Références 2020 au Ministre des Classes moyennes, Lex DELLES. © OAI

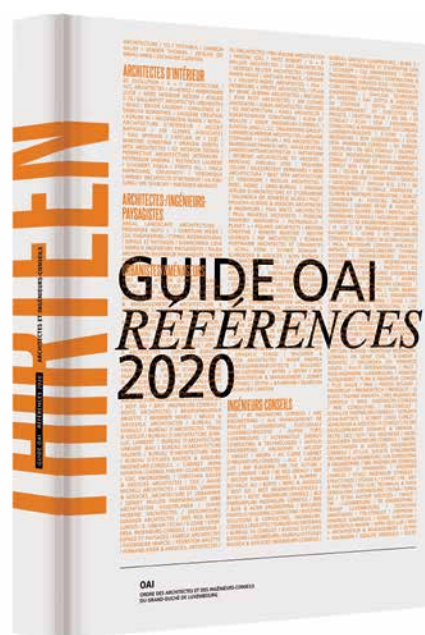
Le 13<sup>ème</sup> guide de références de l'OAI ne déroge pas aux règles imposées par le succès de ses prédécesseurs: en 256 pages rassemblant 781 réalisations de 200 membres de l'OAI, il offre au grand public un panorama complet de notre environnement bâti et de l'évolution de notre cadre de vie.

A travers des réalisations en matière d'habitat individuel ou collectif, de bâtiments administratifs, d'équipements publics, d'ouvrages d'art, de réhabilitation du bâti ancien..., c'est le savoir-faire et la compétence des architectes, ingénieurs-conseils, architectes d'intérieur, aménageurs-urbanistes et architectes-/ingénieurs-paysagistes qui s'exposent en un seul et unique document.

Le Guide OAI Références 2020 se veut ainsi un outil efficace pour toutes celles et tous ceux qui souhaitent entrer en contact avec ces femmes et ces hommes de l'art dont le rôle est de concevoir et de matérialiser des idées individuelles avec leurs clients.

Un rôle parfaitement adapté – comme le montre la méthodologie Maîtrise d'oeuvre OAI – MOAI.LU développée par l'OAI –, pour répondre aux besoins accrus des maîtres d'ouvrage notamment en matière de programmation, de durabilité, de respect du budget et du délai, de qualité ainsi que de gestion efficiente du projet.

Le Guide OAI Références 2020 est l'outil indispensable pour accompagner le choix de votre concepteur de confiance et



pour vous donner des idées concernant tous vos futurs projets de construction.

Comment se procurer le Guide:

La 13<sup>ème</sup> édition du Guide OAI Références 2020 est disponible au secrétariat de l'OAI au prix de 25 euros TTC (6, boulevard Grande-Duchesse Charlotte à Luxembourg / Email: oai@oai.lu / Web: www.oai.lu), et dans de nombreuses librairies. Il est également possible d'effectuer un virement/versement de 25 euros + frais d'envoi (pour le Luxembourg: 10 euros; pour les autres pays: tarif POST pour un colis de plus de 2 kg en vigueur sur www.post.lu) sur le compte bancaire de l'OAI (IBAN LU52 0019 1000 4602 3000, BIC BCEELULL) avec la mention «Guide 2020» et votre adresse complète.

www.oai.lu



# GUIDE OAI RÉFÉRENCES 2020

200 PARTICIPANTS / 781 RÉALISATIONS  
D'ARCHITECTURE, D'URBANISME ET D'INGÉNIERIE

VERSION ONLINE SOUS [WWW.GUIDEOAI.LU](http://WWW.GUIDEOAI.LU)



NEW

La 13<sup>ème</sup> édition du guide est disponible au secrétariat de l'OAI  
au prix de 25 EUR TTC (6, boulevard Grande-Duchesse Charlotte  
à Luxembourg / Tél. +352 42 24 06 / [oi@oi.lu](mailto:oi@oi.lu) / [www.oi.lu](http://www.oi.lu) /  
Heures d'ouverture : du lundi au vendredi de 9h à 12h et  
de 14h à 17h et dans de nombreuses librairies; ou bien  
en effectuant un virement/versement 25 EUR TTC + frais  
d'envoi (pour le Luxembourg : 10 EUR ; pour les autres  
pays : tarif POST pour un colis de plus de 2 kg en vigueur  
sur [www.post.lu](http://www.post.lu)) sur le compte bancaire de l'OAI  
IBAN LU52 0019 1000 4602 3000, BIC BCEELULL avec  
la mention « Guide 2020 » et votre adresse complète.

SOUS LE HAUT PATRONAGE

DU MINISTÈRE DES CLASSES MOYENNES  
DU MINISTÈRE DE LA MOBILITÉ ET DES TRAVAUX PUBLICS  
DU MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DU CLIMAT ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE  
DU MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE  
DU MINISTÈRE DU LOGEMENT  
DU MINISTÈRE DE L'INTÉRIEUR

OAI

ORDRE DES ARCHITECTES  
ET DES INGÉNIEURS-CONSEILS

© OAI 2019  
[www.oi.lu](http://www.oi.lu) [www.guidеоai.lu](http://www.guidеоai.lu)

La méthodologie Maîtrise d'œuvre OAI (MOAI.lu) a été présentée lors d'une conférence de presse ce jeudi 26 septembre 2019 au siège de l'OAI. Dan BIANCALANA, vice-président du Syvicol, Jos DELL, président de l'OAI, Marc FEIDER, vice-président de l'OAI, Gilles CHRISTNACH, membre du Conseil de l'OAI et Pierre HURT, directeur de l'OAI ont décrit la nouvelle procédure mise en place en insistant sur l'approche pragmatique qu'offre cette méthode et les bonnes pratiques qu'elle rassemble.



## NOTRE CADRE DE VIE AVEC LES BONNES PRATIQUES DE LA MAÎTRISE D'ŒUVRE OAI: MOAI.LU\_



(de g. à d.) Gilles CHRISTNACH, membre du conseil de l'OAI, Marc FEIDER, vice-président de l'OAI, Jos DELL, président de l'OAI, Dan BIANCALANA, vice-président du Syvicol et Pierre HURT, directeur de l'OAI lors de la présentation de la Maîtrise d'œuvre OAI. © OAI

Il faut en effet savoir qu'un simple acte de construction peut déclencher jusqu'à 1200 procédures légales. Face à cette complexité, la MOAI propose un cadre qui permet d'équilibrer les intérêts des maîtres d'ouvrage et des utilisateurs avec l'intérêt général. La Maîtrise d'œuvre OAI est ainsi au cœur des acteurs en charge de la création de notre environnement de qualité.

Afin de répondre aux besoins et attentes accrues des maîtres d'ouvrage - en matière de programmation, de qualité durable, de respect du budget et du délai ainsi que de gestion efficiente du projet - l'OAI encourage ses membres à accentuer encore les efforts entrepris pour consacrer une véritable culture de services intégraux et coordonnés, tant sur le fond, en adoptant des règles communes, que sur la forme par la création de groupements d'études.

La Maîtrise d'œuvre OAI est constituée par une équipe qui conçoit et gère le projet jusqu'à la réception par le maître d'ouvrage. La maîtrise d'œuvre comprend l'architecte, l'ingénieur du génie civil (structures et infrastructures) et l'ingénieur du génie technique (techniques du bâtiment). D'autres acteurs peuvent compléter la maîtrise d'œuvre en fonction de la complexité du projet et de la mission.

Afin de limiter le nombre déjà impressionnant d'intervenants, ce modèle a le net avantage de maintenir un lien direct entre maître d'ouvrage et concepteurs, qui disposent de tous les

atouts pour faire avancer le projet selon les exigences du client.

Le catalogue des prestations et les fiches «aide-mémoires» récapitulant les bonnes pratiques et règles en vigueur en matière de MOAI peuvent être appliqués sans difficulté, quelle que soit la forme contractuelle retenue, dans les secteurs étatique, communal, paraétatique et privé.

S'agissant d'un processus continu qui sera nourri par les apports des maîtres d'ouvrage, des concepteurs et des autres acteurs que nous espérons abondants, les documents formeront un corpus vivant qui sera mis à jour en ligne et réimprimé périodiquement selon les besoins.

Le site interactif [www.moai.lu](http://www.moai.lu) comporte un forum d'échanges et de retours d'expériences pour assurer une mise à jour régulière de la méthodologie.

Une FAQ participative sera également ouverte aux maîtres d'ouvrage et autres acteurs.

Selon la culture du bâti - «Baukultur» - au Luxembourg, notre ambition est de rendre la construction plus efficiente tout en assurant une haute qualité des ouvrages au service des maîtres d'ouvrage et des utilisateurs.

La présente démarche souligne notre volonté de faire avancer le Luxembourg comme laboratoire à la pointe de la création d'un cadre de vie intelligent, inclusif, durable et résilient.

[www.oai.lu](http://www.oai.lu)  
[www.moai.lu](http://www.moai.lu)



**OAI****ORDRE DES ARCHITECTES  
ET DES INGENIEURS-CONSEILS**

## UNE OFFRE DE FORMATION CONTINUE BIEN CONSTRuite\_

Consciente de l'importance primordiale de la formation continue pour son secteur d'activité, l'Ordre des Architectes et Ingénieurs-Conseils (OAI) élabore chaque année, en collaboration avec la House of Training, un programme vaste et varié de formations continues, ciblé sur les besoins spécifiques du secteur. Ce programme s'adresse tant à ses membres qu'aux cadres et dirigeants du secteur de la construction et aux personnes intéressées des secteurs étatique et communal. L'OAI forme ainsi chaque année des centaines de personnes qui, ayant fait leurs études à l'étranger, souhaitent acquérir des connaissances spécifiques du secteur au Luxembourg ou alors se familiariser avec les nouveautés techniques, technologiques et législatives.

En dehors de la qualité des formateurs, experts renommés au Luxembourg voire à l'étranger, une des grandes plus-values de ces formations est celle d'offrir aux participants l'occasion de rencontrer leurs pairs et d'échanger avec d'autres experts sur les tendances et les défis du secteur.

Cette année, l'offre de formations OAI a fait peau neuve et se présente de manière innovatrice: trois profils professionnels et cinq spécialisations ont été définis et les formations adéquates et utiles y ont été associées. En combinaison avec les autres formations proposées dans le catalogue de la House of Training, elles permettent de structurer des plans de développement professionnel cohérents, une réelle aide d'orientation pour chaque personne souhaitant développer ses connaissances de manière structurée. Par ailleurs, un certain nombre de «thématiques», abordant des sujets pertinents des différentes professions, complètent l'offre de formation 2020. Ces formations permettent de faire évoluer de manière ponctuelle et ciblée certaines compétences clés nécessaires à l'activité professionnelle du participant.

### **Profils professionnels, spécialisations et thématiques présentés dans l'offre de formation 2020**

Profils professionnels:

- \_Rejoindre les professions OAI au Luxembourg
- \_Collaborateur d'un bureau membre OAI
- \_Dirigeant d'un bureau membre OAI

Spécialisations:

- \_Architectes et architectes d'intérieur
- \_Ingénieurs-Conseils – génie technique
- \_Ingénieurs-Conseils – génie civil
- \_Urbanistes et Aménageurs

\_Building Information Modeling

Thématiques:

- \_Contexte, cadre légal et réglementaire
- \_Management de bureau et gestion de projet
- \_Energie et construction durable
- \_Confort et bien-être
- \_Rénovation et patrimoine
- \_Matériaux, techniques et mise en œuvre
- \_Building Information Modeling (BIM)
- \_Outils numériques et logiciels de la construction



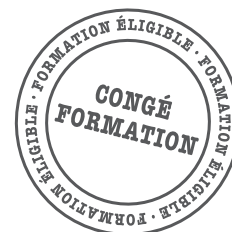
OAI

ORDRE DES ARCHITECTES  
ET DES INGÉNIEURS-CONSEILS

## PROGRAMME 2020

### Cycle de formation OAI pour Architectes et Ingénieurs-Conseils

### OAI Weiterbildungsreihe für Architekten und beratende Ingenieure



#### Nos profils professionnels

REJOINDRE LES PROFESSIONS  
OAI AU LUXEMBOURG

COLLABORATEUR D'UN BUREAU MEMBRE OAI

DIRIGEANT D'UN BUREAU MEMBRE OAI

#### Nos spécialisations

Spécialisations de l'Architecte et de l'Architecte d'intérieur

Spécialisations des Ingénieurs-Conseils - génie technique

Spécialisations des Ingénieurs-Conseils - génie civil

Spécialisations de l'Urbaniste et de l'Aménageur

Building Information Modeling (BIM)

#### Le cycle de formation porte sur 12 mois, de janvier à décembre 2020.

Afin de pouvoir offrir des formations innovantes répondant aux défis actuels, des réflexions approfondies sont menées continuellement avec la participation active d'acteurs institutionnels, sectoriels et issus des professions OAI :

Administration de la Gestion de l'Eau | Administration des Bâtiments Publics | Administration du Cadastre et de la Topographie | Architektenkammer Rheinland-Pfalz | Centre de Ressources des Technologies et de l'Innovation pour le Bâtiment (CRTI-B) | Direction de l'Aménagement communal et du Développement urbain | energieagence | Institut de Formation Sectoriel du Bâtiment (IFSB) | Institut National pour le développement de la Formation Professionnelle Continue (INFPC) | Luxembourg Institute of Science and Technology (LIST) | Ministère de la Fonction publique | Ministère de l'Intérieur | Ministère de la Mobilité et des Travaux Publics | Musée d'Histoire de la Ville de Luxembourg | MyEnergy | Neobuild | Service des Sites et Monuments Nationaux | Université du Luxembourg | Ville de Differdange | Ville de Luxembourg.

> INSCRIVEZ-VOUS !

[www.oai.lu/formation](http://www.oai.lu/formation)



HOUSE OF  
TRAINING



**OAI****ORDRE DES ARCHITECTES  
ET DES INGENIEURS-CONSEILS**

# FORMATION CONTINUE | WEITERBILDUNG

## PROGRAMME / PROGRAMM 2020

### Rejoindre les professions OAI au Luxembourg

Formations	Date	Durée heures	Langue	Référence
Cadre légal, déontologique et contractuel des professions OAI - Services, outils OAI, responsabilités, droits des sociétés (OAI)	18/03/20	6	FR	CA001CJ
Bonnes pratiques de collaboration de la maîtrise d'œuvre OAI (moai.lu) (OAI) <i>Formations proposées chaque année</i>	28/05/20	7	FR	CA046CJ
Bâtir au Luxembourg - Aperçu des procédures d'autorisations (OAI)	<b>new</b> 23/01/20 24/01/20	7	FR	CA050CJ

### Collaborateur d'un bureau membre OAI

Formations	Date	Durée heures	Langue	Référence
Dossiers de soumission : recommandations et bonnes pratiques-contrôle technique des offres-clauses techniques CRTI-B (OAI)	22/04/20	4	FR	CA051CJ
Dématérialisation des marchés publics (OAI)	22/01/20	6	FR	CA044CJ
Paille, terre, chaux, chanvre - Des matériaux innovants pour une nouvelle architecture (OAI)	<b>new</b> 02/07/20	7	FR	CA057CJ
Trockenbau - Konstruktion und Brandschutz (OAI)	13/05/20	7	DE	CA025CJ

### Dirigeant d'un bureau membre OAI

Formations	Date	Durée heures	Langue	Référence
Gestion administrative et financière du bureau (OAI)	15/10/20	4	FR	CA060CJ
Le travail dans la Grande-Région pour les professionnels de l'OAI - Détachement du personnel et impacts fiscaux (OAI)	11/06/20	3	FR	CA014CJ
Règlement Général sur la Protection des Données - Principes et cas pratiques (OAI)	28/09/20	4	FR	CA003CJ

### Spécialisations Architecte / Architecte d'intérieur

Formations	Date	Durée heures	Langue	Référence
Habitat participatif - Nouvelle forme de l'habitat (OAI)	14/05/20	4	FR	CA146CJ
Étanchéité à l'eau (OAI)	<b>new</b> 12/06/20	4	FR	CA076CJ
Gestaltungstechnik - Raumideen realisieren mit Trockenbau (OAI)	<b>new</b> 10/12/20	7	DE	CA074CJ
Conception d'une cuisine professionnelle par les architectes et les ingénieurs (OAI)	<b>new</b> 27/03/20	4	FR	CA023CJ
Smart Building - Conception du projet et évaluation des bénéfices - Fondamentaux (OAI)	10/03/20	7	FR	CA008CJ
Économie Circulaire Module 1 : Introduction à l'économie circulaire dans le domaine de la construction (OAI)	<b>new</b> 27/02/20	4	FR	CA152CJ
Économie Circulaire Module 2 : Potentiel de réduction de déchets de la planification à la déconstruction (OAI)	<b>new</b> 05/03/20	4	FR	CA153CJ
Économie Circulaire Module 3 : Vers un nouveau modèle, l'économie de la fonctionnalité (OAI)	<b>new</b> 08/10/20	4	FR	CA154CJ
Économie Circulaire Module 4 : La construction modulaire et adaptable (OAI)	<b>new</b> 19/11/20	4	FR	CA155CJ
Le confort acoustique (OAI)	07/02/20	4	FR	CA159CJ

### Spécialisations Ingénieurs-Conseils : génie technique

Formations	Date	Durée heures	Langue	Référence
Conception d'une cuisine professionnelle par les architectes et les ingénieurs (OAI)	<b>new</b> 27/03/20	4	FR	CA023CJ
Simulation d'éclairage et éclairage artificiel (OAI)	<b>new</b> 24/04/20	4	FR	CA165CJ
Smart Building - Conception du projet et évaluation des bénéfices - Fondamentaux (OAI)	10/03/20	7	FR	CA008CJ
Économie Circulaire Module 1 : Introduction à l'économie circulaire dans le domaine de la construction (OAI)	<b>new</b> 27/02/20	4	FR	CA152CJ
Économie Circulaire Module 2 : Potentiel de réduction de déchets de la planification à la déconstruction (OAI)	<b>new</b> 05/03/20	4	FR	CA153CJ
Économie Circulaire Module 3 : Vers un nouveau modèle, l'économie de la fonctionnalité (OAI)	<b>new</b> 08/10/20	4	FR	CA154CJ
Économie Circulaire Module 4 : La construction modulaire et adaptable (OAI)	<b>new</b> 19/11/20	4	FR	CA155CJ

### Spécialisations Ingénieurs-Conseils : génie civil

Formations	Date	Durée heures	Langue	Référence
Étanchéité à l'eau (OAI)	<b>new</b> 12/06/20	4	FR	CA076CJ
Économie Circulaire Module 1 : Introduction à l'économie circulaire dans le domaine de la construction (OAI)	<b>new</b> 27/02/20	4	FR	CA152CJ
Économie Circulaire Module 2 : Potentiel de réduction de déchets de la planification à la déconstruction (OAI)	<b>new</b> 05/03/20	4	FR	CA153CJ
Économie Circulaire Module 3 : Vers un nouveau modèle, l'économie de la fonctionnalité (OAI)	<b>new</b> 08/10/20	4	FR	CA154CJ
Économie Circulaire Module 4 : La construction modulaire et adaptable (OAI)	<b>new</b> 19/11/20	4	FR	CA155CJ

### Spécialisations Urbaniste et Aménageur

Formations	Date	Durée heures	Langue	Référence
Dossiers PAP - Principaux problèmes rencontrés et éléments de réponse (OAI)	10/03/20	7	FR	CA047CJ

### Spécialisations Building Information Modeling (BIM)

Formations	Date	Durée heures	Langue	Référence
Outils et méthodes d'aide à la conception et à la gestion de projet Module 1 : Modélisation paramétrique (OAI)	<b>new</b> 15/01/20	7	FR	CA139CJ
Outils et méthodes d'aide à la conception et à la gestion de projet Module 2 : Planification 4D en conception (OAI)	<b>new</b> 04/05/20	TBD	FR	CA140CJ
Gestion des processus BIM dans la MOE Module 1 : Analyse des besoins du Maître d'ouvrage et Contractualisation (OAI)	<b>new</b> 14/01/20 et tous les 3 mois	4	FR	CA015CJ
Gestion des processus BIM dans la MOE Module 2 : CDE et processus d'échanges (OAI)	<b>new</b> 03/02/20	TBD	FR	CA135CJ
Gestion des processus BIM dans la MOE Module 3 : Définition des règles de modélisation et de livraison des maquettes numériques (OAI)	<b>new</b> 02/03/20 et tous les 3 mois	TBD	FR	CA136CJ
Gestion des processus BIM dans la MOE Module 4 : Contrôle des maquettes numériques (OAI)	<b>new</b> 09/03/20 et tous les 3 mois	TBD	FR	CA137CJ
Gestion des processus BIM dans la MOE Module 5 : Implication des entreprises (OAI)	<b>new</b> 07/04/20 et tous les 3 mois	TBD	FR	CA138CJ

Le programme du cycle, de même que les dates et horaires, sont mis à jour continuellement. Pour des informations actualisées, nous vous invitons à consulter le site : *Wir möchten Sie darauf aufmerksam machen, dass das Programm der angebotenen Kurse, sowie die Termine und Uhrzeiten laufend aktualisiert werden. Über den aktuellsten Stand können Sie sich informieren unter:*

[www.oai.lu/formation](http://www.oai.lu/formation)

Contact | Kontakt : HOUSE OF TRAINING - [customer@houseoftraining.lu](mailto:customer@houseoftraining.lu) - Tel. : +352 465016-1

**HOUSE OF  
TRAINING**



## INDUSTRY

## BIL helps to write the SAB success story

Mario Kratz and Robert Schweich took over at SAB in 2003. Specialising in mechanical engineering components and parts for the steel sector, SAB has experienced exponential growth partly in thanks to BIL's help and support. Today, the company has around 100 employees.

It is certainly no exaggeration to describe SAB as a success story. In the space of around 15 years, the company has expanded from its base in Grevenmacher to carve out a niche for itself in the steel sector of most key European markets and has gained a presence even further afield in countries such as Taiwan, South Korea and Brazil. And yet, at the start, SAB's two partners felt as though they were taking a huge risk. "Mario and I were working for a major player in the sector," Robert recalls. "We began to notice how hard it was to fulfil specific client requests that didn't fit in with the standard processes set up by the company. Plus, we really wanted to make a change in our lives. That's where the idea of founding our own company came from."

### Overnight success

Robert and Mario decided to launch their business as a partnership and were based in rented premises. And it took off right away. "At that point, we only wanted to sell bespoke components, not design them ourselves. But our clients quickly let us know that they wanted us to both design and make the products," explains Mario. "That way, we could provide our clients with the exact customised components they were looking for."

**"Our bank is a true partner for our business, a trusted ally."**

Robert Schweich,  
 Managing Director SAB

However, this new focus meant a move to larger premises with space for more equipment and a growing workforce. That's when the entrepreneurs turned to a local bank. "The problem was that we were barely ever in contact with them. They didn't really listen to us, and we felt that the interest in more intensive cooperation was not intended," says Robert. "For that reason, and also because we wanted to diversify our

risk, we decided to reach out to another bank. We had a meeting at BIL and its members of staff took the time to listen to everything we had to say. We had a good feeling about it straight away."

### Better terms, better advice

The first major investment came in 2013 thanks to BIL. Pushed for space, SAB needed to move to a new factory in Grevenmacher, which is still home to the company's head office today. "We were given better terms for our loan," says Mario. "But, above all, the support we received from our BIL adviser was excellent. He really listened to us to understand our plans and our market, and he asked us lots of questions. We've had the same advisor at BIL since then, and we're really happy."

# 100

The number of SAB employees today.

Today, SAB's both Managing Directors continue to foster the development of the company with advice from BIL. "As soon as we have an investment in mind, we talk it over with our financial adviser, who always has sound insights to share. Our bank is a true partner for our business, a trusted ally. BIL wants us to

succeed and it's clear that the support they've provided us with over the past few years has been crucial to our success," concludes Robert. A joint venture entitled VCL, launched in 2014 with Paul Wurth, is another major chapter in the SAB success story. In some ways, the company has come full circle.

"At BIL, we believe that curiosity is an essential trait in our advisers. Their role is to fully understand each client's business, find out about the sector and keep up to date with the latest trends in the various industries. This is the only way they can be in a position to have a professional conversation with the entrepreneur and have their own insights to share. Plus, in the long run, this depth of knowledge will enable the adviser to anticipate the client's future development needs and provide useful insights so that clients can see their projects through to completion."

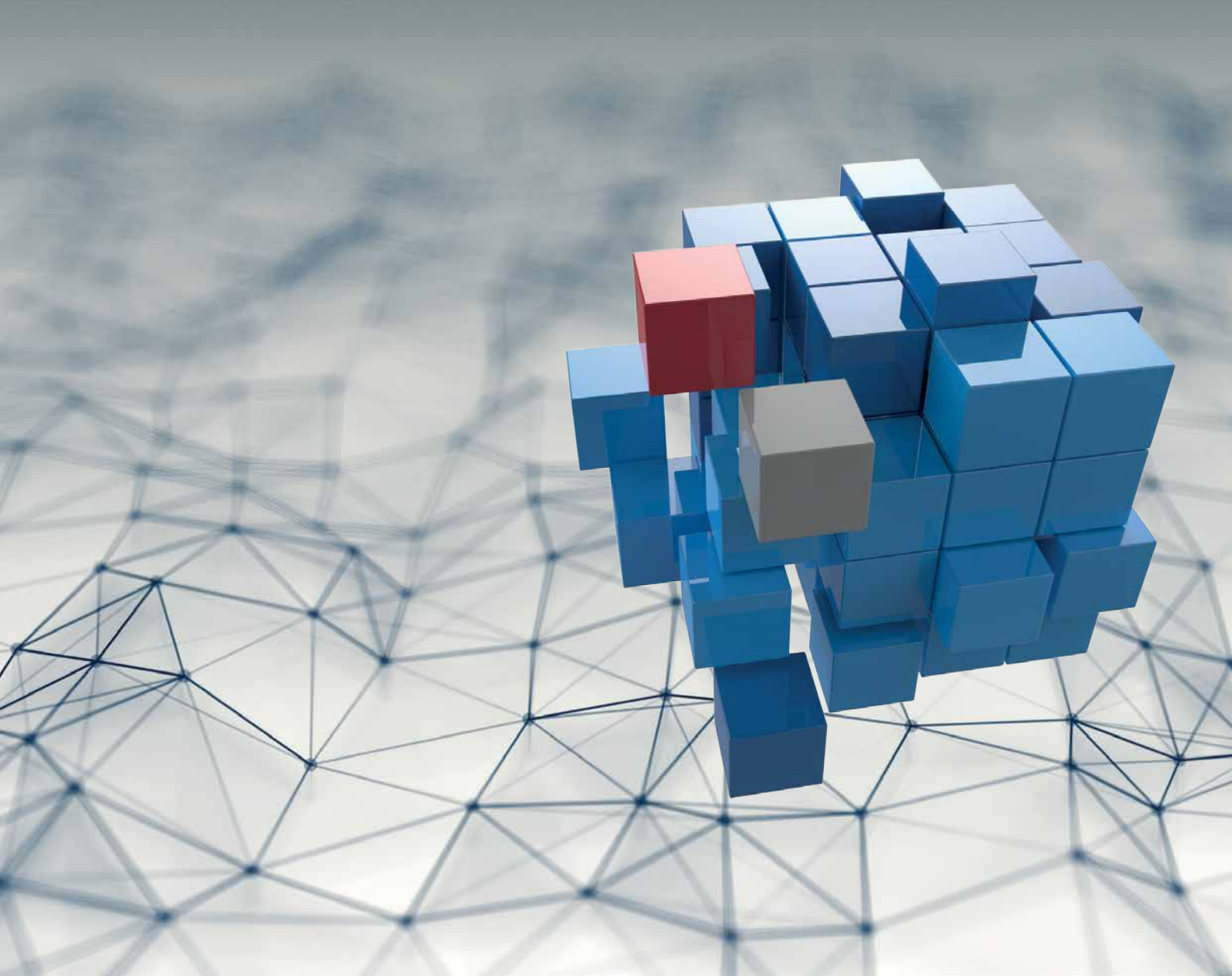
Johnny Basher  
 Senior Corporate Advisor, BIL

With the help of experts who know your market inside out, we design elaborate products and develop innovative solutions that meet the needs of small, medium-sized and large enterprises, freelancers and other self-employed individuals.

Together for you







## **Paul Wurth InCub – Together we create industrial value**

Paul Wurth InCub is devoted to empower innovators in the Industrial Technologies sector by providing Paul Wurth's international expertise and exploring new market opportunities together.

For any information about the selection process, please contact:  
[contact@indu.tech](mailto:contact@indu.tech)



<http://indu.tech/>



En mai 2014, lorsque le bureau Fabeck Architectes a été invité à participer à ce concours international, il a ouvert un nouveau chapitre tant par rapport au sujet lui-même, mais également par sa taille, la complexité et les ambitions de ce projet. Du point de vue urbanistique, l'îlot C fait partie d'un grand plan d'aménagement intitulé PAP Cloche d'or, qui figeait l'emprise et les gabarits maximums. L'emplacement des tours ainsi que les accès tunnels furent également fixés dans ce PAP, établi par le bureau p.arc/Schemel&Wirtz.



SCHEMELWIRTZ  
ARCHITECTES  
ASSOCIÉS



Cloche d'or (L)

## CONCEPT ARCHITECTURAL DU CENTRE COMMERCIAL

LAURÉAT DU CONCOURS INTERNATIONAL ET CONCEPTION

Fabeck Architectes

DÉVELOPPEMENT ET EXÉCUTION DU PROJET

Fabeck Architectes en association momentanée avec Schemel Wirtz Architectes Associés



© Palladium Photodesign GBR



© Palladium Photodesign GBR

Le projet allie des programmations différentes à savoir, un parking de 2850 emplacements, un shopping mail de 75000m<sup>2</sup>, un hypermarché de 10000m<sup>2</sup>, un complexe résidentiel de 25000m<sup>2</sup>, un espace wellness avec piscine ainsi qu'un centre médical. Ce projet inédit de par sa taille et son usage mixte, nécessitait un fil rouge afin de livrer à la fin, un projet cohérent.

Ce qui distingue ce centre par rapport à la plupart des autres centres commerciaux, c'est sa situation en plein cœur de ce nouveau quartier Cloche d'Or, faisant partie intégrante de la Ville de Luxembourg.

Le projet prévoit un socle accueillant deux tours résidentielles, qui ensemble avec le tour de Deloitte créent un portail sur le boulevard de Kockelscheuer. Le fil rouge pour l'ensemble, est la création d'un ensemble contemporain, baigné de lumière naturelle offrant des perspectives généreuses et offrant une plateforme idéale pour les différents commerces. C'est lors du concours d'architecture que Fabeck architectes a défini l'ADN qui allait caractériser ce nouveau centre et les tours de logements, à savoir:

\_L'or, et ses nuances pour un cadre chaleureux et premium.

\_Le noir pour le côté filigrane, chic, élégant, absorbant et profond.

\_Le blanc pour le côté immaculé, neutre, et réflecteur.

\_Le miroité pour l'amplification de l'espace, le

dédoublément, le côté multi-facettes.

\_Ce code couleur permettait de créer une base, un écran pour que les marques puissent pouvoir s'exprimer le plus librement possible et qu'elles aient la plus grande visibilité possible.

Le projet se rattache à la Ville par une volumétrie claire précise et urbaine. L'entrée piétonne principale, qui est composée par un grand voile de verre se situe sur le carrefour, du bd Raiffeisen et du boulevard de Kockelscheuer. Une façade généreuse à trois pans verticaux en structure acier, composés de vitrages triangulaires, et surplombée par une toiture en structure acier, invite les visiteurs. Cette façade illuminée le soir, symbolise un grand lustre urbain. Afin de bien la démarquer du restant du centre, la géométrie de façade change et fait référence aux pampilles d'un lustre généreux.

Un auvent généreux rentre en dialogue avec les visiteurs par le côté miroitant qui se prolonge à l'intérieur du shopping mall. Sa sous-face de toiture miroitée, amplifie l'espace d'entrée et fait en sorte, que le pan vertical de la façade se perd à l'infini.

Le revêtement extérieur de la Piazza continue également vers l'intérieur et ensemble avec la toiture, les limites entre extérieur et intérieur sont quasi effacées.

A l'intérieur, le centre adopte un langage très différent





© Palladium Photodesign GBR

de l'extérieur. Caractérisé par un environnement et un parcours biomorphique, les formes deviennent souples, douces, soyeuses.

Dépourvu de lignes droites ou de culs de sac, le centre aspire à offrir au client un maximum de liberté dans ses mouvements. Les vues générées d'un étage à l'autre contribuent à l'orientation du visiteur. L'apport de lumière naturelle, contribue à l'attractivité du centre et influe sur le bien-être des visiteurs et occupants.

Les architectes étaient heureux de trouver avec le bureau d'ingénieur Greisch et le constructeur Grooven une formidable équipe qui a su traduire leurs dessins et leurs visions en réalité. L'ambition est de créer de la grandeur et de l'ouverture en générant des espaces amples. Pour atteindre ces objectifs, cinq verrières sont installées tout au long du parcours. Leur dessin et leur structure filigrane permettent d'instaurer des moments de respiration.

Ces verrières, dont la somme des superficies atteint 2900m<sup>2</sup>, suivent la forme du Mail situé en-dessous. Leur forme variable et en trois dimensions rappelle les paysages vallonnés caractéristiques du Luxembourg. Elles créent un ensemble paysager qui séquence la toiture du Centre Commercial, visible depuis les tours de logement adjacentes.

La lumière naturelle pénètre jusqu'à l'étage de l'hypermarché qui est mi-enterré. En ponctuant le parcours, elles permettent à tout moment de la journée de vivre avec les saisons. Ainsi, le visiteur et les personnes travaillant sur place bénéficient de vues lointaines et de belles perspectives d'une verrière vers l'autre. En journée, suivant l'ensoleillement, les jeux de lumière intérieure confèrent différentes ambiances. De nuit, elles animent également la vision de la toiture.

D'un point de vue technique, deux types de structures se dégagent. Trois des verrières fonctionnent en gridshell. Afin de favoriser les efforts normaux dans les éléments et limiter les efforts de flexion (et donc l'inertie des éléments métalliques) et d'assurer la légèreté structurelle et esthétique de l'ensemble, la poutre de ceinture est raidie. Ce choix permet de limiter les efforts transmis aux remontées béton qui supportent l'ensemble.

Les deux verrières restantes, plus allongées, ont un fonctionnement mixte avec une partie centrale fonctionnant en arc et des extrémités fonctionnant

en gridshell. Toujours dans un souci de limiter les efforts transmis au béton, un minimum de tirants discrets ont été ajoutés dans la partie centrale afin de relier les rives entre elles et de conserver les sections légères des profilés.

Pour faciliter le montage, des assemblages boulonnés ont été imaginés. Ceux-ci sont cachés et ne sont plus visibles en phase définitive. Chaque nœud est étudié individuellement au moyen d'une recherche paramétrique afin d'éviter les interférences entre les barres et assurer la finesse visuelle de l'accrochage des éléments entre eux.

L'acier utilisé –plus de 110 tonnes au total– est de type S355. Les profilés tubulaires pour les arcs sont de dimension 160x80x4. Les tubes de rives ont un diamètre variant selon les verrières entre 219x12,5 et 323x16.

En milieu de parcours en venant depuis l'entrée principal, le visiteur rencontre une place, couverte par une verrière, qui sert de plateforme à différents événements.

La déambulation dans le centre est ponctuée du point de vue architectural, par une série d'ambiances, d'espaces, qu'on appellera des kiosques. Ces derniers changeront au fur et à mesure au gré de la vie du centre, des saisons, et des besoins et ne font pas partie de la conception des architectes.

Ce sont les vitrines des divers preneurs, qui façonnent l'univers spécifique du Centre Cloche d'or. Il n'y a pas de limites, ni dans le choix des matériaux, pour autant qu'ils soient conformes aux normes à respecter, ni de contraintes dans le choix des couleurs.

#### Tours de logements

Habiter une tour de logement, posée sur un socle commercial est un cadre de vie, qui se distingue par rapport à la situation d'une résidence conventionnelle. Dans ce contexte, de nouvelles perspectives s'offrent aux futurs habitants. La proximité immédiate des commerces, le rattachement à un espace 'wellness', un centre médical et des vues diverses sur la Ville et ses environs, marquent l'intérêt de ce projet.

Mettre l'habitant au centre des réflexions, est un point majeur qui a guidé la conception des deux tours de logement et surtout des agencements intérieurs. Les hauteurs des allèges en-dessous des fenêtres ont été pensées avec le même soin, à savoir, éviter le vertige, générer de l'intimité, et favoriser les vues lointaines.

Qui dit habiter, ...dit vivre, manger, dormir, travailler mais également entretenir, ce qui constitue dans la vie du projet,



© Palladium Photodesign GBR

largement au-delà de sa réalisation, un des facteurs primordiaux de satisfaction. Cette donnée nous a guidé dans le choix des matériaux pour les façades, en utilisant un revêtement en granit de teinte noire, matériau noble, robuste et intemporel.

La proportion entre plein et vide, la transition entre intérieur et extérieur, la dimension des fenêtres, et le choix de la géométrie des loggias ont été dessinés et redessinés afin de trouver le bon équilibre.

Le choix des couleurs et des matérialités a été fait par rapport à l'ensemble du bâtiment y inclus le socle commercial.

Un fil rouge a guidé nos choix depuis le début du projet, créer un ensemble cohérent tout en démarquant la partie de logements par rapport au centre commercial.

L'or revêt les sous-faces des loggias. Vu depuis le boulevard, dû à l'effet de perspective, les tours deviennent de plus en plus légères vers le ciel. La couleur or prend le dessus sur le noir de la pierre. Les trois derniers étages constituent une sorte de couronnement des tours. De facture architecturale différente, ils affichent une expression plus légère. A l'intérieur, les appartements sont généreux et bien proportionnés et peuvent être fusionnés afin de répondre aux besoins des clients et s'adapter à leur demande. Certaines unités permettent même de réaliser une deuxième entrée, qui pourrait ensuite devenir une entité à part. Ces niveaux se distinguent des autres étages par la taille des loggias, qui sont plus grandes et amplifient la perception de l'espace. Ils disposent tous de grandes baies vitrées vers l'extérieur.

### Espace wellness

Un étage de transition est dédié à un espace de bien-être. Ce dernier bénéficie d'une situation exceptionnelle, car il se situe juste au-dessus du centre commercial et profite de belles vues sur les verrières de ce dernier. Dans de nombreux projets, les espaces 'wellness' sont enfouis dans les sous-sols et occupent des espaces moins nobles alors qu'à Cloche d'Or, la volonté de notre maître d'ouvrage était de prévoir un espace de grande qualité et baigné de lumière naturelle.

Une piscine traverse le volume et dispose de plages extérieures. L'espace 'wellness' est formé par un parcours, qui est caractérisé par des formes non angulaires, faisant écho aux formes des grandes verrières couvrant le centre

commercial. Un hammam, un sauna et un espace fitness, complètent l'offre.

### Technique

Du point de vue technique, le projet a été conçu par Sitlux.

Le Centre Commercial Cloche d'Or est certifié BREEAM Excellent. Cette certification est le gage du respect de nombreux critères: management, santé et bien-être, énergie, transport, eau, matériaux, déchets, occupation des sols, écologie, pollution, etc.... Aussi, l'emploi de technologies particulièrement intelligentes et innovantes permet également d'obtenir des points supplémentaires nécessaires pour atteindre le niveau Excellent recherché. Son obtention prouve que Cloche d'Or répond aux normes environnementales les plus exigeantes actuellement en vigueur et salue les qualités techniques, écologiques, économiques, socio-culturelles et fonctionnelles du projet dans sa globalité.

\_La sécurité incendie est assurée par un système de désenfumage dit maillé, qui reste une innovation encore peu répandue et qui a pour principal avantage la réduction drastique des installations mises en œuvre et une redondance de l'ensemble pour assurer une sécurité des personnes maximale par la mise en place de 6 extracteurs spécifiques dispatchés symétriquement sur la boucle maillée et donc commune à toutes les zones.

\_Récupération des eaux de pluie alimentant, les systèmes d'arrosage des toitures, etc....

\_Le système de climatisation est assuré par 3 machines frigorifiques à hautes performances et faible impact environnemental (fluide de 4<sup>ème</sup> génération HFO 1234ze). Les compresseurs de ces machines sont à sustentation magnétique (sans frottements) et sans huile. La climatisation du centre est mutualisée, ce qui minimise le nombre de groupe de production nécessaire.

\_La zone Food Court et ces 17 restaurants sont équipés de matériel à haute technologie garantissant une performance énergétique, une sécurité, une qualité de l'Environnement Intérieur (QEI) et un contrôle des émissions: hottes de cuisson individuelles à compensation avec système d'extinction automatique et de lavage intégré, récupération d'énergie et filtration des rejets par système de batteries et de filtrations élevées.





© Palladium Photodesign GBR

Le système d'évacuation des calories des restaurants et boutiques par boucle hydraulique serpentant le Centre Commercial et raccordée sur des aéroréfrigérants en toiture: pas de système de production frigorifique supplémentaire.

Le chauffage du site est assuré par un raccordement sur le réseau urbain via la nouvelle centrale de cogénération de la zone de Gasperich fonctionnant au combustible renouvelable. Cette solution a l'avantage principal de proposer une économie importante d'émission de CO<sup>2</sup> et une valorisation de la chaleur produite par l'incinération de déchets du Sidor situé à Leudelange: le concept d'approvisionnement en chaleur grâce à l'utilisation de la chaleur de l'usine d'incinération du Sidor est un concept rationnel d'utilisation de l'énergie disponible.

### Structure

La trame constructive de 16m20 x 8m10 appelle à l'utilisation de la préfabrication de la majorité des éléments structurels en béton.

Le parking s'articule autour de 3 rampes hélicoïdales réalisées en prédalles appuyées sur des voiles circulaires coulés en place. L'ensemble de la structure des niveaux du parking et du centre commercial a été réalisée en éléments préfabriqués.

La mise en œuvre des hourdis précontraints de 16m de portée combinée à la mise en place de colonnes préfabriquées sur 3 niveaux assemblées par de poutres préfabriquées a permis de réduire considérablement toute la phase du gros œuvre, ce qui était un réel défi compte-tenu du planning imposé.

Les 3 niveaux de galerie commerciale s'articulent autour d'une circulation intérieure couverte par 5 verrières pour un total de 2500m<sup>2</sup>. Les architectes ont réussi le pari de combiner une architecture fluide, lumineuse et agréable avec les contraintes d'une trame régulière conditionnée par la fonctionnalité de 4 niveaux de parking. La trame imposée semble disparaître dans les niveaux dédiés au commerce.

La mise en préfabrication des colonnes de 6m60 entre étage, hauteur nécessaire pour ce type de projet, a été une réelle réussite pour le phasage de mise en œuvre, réduisant les besoins en matériel et en main d'œuvre pour toute la partie gros œuvre.

Le choix de l'utilisation de la préfabrication pour le gros œuvre du projet a été guidé par l'optimisation du planning d'exécution et la réduction des coûts de mise en œuvre, ce qui semble avoir été un choix judicieux au vu du résultat.

La réalisation de ce projet ambitieux a été rendu possible grâce à un travail d'équipe, des divers bureaux et maîtres d'ouvrage.

[www.fabeckarchitectes.lu](http://www.fabeckarchitectes.lu)  
[www.schemelwirtz.lu](http://www.schemelwirtz.lu)

Lauréat du concours international et conception: Fabeck Architectes

Développement et exécution du projet: Fabeck Architectes en association momentanée avec Schemel Wirtz Architectes Associés

Concept d'éclairage: Fabeck Architectes Développement et exécution par Loomm (FR)

Architecture intérieure (Hormis Food Hall): Fabeck Architectes en association momentanée avec Schemel Wirtz Architectes Associés

Concept food hall: Minale Design Strategy - Exécution Fabeck Architectes avec Schemel Wirtz Architectes Associés

Branding, design d'environnement et signalétique: Minale Design Strategy

Conception mobilier et espace visiteurs: Minale Design Strategy; réalisation par Real Shopfitting

Project manager: Ceetrus Luxembourg

Assistance maîtrise d'ouvrage (AMO): Widnell Europe

Assistance technique maîtrise d'ouvrage: Acomox Luxembourg

Bureau de contrôle: Secolux

Sécurité FEU: Tüv Süd Schweiz AG

Ingénieur technique: Sit-lux

Ingénieur statique: SGI Ingénierie (B)

Ingénieur structure verrières: Greisch (B)

Acousticien: Venac (B)

Bureau d'études environnement: Lux environnement

Bureau d'études Breeam: PWC Luxembourg

BIM management: Widnell Europe

Etablissement PPSS: Progroup

Pilotage BIS: EuroTechno

Commercialisation: Ceetrus Luxembourg & PnP Belgium

Tetra Kayser Associés en collaboration avec Foster + Partners ont remporté le concours international Royal Hamilius, un projet à usage mixte dans le cœur de la ville de Luxembourg.



**TETRA KAYSER**  
ASSOCIÉS SA | ARCHITECTES

Luxembourg (L)

## ROYAL-HAMILIUS\_



Royal Hamilius à Luxembourg-Ville se caractérise par l'établissement de liens où l'ancien entre en contact avec le nouveau et où les habitants interagissent avec leur ville. Nous rassemblons tous ces éléments en vue de doter la vieille ville et le site du patrimoine mondial de l'UNESCO d'une porte d'entrée qui réponde aux désirs de la ville.

Cet aménagement à mixité d'usage unique comprend des équipements commerciaux et de loisirs, notamment un grand magasin, un magasin concept et un cinéma – ainsi que des espaces résidentiels et de travail – des bureaux et des logements – intégrés dans le tissu urbain et ancrés dans le contexte environnant. Il constitue une extension à la ville et non un îlot isolé à l'intérieur de celle-ci.

Après avoir analysé en grand détail le site et la ville, nous avons élaboré un vocabulaire architectural directement renseigné par le contexte environnant et qui vient le compléter. Un langage moderne de conception durable et progressiste unifie l'architecture. La qualité des espaces publics fera office de 'colle urbaine' en unissant cette nouvelle partie de la ville et la fusionnant avec l'Hôtel des Postes, mariant harmonieusement le moderne et le classique.

La façon dont un bâtiment établit un contact avec le sol est primordiale: notre approche établit une interface ouverte et transparente avec la ville – nous étendons la notion de 'local urbain' où sont créées de véritables liaisons avec le domaine public. Le principal axe visuel – le long de la



Grand Rue et de l'Avenue Monterey – est maintenu, renforçant l'ADN existant du centre-ville, en reproduisant sa diversité et son caractère dynamique. La rue Aldringen devient une grande rue commerçante animée par des résidences la surmontant, notre approche étant axée sur la manière dont les habitants aspirent à vivre.

Nos espaces publics ont été conçus de façon à être utilisables, fonctionnels et modulables – garantissant ainsi que l'héritage du projet s'enrichisse des besoins évolutifs de la ville. L'Hôtel des Postes assumera une nouvelle signification, sa vue romantique constituant une toile de fond spectaculaire, avec ses abords qui accueilleront une patinoire, des marchés saisonniers, des concerts en plein air et des projections cinématographiques – toutes les expériences que cette ville désire partager.

### Les installations techniques

Le projet Royal-Hamilius est organisé en plusieurs fonctions (bureaux, commerces, logements, parkings)





avec pour chacune leurs installations techniques indépendantes. Le choix et la conception des installations techniques découlent du niveau élevé de performances techniques souhaitées pour le projet, en termes de sécurité, de flexibilité, de confort, de durabilité (BREEAM) et d'économies d'énergie.

Les économies d'énergies du projet sont assurées en respectant les étapes suivantes:

- \_1 Tout d'abord en optimisant l'enveloppe du bâtiment et en mettant en œuvre des mesures passives, afin de réduire les besoins en énergie
- \_2 Ensuite en sélectionnant des équipements techniques à haut rendement, afin de réduire les puissances mises en œuvre
- \_3 Enfin, en utilisant pour chaque système des techniques de régulation intelligente et modernes, afin de limiter la durée de fonctionnement des équipements et donc la consommation d'énergie

Le développement de cette approche a été mené conjointement dans toutes les phases du projet par les ingénieurs du bureau d'études Felgen & Associés Engineering SA en collaboration avec les architectes du projet, afin de garantir l'intégration d'un concept basse énergie.

#### L'innovation pour réduire l'empreinte énergétique

L'innovation a également été mise au service de la réduction de l'empreinte énergétique du projet Royal-Hamilius. L'élément pivot du dispositif de réduction des besoins énergétiques, limitant tout rejet intempestif de CO<sub>2</sub>, est la réalisation d'un labyrinthe thermique. Constitué d'une structure en béton enfouie au dernier sous-sol (au 8<sup>ème</sup> sous-sol), sous le parking public, le labyrinthe thermique permet d'exploiter en été les variations de températures entre la nuit et le jour.

Le béton constituant les parois du labyrinthe thermique emmagasine la nuit des frigorifiques issues de l'air extérieur (plus frais qu'en journée) le traversant (night-cooling). En journée, pendant la période d'occupation du bâtiment, l'air neuf nécessaire pour les centrales de ventilation est pré-refroidi naturellement en traversant le labyrinthe. La température de l'air neuf des centrales de ventilation est alors diminuée de plusieurs degrés. L'inertie thermique du labyrinthe thermique permet donc de limiter de manière très importante les demandes de refroidissement et de production de froid par les machines frigorifiques.

#### L'éclairage naturel et la gestion des apports solaires

Les façades ont fait l'objet d'études et de recherches poussées pour offrir aux occupants un éclairage naturel confortable.

La forme des façades, la disposition des surfaces opaques et des surfaces vitrées ainsi que la mise en œuvre de puits de lumière ont été optimisés de manière à permettre une bonne conception de la lumière du jour et une réduction des apports solaires en été. En effet, dans une démarche de construction durable, l'utilisation intelligente de la lumière du jour assure la qualité du confort visuel et permet en plus de réduire la consommation électrique consacrée à l'éclairage. Cette approche est ici doublement intéressante car elle permet en plus de réduire en été les charges solaires dans les espaces refroidis.

C'est ainsi que les surfaces vitrées des bureaux des étages 1 à 7 sont exclusivement orientées «nord-est» et «nord-ouest», garantissant une lumière du jour constante et non éblouissante pour les occupants.

L'atrium, qui permet de faire pénétrer la lumière naturelle au centre des espaces de bureaux, est équipé de stores au niveau de la verrière en toiture. Ces stores sont commandés automatiquement en fonction du niveau d'ensoleillement extérieur. La sélection de luminaires leds à très haut rendement, combinés avec l'utilisation de détecteurs de présence et de capteurs de lumière naturelle reliés par un bus de gestion de type KNX constituent la solution d'éclairage artificiel.

#### L'intégration des installations techniques

L'ensemble des prises d'air et des rejets d'air nécessaires à la ventilation hygiénique des bâtiments sont réalisés au niveau des toitures. Les centrales de traitement d'air et autres locaux techniques (production de froid, distribution de froid, sous-station de chauffage urbain, locaux sanitaires, sprinkler, etc.) sont intégrés dans les sous-sols du bâtiment.

La qualité architecturale du projet, l'implantation en centre-ville et l'absence d'installations techniques en toiture des bâtiments a nécessité de rassembler l'ensemble des locaux techniques en sous-sol, dans des zones spécialement dédiées pour faciliter les accès et les opérations de maintenance et d'entretien.

La distribution des réseaux techniques (électricité, ventilation, fluides, sprinkler) vers les différentes zones commerciales et vers les espaces de bureaux sont réalisées depuis les locaux



techniques en sous-sol par des gaines verticales disposées dans les zones communes. Etant donné l'étendue du site, le projet dispose également de plusieurs postes de transformation électrique privés d'une puissance totale de 3600kVA, hors logements. Les différents postes sont disposés au sous-sol du bâtiment et sont accessibles par la voie dédiée.

#### **Le chauffage**

L'énergie calorifique nécessaire au chauffage des bâtiments est distribuée à partir du réseau de chauffage urbain de la Ville de Luxembourg. Chaque fonction dispose de sa propre sous-station de raccordement avec compteur d'énergie.

Cette technique de production de chaleur (cogénération centralisée), combinée sur site à l'utilisation de pompes et circulateurs à vitesses variables pour la distribution dans les réseaux de chauffage des bâtiments a permis de s'inscrire facilement dans une démarche de réduction de l'empreinte carbone.

#### **La production de froid**

La production de froid est assurée par des machines à coefficient de performance élevé, associées à des tours de refroidissement permettant un mode de fonctionnement

en free-chilling (by-pass des machines frigorifiques) dès que la température extérieure et les besoins le permettent. Le tout est géré par une installation de régulation avec gestion technique centralisée du bâtiment. Pour des raisons de sécurité et de continuité de fonctionnement en cas de panne, les machines de production de froid des surfaces commerciales et des bureaux sont séparées physiquement.

Une boucle de distribution d'eau froide a été réalisée au 1er sous-sol du bâtiment, dans les zones communes, afin d'alimenter de manière sécurisée au travers d'un échangeur les équipements terminaux mis en place par les différents occupants des surfaces commerciales. Les bureaux sont refroidis par la mise en œuvre d'un faux-plafond métalliques, actif et réversible (assurant également le chauffage).

#### **La ventilation hygiénique**

Les différents bâtiments sont équipés d'installations de ventilation avec récupération de chaleur à haut rendement. Les centrales de traitement d'air sont équipées d'un récupérateur à roue.

Un autre élément important du système de ventilation est la diminution de la puissance des ventilateurs. Ceci est réalisé en optimisant le tracé des gaines, en diminuant les pertes de charges dans les réseaux et en favorisant des sections plus larges. L'utilisation de variateurs de fréquence permet également de diminuer encore la consommation d'énergie électrique.

#### **Les installations techniques de sécurité incendie**

Outre le fait que l'ensemble du projet est équipé d'une installation de détection incendie, avec détecteurs automatiques, boutons poussoirs manuels et sirènes, les parkings et les grandes surfaces commerciales sont équipées d'une installation d'extinction automatique (sprinkler).

Les grandes surfaces commerciales et l'atrium des espaces de bureaux sont également dotées d'une installation de désenfumage à fonctionnement automatique. L'évacuation des fumées s'effectue en toute sécurité en toiture des bâtiments par un ensemble de ventilateurs de désenfumage, spécialement conçus pour résister aux températures élevées des fumées d'incendie.

Les entrées d'air de compensation et les réseaux d'extraction sont calculés pour maintenir la couche





de fumée au-dessus d'une hauteur limite qui permet l'évacuation des personnes en toute sécurité et l'intervention des services d'incendie.

L'ensemble des entités sont également desservies par un ascenseur «pompiers».

Tous les chemins d'évacuation sont équipés d'un système d'éclairage de sécurité à leds, disposés conformément aux normes en vigueur. Tous les blocs autonomes sont reliés à un système de contrôle et de gestion afin de faciliter les opérations de maintenance et d'entretien.

Trois groupes électrogènes de sécurité, d'une puissance unitaire de 500kVA chacun, sont également prévus pour garantir une alimentation électrique secourue pour les parkings, les grandes surfaces commerciales et les espaces de bureaux, ceci en cas de panne du réseau électrique normal.

#### **Les moyens de levage**

La surface dédiée aux Galeries Lafayette est dotée d'une dizaine d'escalators installés dans la zone centrale constituant l'atrium. La surface dédiée à la Fnac est également dotée de deux escalators. Dans un souci d'économie d'énergie, tous les escalators sont équipés des dernières technologies de gestion.

Le projet est par ailleurs équipé d'une vingtaine d'ascenseurs et de monte-charges. La disposition et les dimensions ont été déterminées par calculs de trafic d'ascenseurs. Ils sont tous pourvus d'un système de récupération d'énergie électrique au freinage, réduisant ainsi les frais de consommation. Ils sont également équipés des dernières technologies conformément aux recommandations BREEAM.

[www.felgen-lu.eu](http://www.felgen-lu.eu)  
[www.tetra.lu](http://www.tetra.lu)



Belvedere Architecture S.A. ist Mitglied der OAI und eingetragen als Büro für Architektur- und Städtebau. Als verantwortlicher Projektmanager begleitete Belvedere das Projekt „BEAUBOURG“ von der Projektakquise bis zur im September 2018 erfolgten Fertigstellung.

**BELVEDERE**  
ARCHITECTURE

«Beaubourg» Bertrange (L)

## PROJEKTMANAGEMENT UND BAUTEAM ALS ERFOLGSFAKTOREN

Belvedere Architecture S.A., Patrick Meyer [Dipl.-Ing. Architekt], Joachim Engstler [Dipl.-Ing. Architekt], Julien Roy [Architecte D.E.A.]



\_Beaubourg Atrium Frontansicht

© Belvedere Architecture



\_Beaubourg Terrasse

© Belvedere Architecture

Mit seiner Gebäudeform und der kupferfarbenen schimmernden Metallfassade tritt «Beaubourg» gegenüber der in seinem Umfeld eher nüchternen Architektursprache deutlich in Erscheinung. Der Büroneubau wurde im Mai 2019 von seinem heutigen Nutzer in Betrieb genommen. Die termingerechte Übergabe des Projekts konnte dank bewusst gewählter Steuerungsmaßnahmen erfolgreich sichergestellt werden.

### Projektmanagement in der Planungsphase

In einer ersten Optimierungsphase konnte das Projektmanagement-Team von Belvedere, welches sich aus mehreren Architekten mit langjähriger Berufserfahrung in der Planung als auch in der Realisierung von Bauprojekten zusammensetzt, gemeinsam mit dem Planungsteam das Projekt im Hinblick auf die energetischen Anforderungen, die Raumeffizienz sowie die Qualitäten optimieren. Es gelang, mehr als 800m<sup>2</sup> an wertvoller vermietbarer Fläche gegenüber der ursprünglichen Planung bei Ankauf für den Bauherrn zu generieren.

Nach Erhalt der notwendigen Genehmigungen wurde das Objekt an die Bedürfnisse des heutigen Mieters angepasst. Bei der Zusammenstellung des Realisierungs-Teams organisierte Belvedere für den Bauherrn die Ausschreibung der zu vergebenden Leistungen, die Evaluation der Kandidaten sowie die Gestaltung der Verträge, welche in Zusammenarbeit mit den unterstützenden Anwälten erstellt wurden. Nach Erhalt der Genehmigungen für

die angepasste Planung wurde zur Verwirklichung des Projektes ein Bauteam zusammengestellt.

### Projektmanagement in der Realisierungsphase

In der beratenden und begleitenden Funktion als Projektmanager überwachte Belvedere Architecture in enger Zusammenarbeit mit dem Projektleiter des Generalunternehmers, den Planungsbeteiligten und dem Projekteigner den Fortschritt des Bauvorhabens, um sicherzustellen, dass das Budget, die Termine und die Qualität der Arbeiten eingehalten werden. Ganzheitliches und lösungsorientiertes Vorgehen sowie eine neutrale, unabhängige Position der Projektmanager waren hierbei von entscheidender Bedeutung. Die Aufgabe von Belvedere bestand darin, die Prozesse zu strukturieren und zu steuern. Weiterhin gehörte zu den Aufgaben der Projektmanager, Entscheidungen für den Bauherrn vorzubereiten, ihm hierbei verschiedene Optionen aufzuzeigen und ihn in seiner Entscheidungsfindung zu begleiten.

### BAUTEAM als Partnerschaftsmodell

Um die Zusammenarbeit des Projektteams bei der Verwirklichung von Beaubourg weiter zu optimieren und die Bauzeit sowie die Kosten zu begrenzen, hat Belvedere das Kooperationsmodell „Bauteam“ vorgeschlagen. Und dies nicht nur zum Vorteil des Kunden, sondern aller Projektbeteiligten.

Zumeist wird das Planen und Bauen, vor



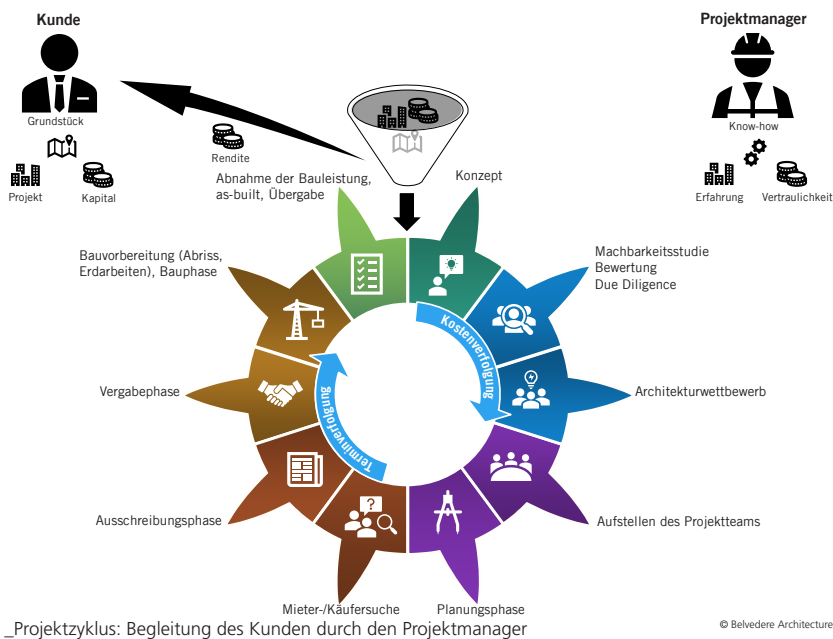






\_Beaubourg Luftaufnahme 08.2018

© Soludec



\_Projektzyklus: Begleitung des Kunden durch den Projektmanager

© Belvedere Architecture



\_Beaubourg Innenansicht Passage

© Belvedere Architecture

allein im öffentlichen Sektor, getrennt. Dieses traditionell konfrontative Verhältnis ist geprägt von Informationsverlust, mangelnder Abstimmung und birgt daher ein entsprechendes Konfliktpotential. Wird Planen und Bauen dagegen als partnerschaftlicher Prozess mit der gemeinsamen Zielvorstellung von kostensparender und qualitativ hochwertiger Architektur betrachtet, kann schneller und kosteneffizienter gebaut werden. Ziel ist hierbei die frühzeitige Zusammenarbeit aller Projektbeteiligten und das Einbringen der Kompetenz der Bauindustrie bereits in der Planungsphase. Damit sich bei einem Projekt die Beteiligten auf Augenhöhe bewegen, ist über den technischen Prozess hinaus gerade auch der soziale bzw. interaktive Prozess entscheidend. Daraus resultieren gewerkeübergreifende Optimierungspotenziale, was nicht nur zu einer Kostenreduktion, sondern auch frühzeitig zu einer hohen Kosten- und Planungssicherheit führt. Ein ungestörter Bauablauf bedeutet für alle Beteiligten mehr Rentabilität. Beim Bauteam-Modell verändert sich auch die Kultur des Ausschreibungs- und Vergabewesens. Eine Kostensicherheit von rund 95% ist bereits in der Entwurfsplanung gewährleistet, so dass Nachträge kaum zu erwarten sind.

Im Falle von «Beaubourg» haben sich zum Zeitpunkt der APD Phase der Bauherr, der Architekt, der Projektmanager, das Statikbüro sowie der Generalunternehmer vertraglich als Bauteam verpflichtet. Auf Basis des festgestellten Gesamtbudgets verpflichteten sich alle Mitglieder des Bauteams vertraglich, den Kostenrahmen bei gleichzeitig hohen Qualitätsstandards einzuhalten.

Ebenso definierten die Akteure vertraglich einen Verteilungsschlüssel für einen eventuellen «Überschuss» zum Zeitpunkt der Übergabe des Gebäudes. Hierdurch wurden im Bauteam die Voraussetzungen für eine klassische Win-win-Situation sowie die Motivation für eine transparente partnerschaftliche Zusammenarbeit mit dem Ziel der Kosten- und Zeitersparnis geschaffen.

Auslöser für die Bildung des Bauteams war der Wunsch des Bauherrn, möglichst schnell mit den Bauarbeiten zu beginnen. Nachdem der GU dem Bauherrn einen Maximalpreis garantiert und technische Lösungen mit Gewinnpotential vorgeschlagen hatte, wurde er bei der Finalisierung der Planung des Projektes durch den Architekten und die Fachplaner begleitet. Parallel hierzu konnten bereits die Rohbauarbeiten gestartet werden.





\_Beaubourg Frontansicht nach Fertigstellung

© Belvedere Architecture



\_Beaubourg Rendering vor Baubeginn

© Belvedere Architecture



\_Beaubourg Innenansicht Treppe

© Belvedere Architecture

Die Einschaltung von Belvedere Architecture als Projektmanager sorgte dafür, dass eine reibungslose Kommunikation und schnelle Entscheidungen gewährleistet werden konnten. Dies sowie das gegenseitige Vertrauen der Bauteam-Beteiligten und der rasche Baubeginn trugen positiv zum Projekterfolg bei.

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

#### Fact Sheet

Fläche: ca. 9.500m<sup>2</sup> Bruttofläche (oberirdisch)  
 Parkplätze: 334 (Untergeschosse und Außenbereich)  
 Geschosse: 3 Untergeschosse + 4 Obergeschosse

#### Projektmerkmale

Hochwertige Architektur, Panoramaaufzüge,  
 Belegung > 600 Mitarbeiter, Lastenaufzug, Maximale Flexibilität,  
 Raster von 1,35m, Doppelboden und abgehängte Decken,  
 Lichte Raumhöhe Obergeschoss: 2,70m,  
 Sprinkleranlage Unter- und Obergeschosse,  
 Lichte Raumhöhe Erdgeschoss: 2,90m, Zugangskontrolle

#### Projektbeteiligte

Architekt Entwurf: Marc Gubbini Architectes S.A.,  
 Thierry Linster et Ivan Stupar Architectes Sàrl  
 Architekt Ausführung: Architecture et Environnement S.A.  
 Projekt Manager: Belvedere Architecture S.A.  
 Generalunternehmer: SOLUDEC S.A.  
 Statik: B.E.S.T. Ingénieurs-Conseils Sàrl  
 Haustechnik: Jean Schmit Engineering Sàrl  
 Technischer Berater: BV Real Estate S.A.  
 Kontrollbüro: Luxcontrol S.A.  
 Commodo/Incommodo: Energie et Environnement S.A.  
 Bream-Zertifizierung: SECOLUX  
 Akustische Beratung: Betavi Ingénieurs-Conseils

La loi du 18 avril 2013 a donné lieu à la création du nouveau bâtiment de la Bibliothèque nationale, un projet innovateur et durable en matière d'efficacité énergétique et de techniques durables. Le projet se caractérise par son caractère complexe, ambitieux, généreux et tourné vers la diversité de notre société multiculturelle. La bibliothèque a ouvert ses portes au public le 1er octobre 2019.

Kirchberg (L)

## UN BÂTIMENT DURABLE

Jean Leyder, Directeur de l'Administration des bâtiments publics



© Christian Richters Photography

Sans vouloir approfondir les différentes étapes de la naissance à la réalisation d'un projet, qui est un processus «naturel» inscrit dans le métier de l'architecte, il importe de souligner les qualités de la nouvelle Bibliothèque qui s'inscrivent dans la stratégie de l'Administration des bâtiments publics depuis une bonne décennie se basant sur des concepts novateurs tenant compte de l'évolution des technologies et de la nécessité de construire durablement en créant des bâtiments «low-tech» en terme d'efficacité énergétique et de confort.

Les objectifs qualitatifs à la base du projet visent la conception d'un bâtiment durablement fonctionnel, attractif, de haute qualité, et présentant une grande flexibilité qui devra se distinguer par une exploitation simple et naturelle. Il a été répondu à ce défi par la recherche de solutions innovantes quant aux choix architecturaux et techniques en vue d'aboutir à un projet de conception efficace. L'approche globale et de développement durable a préféré les solutions constructives passives aux solutions techniques dans l'esprit de réduire les coûts d'énergie, d'entretien et de maintenance tout en garantissant un confort optimal.

L'idée de l'économie circulaire a été transposée partiellement au niveau des murs de gabions par la récupération du grès de Luxembourg excavé au moment du terrassement. Au cours de la construction, un parc pour tri des déchets était installé permettant d'éviter la pollution du sol, de l'air, de

la nappe phréatique et pour pouvoir au mieux recycler les déchets par la suite. Cette idée est encore transposée dans l'aménagement extérieur écologique notamment grâce à la présence du bassin de rétention des eaux pluviales et de la plantation d'arbres locaux.

En ce qui concerne la fonctionnalité et le confort du bâtiment, les concepteurs ont réfléchi et disposé les différentes zones de sorte à assurer une utilisation facile et ergonomique du bâtiment. Les architectes ont tenu compte de la réglementation nationale en matière d'accessibilité, dès l'entrée à la Bibliothèque qui se fait de plain-pied en renonçant aux escaliers, parfois considérés comme moyen d'expression d'ascension ou de quête d'un lieu. Le bâtiment est équipé aux endroits névralgiques de passerelles, de rampes et d'ascenseurs afin de pouvoir facilement gagner les différentes parties. La qualité des espaces se traduit grâce à une bonne et intelligente planification afin de gérer au mieux la consommation d'énergie et d'éclairage. La qualité d'un air neuf, non-pollué est garantie par l'équipement technique performant. Les grandes baies au triple vitrage sont équipées de protections solaires performantes. Les ouvertures zénithales sont orientées au nord, évitant ainsi des lieux surchauffés en été. L'éclairage zénithal permet aussi de pouvoir au mieux offrir les conditions appropriées d'éclairage naturel. L'acoustique de ce lieu ouvert est maîtrisée par la présence des briques acoustiques et des micro perforations au niveau des menuiseries des étagères, des panneaux muraux ou encore du revêtement du plafond.

Jean Leyder, Un bâtiment public novateur au Kirchberg. Bibliothèque nationale du Luxembourg, éd. Ministère de la Mobilité et des Travaux publics, 2019







Dans le contexte des réalisations de bâtiments par l'Etat, c'est l'Administration des bâtiments publics qui assiste le Ministère de la Mobilité et des Travaux publics en représentation du Gouvernement en tant que maître d'ouvrage et qui agit en tant que bon père de famille dans l'exercice de sa mission. Il assure le rôle du «project manager» qui est primordial pour tout projet de construction.



LE GOUVERNEMENT  
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG  
Ministère de la Mobilité  
et des Travaux publics  
Administration des bâtiments publics

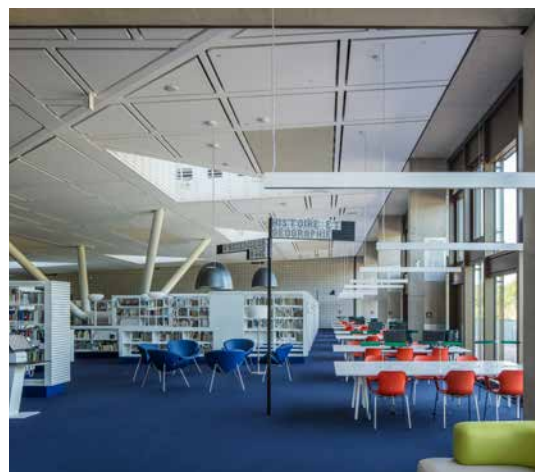
Kirchberg (L)

## GÉRER LE PROJET

Thierry Hirtz, Architecte, Administration des bâtiments publics



© Christian Richters Photography



© Christian Richters Photography

Le projet relatif au nouveau bâtiment pour la Bibliothèque nationale a constitué un défi majeur à tous les niveaux en commençant par une programmation détaillée en vue de définir clairement les objectifs fonctionnels du bâtiment à concevoir.

A la suite du concours d'architectes en 2003, il incombait à l'administration de compléter l'équipe de projet pour créer les bases organisationnelles d'un processus de planification efficient et intégratif adapté à la complexité de l'opération. Un projet d'une telle envergure et complexité nécessite à la fois l'expérience d'un maître d'ouvrage averti ainsi que les compétences affirmées des bureaux d'études luxembourgeois ayant une bonne connaissance des réglementations nationales en vigueur. Une équipe de collaborateurs engagés autour du chef de projet et l'échange permanent et fructueux avec l'utilisateur et la maîtrise d'oeuvre constituent des éléments indispensables pour une telle opération et a permis de bien cerner et structurer le projet.

Les bureaux mandatés étaient ensuite chargés de développer un projet avec l'objectif de marier au mieux les objectifs fonctionnels du programme de construction avec les objectifs d'une construction durable définis par l'Administration des bâtiments publics. Dans cette configuration le chef de projet est celui du modérateur et du médiateur entre l'utilisateur et la maîtrise d'oeuvre d'une part, mais également celui de guide et facilitateur

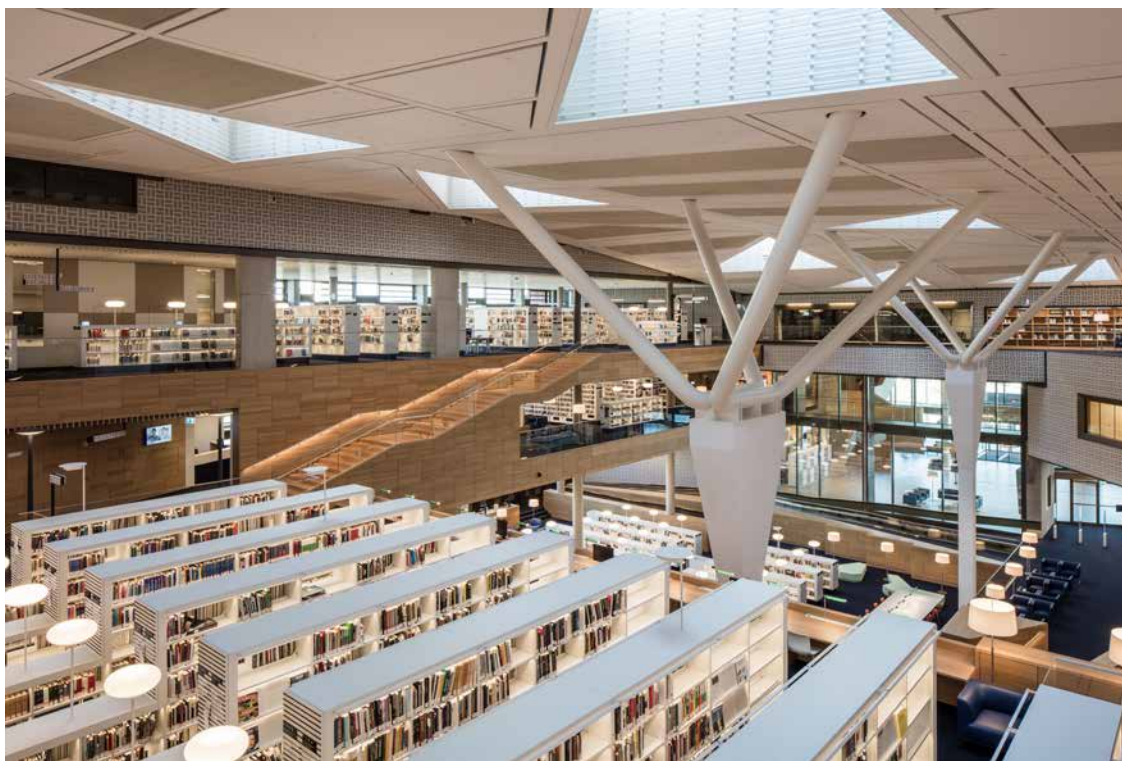
qui gère les échanges avec les autorités afin de préparer l'octroi des autorisations requises et de créer une atmosphère rassurante et propice pour encadrer les concepteurs dans leurs démarches ce qui a notamment été le cas pour trouver une solution consensuelle pour assurer la sécurité des personnes et des documents.

De par sa position, le représentant du maître d'ouvrage dispose de la connaissance la plus complète des relations et interdépendances du projet. Ainsi il assure un suivi global et rigoureux des travaux de planification des architectes, ingénieurs et experts en appliquant une analyse critique constante des solutions proposées au courant des études. De plus la suggestion de pistes alternatives a permis d'optimiser continuellement la conception en veillant à une planification intégrée et complète dans le respect des interactions entre les volets architecturaux et techniques et ceci en concordance avec les objectifs en assurant leur cohérence globale.

Cette collaboration étroite entre toutes les parties et dans le respect réciproque était indispensable pour établir le projet de loi déposé par le ministre des Travaux publics Monsieur Claude Wiseler en date du 31 décembre 2012. La Loi du 18 avril 2013 votée par la Chambre des Députés a finalement fixé définitivement le cadre budgétaire pour sa réalisation.

Parallèlement à la supervision du développement qualitatif du projet, le maître d'ouvrage est également





© Christian Richters Photography



© Christian Richters Photography

en charge d'assurer la gestion globale des délais et des coûts. A cette fin il importe de mettre en place des instruments adaptés afin de pouvoir garantir à toutes les étapes du processus un contrôle permanent de ces facteurs cruciaux et susceptibles de pouvoir également influencer les choix qualitatifs. La phase de l'exécution comporte une multitude de facteurs influençant le bon déroulement des travaux. Le choix des entreprises est soumis aux procédures relatives à la loi sur les marchés publics. Dans ce contexte la composition des lots mis en soumission a été définie sur base d'une appréciation équilibrée entre les responsabilités combinées et interfaces des différents corps de métier et la mainmise la plus directe sur les entreprises. Ainsi, il a été décidé pour ce projet de regrouper dans une soumission tous les travaux relatifs à l'enveloppe du bâtiment au vu de la haute complexité des interfaces et des objectifs qualitatifs requis.

Vu que le métier de la construction n'est pas une science exacte et se caractérise par des imprévisibilités régulières, notamment lors de l'exécution des travaux, il est indispensable de ne pas se perdre dans la multitude des détails, mais de garder une vue globale et cohérente de l'ensemble. Une vérification constante des solutions choisies a été opérée en échange avec les entreprises exécutantes, notamment moyennant des «mock-up» qui ont permis d'optimiser les finitions, entre autres des éléments de parement de la façade, des stores

extérieurs ou encore des rayonnages dans les salles de lecture. Dans ce contexte il est aussi intéressant de préciser que des suppléments qui s'avèrent parfois nécessaires sont analysés de manière détaillée en évaluant leur utilité et proportionnalité respectives. Les choix définitifs sont faits dans l'esprit d'augmenter la qualité et la durabilité de l'ouvrage tout en respectant les budgets alloués.

Toujours à l'écoute des différents intervenants, les collaborateurs de l'administration ont structuré l'avancement du projet avec une position ferme et déterminée, mais au respect des sensibilités de toutes les parties impliquées et ont pris les décisions nécessaires en essayant de créer une plus-value collective. L'échange étroit et régulier entre le maître d'ouvrage, l'utilisateur et la maîtrise d'oeuvre a finalement permis d'atteindre les objectifs fixés tant au niveau de la qualité, du budget et du planning.

Thierry Hirtz, Gérer le projet. Bibliothèque nationale du Luxembourg, éd. Ministère de la Mobilité et des Travaux publics, 2019

[www.abp.gouvernement.lu](http://www.abp.gouvernement.lu)

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

La publication peut être téléchargée sous le lien:

[https://travaux.public.lu/fr/publications/brochures/Bibliotheque\\_nationale\\_du\\_Luxembourg.html](https://travaux.public.lu/fr/publications/brochures/Bibliotheque_nationale_du_Luxembourg.html)

respectivement un exemplaire du livre peut être retiré à l'Administration des bâtiments publics, 10, rue du St-Esprit, L-1475 Luxembourg

Die Firma Steffen-Holzbau, mit Sitz in Grevenmacher auf dem Potaschberg beschäftigt heute rund 120 Mitarbeiter. Aufgrund der stets steigenden Mitarbeiterzahl wurden größere Büroflächen benötigt. Daneben entstand der Gedanke ein Ärztezentrum in der Nähe des Aktiva Bewegungs- & Gesundheitszentrums zu bauen. Durch die enge Verbundenheit von Steffen Holzbau zur Aktiva und dem Centre Medical Potaschberg wurde ein neues Gebäude geplant, indem sowohl die Büros von Steffen Holzbau, als auch das Ärztezentrum Platz haben. Bei der baulichen Umsetzung war es zudem wichtig ausreichend Parkplätze zur Verfügung zu stellen. Diese wurden in Form einer Tiefgarage realisiert und waren bestimmend für das Gebäuderaster.

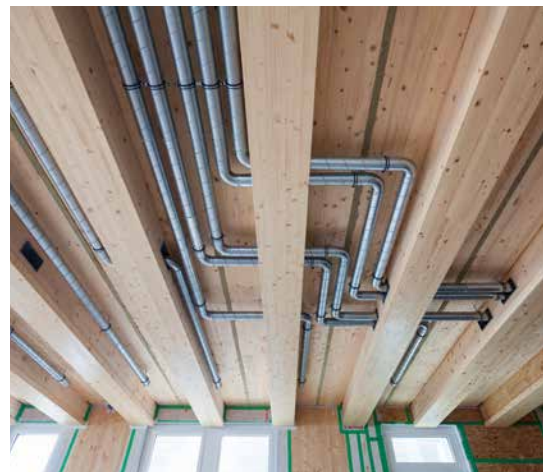


Grevenmacher (L)

## VORGESPANNTER HOLZ-BETON-VERBUNDTRÄGER FÜR WEITGESPANNTE DECKEN UND DÄCHER



© Steffen Holzbau



© Steffen Holzbau

Die heutigen Anforderungen an den mehrgeschossigen Hochbau sind kurze Bauzeiten durch hohen Vorfertigungsgrad, eine möglichst freie Grundrissgestaltung durch weitgespannte Deckenkonstruktionen, der ressourcenschonende Einsatz von ökologischen Baumaterialien und die Demontierbarkeit nach Ablauf der Nutzungsdauer. Daneben nimmt der Stellenwert des Klimaschutzes stetig zu. Holzbauweisen bieten die Möglichkeit unmittelbar CO<sup>2</sup> einzusparen und mit nachwachsenden Rohstoffen zu arbeiten (1cbm verbautes Holz speichert ca. 1 Tonne CO<sup>2</sup>).

Als Baumaterial besitzt Holz, wie Beton und Stahl sowohl Stärken als auch Schwächen. Die Kombination der Werkstoffe unter Ausnutzung der baustoffspezifischen Vorteile führt zu einer deutlichen Verbesserung der Eigenschaften. Daraus resultierend entwickelte Steffen-Holzbau einen neuen Holz-Beton-Verbundträger. Bei der Entwicklung des Trägers standen vor allem die Realisierung von größeren Spannweiten, eine hohe Feuerbeständigkeit (R90) und die Integration der Gebäudetechnik innerhalb des Trägerquerschnitts im Vordergrund.

Die standardmäßig im Bauwesen eingesetzten Baustoffe wie Holz, Stahl oder Beton, finden bei wirtschaftlichem Einsatz ihre Anwendung in der Tragstruktur bis zu 8m Spannweite. Werden die Anforderungen an die Spannweite größer, wird der Materialeinsatz bei konventionellen Systemen unwirtschaftlich hoch. Hier bietet der neue Holz-

Beton-Verbundträger mit einer Spannweite von 8m bis zu 14m eine innovative und wirtschaftliche Lösung. Der neuartige Träger vereint die spezifischen Vorteile der eingesetzten Materialien, um die Anforderungen an die Geschossdecken zu realisieren. Der Verbundträger kombiniert die Baustoffe Holz, Stahlbeton und Spannstahl.

Die Holzbauteile berücksichtigen die Aspekte der Nachhaltigkeit und besitzen unter anderem den Vorteil eines geringen Eigengewichtes. Der Stahlbeton-Kern wirkt sich aufgrund der hohen Steifigkeit positiv auf das Schwingungsverhalten aus und verbessert darüber hinaus den Bauteilwiderstand im Brandfall. Durch die Vorspannung kann eine Überhöhung des Bauteils gezielt eingestellt und somit die Durchbiegung reduziert werden. Somit sind die Anforderungen an Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit der Decke mit einer geringen statischen Höhe erreichbar.

Die verwendete Vorspannung ermöglicht auch bei Spannweiten von 8-14 Metern die Einhaltung der geforderten Durchbiegungen unter Einhaltung wirtschaftlicher Bauteilhöhen. Die großen Spannweiten ermöglichen die Weiterleitung der Lasten auf die Außenwände, wodurch die Anzahl tragender Bauteile reduziert werden kann. Die Forderung nach kurzen Bauzeiten wird durch die Vorfertigung einzelner Module sowie durch die stützenfreie Montage erreicht.





© Steffen Holzbau



© Steffen Holzbau



© Steffen Holzbau

In Zusammenarbeit mit der Hochschule Trier und der RWTH Aachen wurde das neuartige Verbundsystem bereits in mehreren statischen und dynamischen Versuchen getestet. Der Träger lieferte sowohl im Bereich der Gebrauchstauglichkeit als auch für die Tragfähigkeit überzeugende Ergebnisse.

Eine Durchbiegung kleiner L/500 kann auch bei Spannweiten von über 8 Metern wirtschaftlich erreicht werden. Um die Maximalbelastung des Trägers zu ermitteln, wurde durch 4-Pkt.-Biegversuche, bei 9,4 Metern Spannweite eine Bruchlast von 600kN ermittelt. Dies entspricht fast dem 8-fachen der geforderten Tragfähigkeit. Die Anforderungen werden also weit übertroffen.

Die Vorteile auf einen Blick:

- \_Spannweiten von bis zu 14m
- \_Entkopplung von statischer Höhe und Materialverbrauch
- \_hohe Steifigkeit durch Betonsteg mit Bewehrung
- \_kurze Bauzeit, da keine Trocknungszeiten oder Montageverzug
- \_Integration der technischen Gebäudeausstattung innerhalb des Trägers (längs & quer)
- \_technische Gebäudeausstattung innerhalb der Nutzungseinheit zwecks Wartung erreichbar
- \_Kostenreduzierung bei Betrachtung des Gesamtsystems
- \_Demontierbarkeit
- \_Brandanforderung REI 90 ohne Beplankung

- \_Planungsfreiheit für Realisierung eines Staffelgeschosses auf Deckensystem
- \_extrem hohe Tragfähigkeit

Fazit: Weitgespannte, flexible Holzbausysteme in R90 erlauben Qualität, Schnelligkeit und Nachhaltigkeit des Holzbaus für die Gebäude der Zukunft wirtschaftlich zu nutzen.

Aus Überzeugung der Leistungsfähigkeit des Trägers, hat sich Steffen-Holzbau dazu entschieden, den neu entwickelten Holz-Beton-Verbundträger in ihrem neuen Bürogebäude und Ärztezentrum erstmalig einzusetzen. Das System erfüllt die Patentfähigkeit und ist beim Patentamt eingereicht.

Diese Neuentwicklung unterstreicht die Innovation der Firma Steffen-Holzbau und Sie haben damit den Innovationspreis in der Kategorie Produkt/ Design gewonnen.

[www.steffen-holzbau.lu](http://www.steffen-holzbau.lu)

Der Holzmodulbau Moutfort von FAT Architects S.à r.l. ist ein dynamisches Projekt mit innovativem Modul-Recycling vom Berg ins Tal in Zusammenarbeit mit dem Schweizer Holzbauunternehmen Blumer-Lehmann AG.



Moutfort (L)

## HOLZMODULBAU – MODULRECYCLING, NACHHALTIGKEIT UND NUTZUNGSFLEXIBILITÄT\_

FAT Architects Sarl



\_Außenansicht Moutfort

© Jan Malburg (Medienhaus.lu)

### Das Spiel mit den Modulen

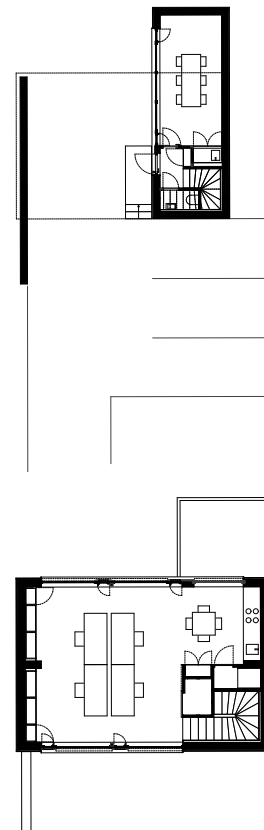
Der Holzmodulbau Moutfort dient FAT Architects S.à r.l. seit August 2019 als Bürogebäude und erweist sich als beispielhaftes Vorbild für den Holzmodulbau.

Drei einzelne recycelte Holzraummodule wurden für die Konstruktion verwendet und miteinander auf ungewöhnliche Weise kombiniert. Die Module stammen von Schweizer Holzbauspezialisten, der Blumer-Lehmann AG in Gossau SG und dienten zuvor als temporäres Bergrestaurant. Das Gebäude erhält durch die Verwendung des Werkstoffes Holz und der recycelten Holzmodule einen vorbildlichen Charakter.

### Konstruktion und Baubeschreibung

Die drei Module fügen sich am neuen Standort im luxemburgischen Moutfort harmonisch ineinander, wobei die dunkle, horizontal umlaufende Holzlattung der Fassade diesen Eindruck unterstreicht. Die Verwendung des Werkstoffes Holz kreiert ein gesundes Aufenthaltsklima hinsichtlich Haptik, Optik, Raumluft und -akustik und die besonders großen Fensterflächen schaffen eine helle und angenehme Atmosphäre.

Die Module wurden im neuen, von kleinteiliger Wohnbebauung gekennzeichneten Kontext derart gestapelt, dass ein zweigeschossiger Baukörper entsteht. Das untere Modul, das auf sechs Stützfüße gestellt ist, bildet das Erdgeschoss mit Sitzungs- bzw. Ausstellungsraum, integrierten Schränken, WC und Treppenaufgang.



Die gegenüberliegende Wandscheibe steht ebenfalls auf Stützfüßen und bildet zusammen mit dem unteren Modul die Auflagefläche für die beiden Module im Obergeschoss. Der Zusammenschluss der Obergeschossmodule erzeugt einen großen, repräsentativen Raum, der eine Bürofläche inkl. Küchenzeile, große Einbauschränke und eine kleine Dusche beherbergt.

Alle Einbauten aus 3-Schicht-Platten (Schränke und Treppe) sowie Küche, WC, Dusche und selbst die Fassade und das begrünte Dach wurden bereits im Werk komplett vorgefertigt. Durch die intensive Koordination aller Arbeitsschritte konnte der Ausbau in nur 4 Wochen realisiert werden. Parallel dazu fielen lediglich die Herrichtung des Geländes, das Setzen der Punktfundamente, die Hausanschlüsse und





Innenraum OG

© Jan Malburg (Medienhaus.lu)



Treppe



Innenraum EG

Außenanlagen als notwendige Baumaßnahmen vor Ort an. Die eigentliche Montage erfolgte innerhalb eines Tages in nur wenigen Stunden.

Charakteristischweise zeichnet sich der Holzmodulbau durch einen außergewöhnlichen Vorfertigungsgrad, durch hohe Flexibilität sowie durch überdurchschnittliche Recyclefähigkeit und Nachhaltigkeit aus.

**Konzept: Nachhaltigkeit im Sinne der zirkulären Wirtschaft**

Das Projekt Holzmodulbau Moutfort ist temporär konzipiert. Demnach können die Module erneut umgebaut und in einem anderen Kontext wiederverwendet werden. Ganz im Sinne der zirkulären Wirtschaft wird die bemerkenswerte Reise der Module weiter fortgesetzt werden. Am Ende ihrer Lebensdauer sind die Module komplett rückbaubar und lassen sich somit nahezu vollständig dem Stoffkreislauf zurückführen.

**Die Vorgeschichte: Holzmodul auf Reisen – vom Berg ins Tal**

Unter dem Leitsatz „Holzmodul auf Reisen“ kann die Vorgeschichte der von FAT Architects verwendeten Holzmodule gut zusammengefasst werden: Auf dem Chäserrugg (2262 ü.M.), einem Berg im Kanton St. Gallen in der Schweiz, dienen die Holzraummodule, die aktuell in Moutfort aufgebaut sind, als temporäres Bergrestaurant. Die von der Blumer-

Lehmann AG hergestellten Module, wurden per Seilbahn auf den Berg transportiert und dort aneinandergesetzt. Nach Fertigstellung des permanenten Bergrestaurants wurden sie per Helikopter abtransportiert und in das Werk des Schweizer Holzbauunternehmens zurückgebracht.

Als zukünftige Nutzer hatten die Architekten von FAT nun die Möglichkeit, die Module nach eigenen Vorstellungen umzuplanen und umbauen zu lassen. Im Juli wurden diese dann per LKW von der Schweiz nach Luxemburg transportiert und binnen weniger Stunden mit Hilfe eines mobilen Krans in Moutfort montiert.

**Nutzungsflexibilität**

Die Flexibilität liegt, neben der räumlichen Mobilität ganzer Module, in diesem Fall besonders in der funktionalen Veränderlichkeit. Waren sie einst zur Bewirtung von Gästen gedacht, beherbergen sie nun das neue Büro von FAT ARCHITECTS SARL und es wird Künstlern, Architekten und Designern eine Ausstellungsfläche für ihre Werke geboten.

**Zukunft Holzbau und ein Plädoyer aufs Holz**

Das Bürogebäude von FAT Architects ist ein gutes Beispiel für den modernen Holzmodulbau, in dem noch sehr hohes Entwicklungspotential steckt. Allgemein besteht der Werkstoff Holz durch seine vielfältigen Verwendungs- und Bearbeitungsmöglichkeiten. Neue digitale Methoden und Techniken erlauben es den Holzbau zukunftsweisend zu verändern und zu modernisieren. Jedoch ist gesellschaftliches und umweltpolitisches Umdenken



\_Seilbahn

© Blumer-Lehmann AG



\_Bergrestaurant

© Blumer-Lehmann AG



\_Werkhalle

© Blumer-Lehmann AG

ebenfalls in der Architektur gefordert. Umweltbewusstsein, Nachhaltigkeit und Recyclebarkeit sind ein wesentlicher Aspekt im Holzbau. Der Mangel an Ressourcen erzwingt die Suche nach Alternativen und neuen Wegen. Holz ist hier ein überzeugender Ausweg. Beton braucht Rohstoffe, Holz wächst nach. Beton verbraucht, Holz speichert CO<sub>2</sub>. Klimafreundliche und kostengünstige Gebäude sind mit Holz möglich, nachhaltiges Bauen wird somit optimal realisiert: Holz ist das einzig nachwachsende Baumaterial, ein Klimaschützer, denn Wälder sind riesige Kohlendioxidsspeicher. Dadurch wird ein wichtiger Beitrag zur ökologischen Modernisierung geleistet.

Viele Menschen sehnen sich vermehrt nach einer natürlichen Umgebung und umweltbewussteren Lebensweise. Das Ambiente in einem Holzbau ist ein völlig anderes als in einem herkömmlichen Wohnbau. Holz spricht alle unsere Sinne an, es ist olfaktorisch. Wir sehen es, wir riechen es, wir hören und wir fühlen es. Haptik, Optik, Raumluft und -akustik sind somit erlebbare Vorteile im Holzbau, so auch im Holzmodulbau Moutfort. Hier ist das angenehme Aufenthaltsklima ein wesentlicher Faktor fürs Wohlbefinden.

**Ausblick: Zukunft des Holzmodulbaus**

Die Weiterentwicklung des Holzmodulbaus birgt durch den hohen Vorfertigungsgrad großes Potential: Vorfertigung, Transport und Montage können binnen kürzester Zeit erfolgen. Durch den Einsatz integraler Planung werden

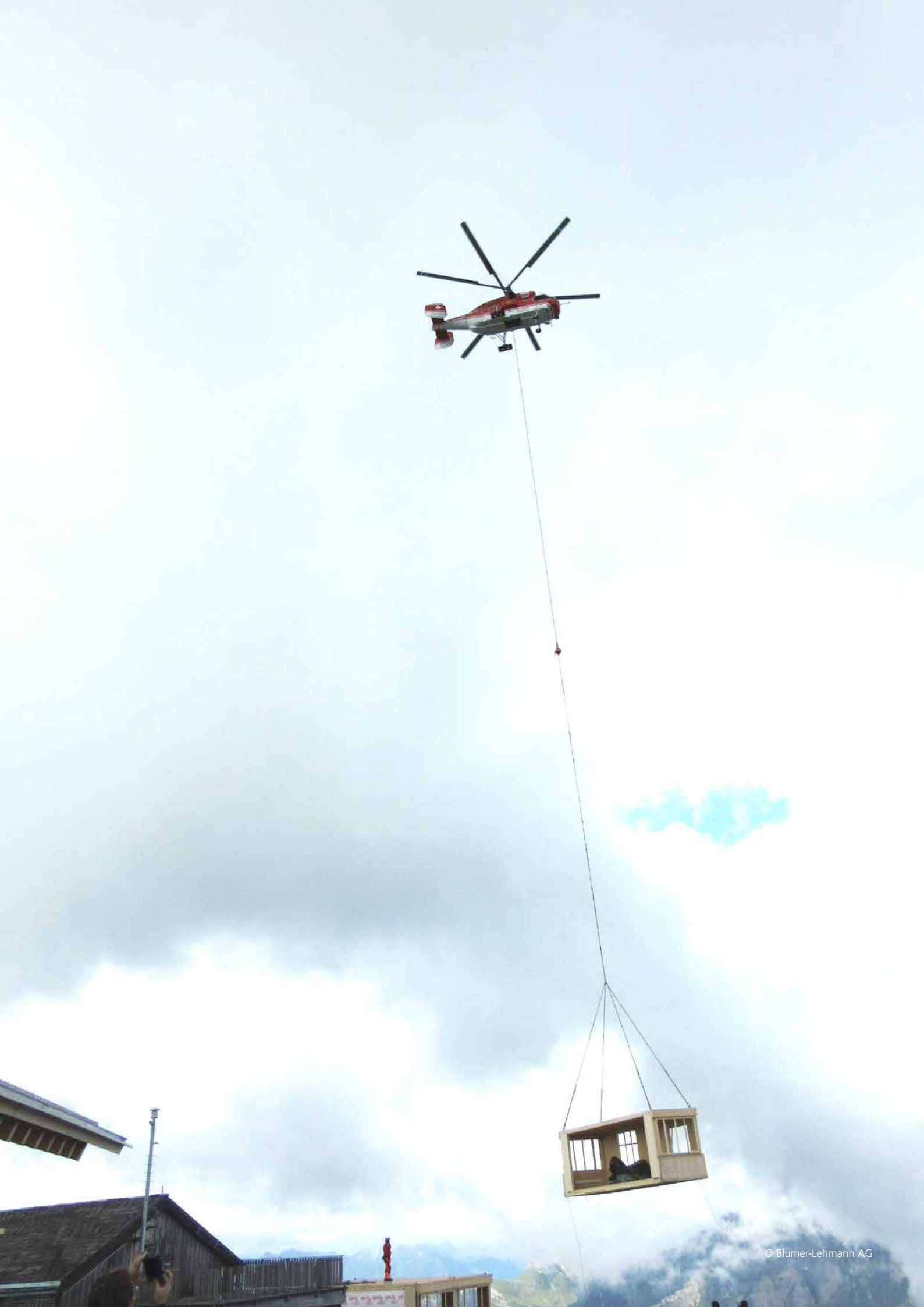
beim Koordinationsprozess der einzelnen Arbeitsschritte das Risiko und unnütze Ausführungsstillstände eliminiert, indem ein einziger qualifizierter Ansprechpartner zur Verfügung steht.

Schnell, unkompliziert und nachhaltig Wohnraum schaffen, Nachverdichtung in Städten, Aufstockungen, tiny houses. Die Möglichkeiten sind vielfältig. Der Zenit im Holz- und Holzmodulbau ist noch lange nicht erreicht.

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

**Baudatenblatt Holzmodulbau Moutfort**  
 Planung + Bauleitung: FAT ARCHITECTS SARL  
 Projektbeteiligte Firmen: Blumer-Lehmann AG, SAS Bau, Neufra Elektro, Flach S.A., ATS Angus  
 Verwendungszweck: Büro / Ausstellung  
 Umbau: 4 Wochen  
 Montage vor Ort: 6 Stunden aufstellen + 2 Tage Nacharbeiten  
 Vorfertigungsgrad: 90%  
 Baumaßnahmen vor Ort: Gelände herrichten, Punktfundamente, Hausanschlüsse, Außenanlagen (ca. 4 Wochen)  
 Bruttogeschossfläche: 84,7m<sup>2</sup> (UG: 29,5m<sup>2</sup> / OG: 55,2m<sup>2</sup>)  
 Nutzfläche: 63,3m<sup>2</sup> (UG: 21,3m<sup>2</sup> / OG: 42m<sup>2</sup>)  
 Material: wiederverwendete Holzmodule inkl. wiederverwendeter Böden, Fenster und Decken im Werk gefertigtes Grunddach Einbauten mit 3-Schicht-Platten (Treppe, Schränke)  
 Energiekategorie: Minergie-Standard (628/733)





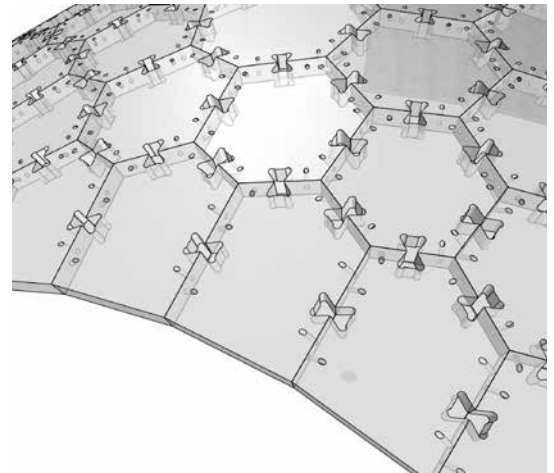
The DTC group is an interdisciplinary team of architects, structural engineers and computer scientists. We are exploring, researching and teaching innovative architecture and structural systems with wood and engineered wood products, enabled by digital technology and computational methods. A major research aim is to use digital design and production methods for more efficient structures, using less material thanks to smart geometry, as well as innovative rapid assembly for simple, fast and precise construction processes.

## RECYCLESHELL\_

Christopher Robeller, Junior Professor of Digital Timber Construction at University of Kaiserslautern



\_DTC Recycleshell Demonstrator



\_DTC Recycleshell Diemerstein Demonstrator, Algorithm-generated CAD model

Can we use digital technology to make high-tech structures from waste material? The production of modern cross-laminated timber (CLT) walls creates a large amount of offcuts for windows and doors. These cutouts are of a high, certified quality and valuable building material, but too small for regular building applications. The Recycleshell uses digital technology to turn these small elements into a high-performance, column-free roof structures, that can be quickly and precisely assembled on site thanks to an innovative rapid-assembly concept using hardwood connectors instead of metal.

It is inspired by the way nature designs structures: Material is expensive, geometry is cheap. The optimised shell shape, which loads the large number of joints predominantly in compression, is approximated with planar facets made from flat CLT plates.

On the 5th of September, a first recycleshell demonstrator was presented to the public in the Diemerstein Valley near Kaiserslautern. It is also the first project on the University of Kaiserslauterns new "timber construction research campus". Speeches were given by the University President Prof. Dr. Helmut Schmidt, State Secretary Dr. Thomas Gries, County Council Chairman Theo Wieder, Mayor Eckhard Vogel and Jun. Prof. Dr. Christopher Robeller.

The DTC recycleshell demonstrates an innovative construction system, that can be produced from the CLT cut offs (waste

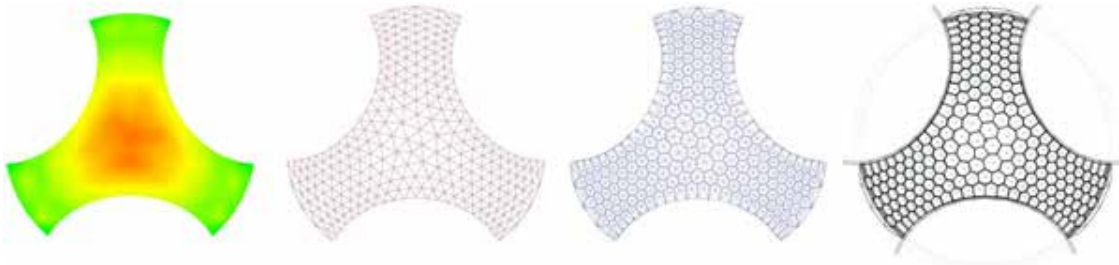
material), which result from window and door cutouts in large amounts. Furthermore, the system is assembled entirely with wooden connectors, a combination of beech wedge connectors and beech dowels – completely without metal screws or bolts. The form fitting joints also act as assembly guides, no substructure was needed for the rapid and precise assembly of the structure.

The demonstrator consists of 230 planar plate elements, its optimised shell form is essential for the construction system, since it loads the joints between the elements predominantly in compression. The element geometries and the direct output of the CNC production data has been designed and generated using a software developed by DTC.

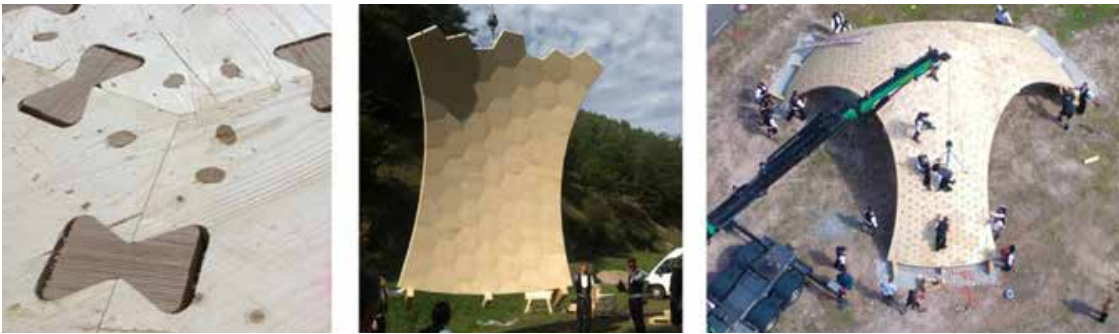
The production data was calculated so that the components could be manufactured fully automatically, with millimeter accuracy and cost-efficiency using state-of-the-art CNC technology of our project partner CLTech GmbH. The assembly is simple, fast and precise, as with LEGO, with the help of special X-Fix beech wood connectors, which were combined with wood dowels. The construction works entirely without metal connectors between the plates.

The material-saving lightweight construction project at the interface of architecture, civil engineering, production engineering and computer science shows new ways of





\_DTC Recycleshell Diemerstein Demonstrator, Geometry Generation, 1: Curvature, 2: Triangulation, 3: Hex Mesh, 4: Plate Geometry



\_DTC Recycleshell Diemerstein Demonstrator, Assembly on site

building, thanks to Building Information Modeling BIM and a completely digital process chain.

The 230 individually shaped panel elements and over one thousand individually calculated wood-wood connectors can only be automated by algorithms. For the first time, form-fitting fasteners made of beech wood are used in a free-form tensile structure, which enable a particularly simple, fast and precise construction.

Thanks to our competent and committed supporters from the authorities, industry, university and the town community of Frankenstein, we were able to realise a first demonstrator roof with this new construction technique in the Diemerstein valley near Villa Denis. It vividly illustrates the interesting and architecturally enriching potential of digital design and production processes – using renewable resources and recycled materials.

In a final step, the curved shell structure was covered by a green roof. Both special plants and a special installation system were used for this challenging application, together with our project partners Optigrün and Koch Landschaftsbau, who have particular experience with special green roofs.



\_DTC Recycleshell Demonstrator Green Roof Installation

info@digitalerholzbau.de  
[www.architektur.uni-kl.de/dtc/2019/09/05/recycleshell/](http://www.architektur.uni-kl.de/dtc/2019/09/05/recycleshell/)

Scientific Development:  
 Jun. Prof. Dr. Christopher Robeller, Digital Timber Construction DTC,  
 University of Kaiserslautern, Faculty of Architecture  
 Funding:  
 Ministerium für Umwelt MUEEF / Holzbauduster Rheinland-Pfalz  
 CLTech GmbH Kaiserslautern  
 Production and Assembly:  
 CLTech GmbH, Kaiserslautern  
 Meisterschule Zimmererhandwerk MHK Kaiserslautern  
 Structural Engineering:  
 Pirmin Jung Deutschland GmbH, Sinzig  
 Supported by:  
 X-Fix GmbH  
 Hans Hundegger Maschinenbau AG  
 Optigrün GmbH  
 Koch Landschaftsbau  
 Photo Credits / Copyright:  
 Jun. Prof. Dr. Christopher Robeller, Digital Timber Construction DTC,  
 University of Kaiserslautern, Faculty of Architecture

Digitale Entwurfswerkzeuge ermöglichen gegenwärtig das Design jeglicher denkbarer Freiformen. Obgleich diese Werkzeuge große Möglichkeiten zur wirtschaftlichen und gestalterischen Optimierung von Architekturdarstellungen und Tragstrukturen bieten, nutzen Architekten und Ingenieure diese Vorteile derzeit noch wenig.



Trier (D)

## PARAMETRIK UND HOLZBAU - ADAPTIERBARE SYSTEME FÜR KLEINE HALLEN\_

Eirik Kjølrsrud, Jan Weber, Prof. Dr. Wieland Becker



Das Holzkompetenzzentrum Trier (HKT) arbeitet seit Jahren daran, anwendungsbezogene und holzbaurelevante digitale Konzepte zu entwickeln. Diese Entwurfs- und Fabrikationsprozesse sollen mit der vorhandenen digitalen CAD/CAM-Ausstattung in den Holzbaubetrieben realisierbar sein. Der Fokus bei dem hier vorgestellten Projekt liegt auf einem parametrisierten Tragwerk mitsamt den benötigten Verbindungsdetails, sodass dieses skalierbar ist und auf andere Orte und bei geänderten Anforderungen reagieren kann. Es wird im Design- und Konstruktionsprozess weitestmöglich mit handelsüblichen Querschnitten KVH, BSH und energieeffizientem Rundholz gearbeitet.

Das Ziel des Projektes ist, unter Anwendung zeitgemäßer digitaler Entwurfswerkzeuge die Schaffung einer durchgängigen, digitalen Prozesskette abzubilden. Dadurch können einzelne Parameter jederzeit geändert werden, ohne aufwändige weitere Planungskosten zu erzeugen. Eine ständige Überprüfung und Anpassung der Prozessdaten durch den programmierten Algorithmus findet automatisiert statt.

Im Fokus der Entwicklung eines Holzbausystems für kleine (Markt-) Hallen stand die Kombination aus einem innovativen Tragwerkssystem und parametrischen Entwurfs- und Analysewerkzeugen. Das vorgestellte Konzept verlangt keine festen Winkel oder definierte Längen, sodass eine skalierbare geometrische Anpassung an eine Leitgeometrie möglich ist.

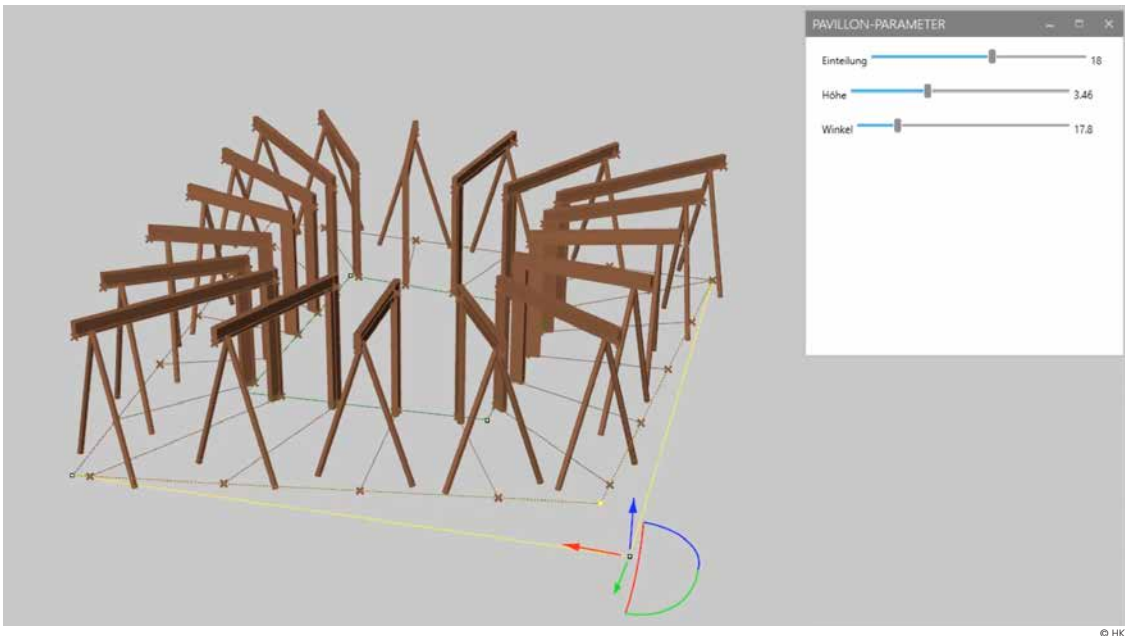


Ziel der Entwicklung war ein System, mit dem innerhalb eines gewissen Rahmens eine Vielzahl von unterschiedlichen geometrischen Räumlichkeiten generiert werden können. Somit können mit dem gleichen System Antworten auf verschiedene Standortbedingungen und Raumprogramme gefunden werden.

Das Tragwerkssystem basiert auf einem Halbrahmen mit einer am HKT neu entwickelten, biegesteifen Rahmenecke für den Holzbau. Diese kommt ohne sichtbare Verbindungsmittel aus und es werden im Vergleich zu konventionellen Lösungen weitaus höhere Steifigkeiten erzielt. Der Halbrahmen ruht auf einem V-förmigen Bock aus Rundholz, welches ebenfalls maschinell abgebunden wurde. Nur so war die hohe Passgenauigkeit des komplexen Rundholzabbaus umsetzbar. Die individuellen Bauteile lassen sich einfach parametrisieren und an CNC-gesteuerten Maschinen fertigen.

Das Holzbausystem wurde zunächst mit Studierenden anhand eines Prototyps aufgebaut und getestet, um Verbindungsmittel und die Montage zu optimieren. Bei der Montage des Prototyps wurden verschiedene Varianten ausprobiert und weiterentwickelt.





© HKT

Im Anschluss entwickelten Masterstudierende im Rahmen eines Entwurfsseminars unter Anwendung des statischen Systems aus Halbrahmen und Bock einen Pavillon für den Paulusplatz in Trier. Hier sollte ein offener, aber überdachter Veranstaltungs- und Versammlungsort entstehen.

Rund um den Paulusplatz befinden sich mehrere Kulturdenkmäler; so die alte, säkularisierte Pfarrkirche St. Paulus und die ehemalige Kunstgewerbeschule, wo sich heute die Hochschule Trier mit ihrem Campus Gestaltung befindet. Durch die naheliegende Berufsschule und die Hochschule wird der Platz häufig überquert, aber trotz der zentralen Lage, der prägenden Umgebungsbebauung und des Fußgängeraufkommens hat der Platz bisher wenig Aufenthaltscharakter vorzuweisen.

Als Mittelpunkt einer Aufwertung des Platzes mit Bänken und Bepflanzung war ein Holzbaupavillon vorgesehen. Viele Formen und räumliche Ansätze hierfür wurden mit Hilfe der vom HKT angepassten Software als Varianten des Tragsystems untersucht. Schließlich wurde die Idee des altgermanischen Things als Ort der Versammlung und Mitbestimmung aufgegriffen. So entstand eine kreisförmige Geometrie mit einer offenen, „kontemplativen“, nichtzentrischen Mitte. Deren Umsetzbarkeit ist vorab sichergestellt, da sie als regelbasierte Entwürfe den Vorgaben des vordefinierten und durchgeplanten Tragsystems folgen. Diese digitale Entwurfsmethode erlaubt eine direkte Kostenkontrolle und dadurch Vergleichbarkeit der Entwürfe.

Nachdem die Form aus einer großen Zahl von Varianten festgelegt wurde, erfolgte eine automatisierte Optimierung im Hinblick auf Statik und Ökonomie. Der Entwurfsprozess ist iterativ und es erfolgt eine Rückkopplung der statischen Analyse mit der Position der einzelnen Tragwerkselemente. Bei der Bearbeitung der Großform werden zuerst regelmäßige Unterteilungen der Geometrie in Felder unternommen. Danach greift ein Optimierungsalgorithmus ein, welcher die Rahmen an Feldern mit höheren Lasten zusammenrückt und an Feldern mit niedrigeren Lasten auseinanderschiebt. Diese Optimierung verfolgt einen ökonomischen Aspekt, da es somit möglich ist, die Struktur – auch bei höheren Lasten – mit gleichen Querschnitten zu erstellen. Der Algorithmus achtet zudem darauf, dass die Felder nicht größer werden als die Maße der verfügbaren/produzierbaren Brettsperrholzelemente.

Im Entwurfs- und Optimierungsprozess ändert sich die Form ständig und mit ihr auch die Rahmenbauteile. Diese können anschließend im CAD-System abgewickelt und ins CAM exportiert werden. Dieser Schritt ist essenziell, da die freie Form für jedes Tragelement individuelle Winkel und damit unterschiedliche Bauteile erzeugt. Diese bei jeder Änderung manuell zu ermitteln und zu exportieren wäre zu arbeitsintensiv. Im Projekt wurden Decke/Podest, Stiel/Riegel und Rundholzstützen von verschiedenen Holzbauunternehmen mit unterschiedlicher Software angefertigt, was die Übertragung des 3D-Modells in CAM-Dateien erschwerte.

Es gelang durch Programmierung und Einsatz zusätzlicher Software, die digitale Kette ohne Unterbrechung zu nutzen, um alle architektureitig generierten Daten an die CAD/CAM-Werkzeuge des Holzbaus zu übergeben. So konnten alle Holzbauteile im Maschinenabbund gefertigt werden und zeigten auch in Verbindung mit den benötigten Stahlteilen eine hohe Maßgenauigkeit. Die Bauteile wurden ohne Nachbearbeitung und ohne große Toleranzen auf der Baustelle gefügt und fanden trotz irregulärer Form ihre angedachte Position.

Die digitalen Entwurfs- und Fabrikationswerkzeuge im Holzbau haben viel ungenutztes Potential; die verschiedenen Programme können viel und die Maschinen ebenso. Gleichzeitig entstehen momentan im Regelfall „nur“ Standardbauten mit Regeldetails aus dem Ingenieurholzbau oder seltener maßgeschneiderte, komplexe und nicht wiederholbare Bauten als Blickfang. Jenseits der „wilden Konstruktion“ zeigt der Pavillon, dass der Einsatz handelsüblicher Komponenten, innovativer Verbindungen, intelligenter digitaler Werkzeuge und die geringe Bearbeitung ohne großen Materialverschnitt elegante und vor allem wiederholbare und anpassbare Bauwerken erzeugen kann. Mit solchen Lösungen kann der Holzbau energieeffizient und zukunftsorientiert auf die individuellen Anforderungen Antworten bieten.

Gefertigt und montiert wurde der Pavillon von Holzbauunternehmen der Region.

[www.hochschule-trier.de/go/hkt](http://www.hochschule-trier.de/go/hkt)

Gefördert durch:



Rheinland-Pfalz  
MINISTERIUM FÜR UMWELT,  
ENERGIE, ERNÄHRUNG  
UND FORSTEN

**hkt**  
Holzkompetenzzentrum Trier

Trier (D)

# HOLZ-BETON HYBRIDWÄNDE AUS SCHWACHHOLZSORTIMENTEN\_

Prof. Dr. Wieland Becker, Jan Weber



## 1 Projektidee

Die Steigerung der langlebigen stofflichen Nutzung von Schwachholzsortimenten gehört zu den vordringlichsten Zielen der Forstwirtschaft in Deutschland und ist darüber hinaus im Koalitionsvertrag der Landesregierung RLP verankert [1]. Die Abnehmergruppen des über Landesforsten RLP vermarkteten Holzes im Jahr 2018 sind die Sägeindustrie mit 1,44 Mio. fm, die Holzwerkstoff- und Zellstoffindustrie mit 0,55 Mio. fm und der Brennstoff- und Energiesektor mit 0,63 Mio. fm (überwiegend Laubholz) nach Bild 1. Damit beträgt der Anteil der sog. minderwertigen Sortimente (Schwachholz, Wuchsfehler) ohne bedeutende kaskadische Nutzung 45%, bzw. 1,18 Mio. fm der gesamten Verkaufsmenge von Landesforsten RLP bei einer Gesamtverkaufsmenge von 2,70 Mio. fm [2]. Großsägewerke in Europa nutzen lediglich „Filetsortimente“ des Rundholzes, mit bestimmten Durchmessern und Wuchsmerkmalen. Bislang gelingt es nicht (mit Ausnahme energieintensiver Holzwerkstoffplatten), Schwachholzsortimente zur Herstellung von Bauteilen oder Holzbauprodukten zu nutzen, welche im Bauwesen von Bedeutung sind. Somit besteht wesentlicher Forschungsbedarf in der Holzforschung, geeignete Verfahren und Bauweisen zu entwickeln, welche gerade solche Sortimente für höherwertige Produkte stärker „in Wert setzen“.

Gerade Betriebe, die sich neuen technischen Möglichkeiten und Entwicklungen offen zeigen, profitieren von diesen

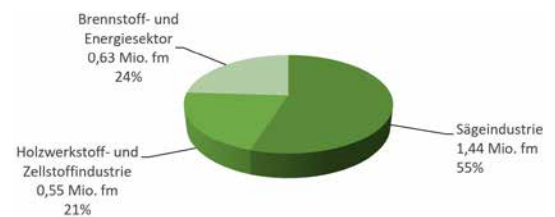


Bild 1 - Holzabnehmer der Landesforsten Rheinland-Pfalz 2018 [1]

preisgünstigen Sortimenten. Schwachholzsortimente, bislang oft zur thermischen Wiederverwertung in Papier- oder Palettenindustrie mit kurzen Lebenszyklen vorgesehen, können für solche Betriebe eine Erweiterung des ökologischen Unternehmensprofils darstellen. Durch die vorgestellte Produktinnovation wird Schwachholz zum Basisprodukt einer neuen Bauteilentwicklung in der Holz-Hybridtechnologie. Als Verbundbaustoff wird ein energetisch günstiger Recyclingbeton oder Holzfaserbeton verwendet.

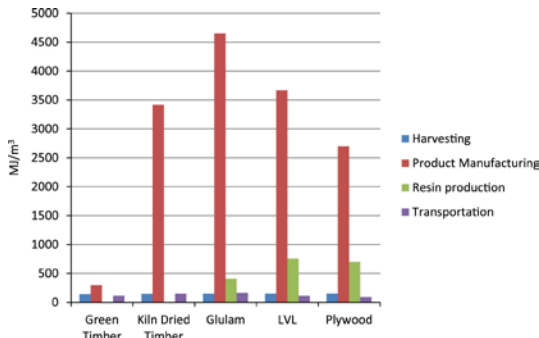
Die naturnahe Verwendung des Ausgangsmaterials Schwachholz ohne aufwändige Säge- und Trocknungsprozesse sichert dabei eine primärenergiesparende Fertigung. Das Diagramm nach Bild 2 zeigt den Primärenergiebedarf verschiedener Holzbaustoffe im Vergleich, wobei deutlich wird, dass bei steigender Verarbeitungstiefe der Primärenergieaufwand [in MJ/m<sup>3</sup>] erheblich steigt.

## 2 Ziel

Gegenstand des Forschungsprojektes ist die verstärkte Nutzung von bislang als „nicht sägefähig“ bezeichnetem Rundholz (Schwachholz) zur Herstellung von Holz-Beton-Hybridwänden oder Holz-Lehm-Hybridwänden.

Einen möglichen Impuls zur Entwicklung solcher Konzepte bieten die klassischen, in Norditalien und Südtirol noch gebräuchlichen Verfahren zur Herstellung der „Travi Uso Fiume“ und „Travi uso Trieste“ nach Bild 3. Dabei werden natürlich vorgetrocknete Stammquerschnitte ohne technische Trocknung sägestreift besäumt, sodass die Kontur der ursprünglichen Stammgeometrie folgt [3]. Diese traditionelle Einschnittsmethode ist in den hochindustriell ausgerichteten Sägewerken der DACH-Staaten und Skandinaviens weitgehend unberücksichtigt. Dieses hat zur Folge, dass lediglich B und C-Sortimente mit bestimmter Stammgeometrie (Stammdurchmesser 25cm < d < 60cm) und Wuchseigenschaften für die





\_Bild 2 - Primärenergiebedarf ohne thermische Wiederverwertung [4,5]



\_Bild 4 - Palettenholz

© HKT



\_Bild 3 - Aufgesägte Querschnitte

© HKT



\_Bild 5 - Prozessablauf

Produktion industrieller Holzprodukte (KVH, GL, CLT) herangezogen werden.

Das vorgesehene Projekt greift die vorgenannten traditionellen Verfahren neu auf und adaptiert diese für die in Folge vorgestellten Produktionsprozesse.

Natürlich getrocknetes Schwachholz oder Palettenholz (Laubholz und Nadelholz) nach Bild 4, mit Mittendurchmessern von 12-25cm, wird so zur Herstellung hochwertiger Wandbauteile herangezogen. Ziel ist, die zuvor beschriebenen Anteile minderwertiger Sortimente am Gesamtvolumen des Holzaufkommens für höherwertige Zwecke zu steigern. Das Verfahren leistet so einen Beitrag zur langlebigen stofflichen Nutzung des Rohstoffes Holz und trägt damit zu einer Verbesserung der klimatischen Gesamtsituation bei.

**\_3 Rohstoff Holz - Ressourcenarmer Herstellprozess**

Ein schematischer Prozessablauf des geplanten Vorgangs vom Wald zur Produktion der Waldelemente ist in Bild 5 dargestellt.

**Ausgangsmaterial und Einschlag**

Bei ersten, am HKT in Zusammenarbeit mit Landesforsten RLP durchgeführten Tastversuchen wurde ein Polter mit der Klassifizierung Palettenholz aus Nadelholz [6] exemplarisch untersucht und dem geplanten Prozess unterzogen.

**Entrinden**

Das frühzeitige Entrinden bereits im saftfrischen Zustand sorgt für eine schnelle Trocknung und dient als Borkenkäferbefalls-Prävention. Die Entrindung der Stämme kann mithilfe eines Harvesterkopfes (Verbesserung der Nährstoffbilanz am Schlagort) oder am Lagerplatz mittels eines Hochdruckreinigers erfolgen. Die beiden Verfahren sollen aus praktischer sowie ökologischer Sicht weiter untersucht werden.

**Trocknung**

Es ist vorgesehen, auf energieintensive Trocknungsprozesse in Trockenkammern zu verzichten und das Holz natürlich zu trocknen. Die natürliche Trocknung soll mit einem Monitoring der Holzfeuchtigkeit und einer eventuellen unkontrollierten Rissbildung stattfinden, um weitere Erkenntnisse zum Trocknungsprozess bilden zu können. Erste Erfahrungen am HKT zeigen eine schnelle Abnahme der Holzfeuchte. Bei sommerlichen Temperaturen konnte im Zeitraum April

(Einschlag) bis August (Verguss der Wandelemente) eine Feuchtigkeitsabnahme auf ca. 11% Holzfeuchte gemessen werden.

**Prismierung**

Die Stämme werden beidseitig parallel mit einem Flankenschnitt versehen und danach in der Mitte geteilt (Bild 6). Als einfaches Verfahren, welches auch in ländlichen Räumen ohne fest installierte Sägewerkstechnologie zur Verfügung steht, kann hierzu ein Mobilsägewerk dienen. Der Flankenschnitt muss so ausgeführt werden, dass eine Schnittkante von min. 30mm entsteht. Die Abholzigkeit der Stämme wird ignoriert, die kleinste Stirnfläche ist maßgebend. Die Querschnitte wurden im dokumentierten Tastversuch auf 2,50m Länge gekappt.

**\_4 Das Herstell- und Funktionsprinzip von Holz-Hybridwänden**

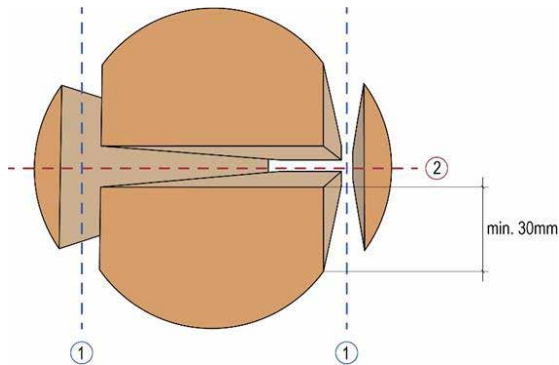
Es ist vorgesehen, unterschiedliche Hybridwände zu entwickeln, die verschiedene Funktionen in einer Konstruktion übernehmen können. Die Wandelemente sind als zwei- oder mehrschichtige Konstruktionen konzipiert, wobei die Hauptschichten aus „dicht an dicht“ aneinander gereihten Rundholzstammhälften aus Schwachholz und einer (Recycling-) Beton-, Leichtbeton- oder Holzbetonschicht gebildet werden. Die Elemente können anschließend zusätzlich mit einer Dämmebene versehen werden.

**\_4.1 Herstellung eines Flächenbauteils aus prismiertem Schwachholz**

Die zuvor beschriebenen Holzquerschnitte werden zunächst Flanke an Flanke verklebt und bis zum Aushärten des Klebstoffes verpresst. Durch die Verpressung werden kleine Ungenauigkeiten in der Holzfläche ausgeglichen und eine bessere Verklebung erreicht. Anschließend werden die Elemente auf der dem Beton zugewandten Seite mit Schrauben in kreuzweiser Anordnung versehen, welche einen formschlüssigen Verbund zwischen Holz und aufzubringendem Beton herstellen. Im nächsten Schritt wird die Betonschicht aufgebracht. Nach Erhärten des Betons kann das Wandelement ausgeschalt und für die Aufnahme von weiteren Schichten vorbereitet werden (Bild 7,8)

**\_4.2 Hybridbaustoff (Recycling-) Beton-, Leichtbeton- oder Holzbeton**

Die gewählte Rezeptur kann aus Beton, Leichtbeton, Holzbeton, Lehm sein, welche formschlüssig (z.B. mit Holz-Beton-Verbandschrauben) mit der Holzschicht verbunden wird.



\_Bild 6 - Prismierung des Holzquerschnittes



\_Bild 7 - Hybridelement, Holzseite



\_Bild 8 - Hybridelement, Betonseite



\_Bild 9 - Hybridelement, Grenzzone Holz – Beton

Aus der Kombination der beiden Bauteilschichten ergibt sich die Möglichkeit, die aus den unterschiedlichen Stammthicken resultierenden Ungenauigkeiten auszugleichen. Somit entsteht trotz unterschiedlicher Holzquerschnitte ein flächenparalleles Wandbauteil mit exakten geometrischen Abmessungen. Der vorgeschlagene Aufbau kann den jeweiligen bauphysikalischen Anforderungen angepasst und durch Dämmschichten ergänzt werden.

Um ein ressourcenschonendes Gesamtbauteil zu erhalten, ist ein möglichst CO<sub>2</sub>-neutrales Material für diese zweite Schicht zu verwenden. Ein diesbezüglich günstiger Baustoff ist das Material Holzbeton, da bereits vorliegende Untersuchungen [7] darauf hinweisen, dass dieses Material mit seinen spezifischen Eigenschaften und ökologischen Qualitäten sehr gut geeignet sein kann.

Zur Herstellung des Holzbetons werden die mineralischen Zuschläge von Normalbeton durch Holzspäne ersetzt. Parameter wie Spangröße, Holzsorte, Feuchtigkeit etc. müssen untersucht werden, um Rückschlüsse auf die zu erwartenden Eigenschaften ziehen zu können. Generell können durch die Verwendung von Holzbeton folgende Ergebnisse erwartet werden:

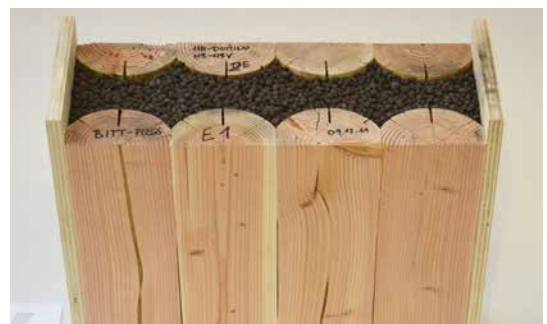
- \_bessere Wärmedämmeigenschaften als konventioneller Beton
- \_aktive Speichermasse
- \_deutlich geringeres Gewicht als konventioneller Beton
- \_gute Feuchtigkeitsaufnahme/-abgabe, d.h. Klimakomfort und Behaglichkeit.
- \_Diffusionsoffenheit
- \_gute schalldämmende Eigenschaften
- \_plastische Eigenschaften, kein Sprödbruchverhalten

#### **4.3 Variante Sandwichelement**

Eine weitere Option bietet die Anordnung der aneinandergereihten Rundholzstammhälften als Sandwichelement nach Bild 10. Dabei bestehen die beiden äußeren Schichten aus den beschriebenen Holzelementen. Die innere Schicht kann mit einer Schüttung oder Vergussmaterial zwischen die Holzschichten gefüllt werden. Hierbei sind besonders dämmende Schichten, wie Blähton, Zellulose oder Holzfaser, oder stabilisierende Schichten wie z.B. Beton denkbar.

#### **4.4 Bauphysikalische Perspektive**

Erste bauphysikalische Simulationen des Wärme- und Feuchteverhaltens verschiedener Wandaufbauten zeigen im Hinblick auf die relevanten Anforderungen



\_Bild 10 - Sandwich

vielversprechende positive Eigenschaften des geplanten Bauteils.

#### **4.5 Recyclierbarkeit**

Eine kaskadische Weiterverwendung der Rohstoffe ist gewährleistet, da beim Rückbau der Bauteile die Verbundpartner Holz und Beton mechanisch voneinander getrennt werden können, eine „Verklebung“ auf stofflicher Ebene findet nicht statt. Die rein formschlüssige Verbindung erlaubt eine klare Trennung und sortenreine Verwertung der beiden Bauteilschichten. Das Holz kann somit einer thermischen Verwertung direkt zugeführt werden.

[www.hochschule-trier.de/go/hkt](http://www.hochschule-trier.de/go/hkt)

#### **Literatur**

- [1] Regierungskoalition RLP: Koalitionsvertrag Rheinland-Pfalz 2016-2021. Sozial gerecht - wirtschaftlich stark - ökologisch verantwortlich Rheinland-Pfalz auf dem Weg ins nächste Jahrzehnt. Mainz 2016.
- [2] Landesforsten Rheinland-Pfalz: Wirtschaftliche Kennzahlen. <https://www.wald-rlp.de/de/wald/zahlenspiegel/wirtschaftliche-kennzahlen/>, 24.06.2019.
- [3] ETA: Uso Fiume, Uso Trieste: Festigkeitssortiertes Bauholz für tragende Zwecke – Baumkantige, rechteckig besäumte Stammabschnitte. ETA-11/0219 (2016).
- [4] Deutsches Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (BMI): Ökobaudat. Informationsportal nachhaltiges Bauen. <https://www.oekobaudat.de/>, 23.09.2019.
- [5] Ramage, M. H., Burridge, H., Busse-Wicher, M., Fereday, G., Reynolds, T., Shah, D. U., Wu, G., Yu, L., Fleming, P., Densley-Tingley, D., Allwood, J., Dupree, P., Linden, P. F., Scherman, O.: The wood from the trees: The use of timber in construction. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 68 (2017), S. 333–359.
- [6] Bayerische Forstverwaltung: Holzsortimente - Ordnung ins Holz bringen. Sortierung für den fairen Handel. [http://www.stmelf.bayern.de/wald/waldbesitzer\\_portal/054770/index.php](http://www.stmelf.bayern.de/wald/waldbesitzer_portal/054770/index.php), 23.09.2019.
- [7] Heinz, D., Urbonas, L.: Holzbeton. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verl. 2008.





**SOLUDEC**

**OBH**  
**Office**  
**Boutique**  
**Hôtel**

En cours de construction  
Kirchberg

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

**RÉALISATION SOLUDEC**  
**CLÉS EN MAIN**

Anfang Dezember 2019 wurde der integrierte Nationale Energie- und Klimaplan der Regierung vorgestellt, der unter anderem eine Reduktion der Treibhausgasemissionen von 50-55% bis 2030 vorsieht. Der ungebrochen hohe Ressourcenverbrauch der Baubranche wird in der nationalen Strategie nur tangiert wobei kreislauffähiges-, ressourcenschonendes Bauen einen wesentlichen Teil zur Verringerung der Treibhausemissionen beitragen würde.

witry & witry **architecture urbanisme**

Müllerthal (L)

## NEUE TREPPE MÜLLERTHAL – EIN BEISPIEL FÜR KREISLAUFFÄHIGES BAUEN\_

witry & witry architecture urbanisme



Die Errichtung eines Bauwerks inmitten der Natur ist eine besondere Herausforderung. Aus architektonischer Sicht muss das Bauwerk sich der Landschaft und den Gegebenheiten fügen, gleichzeitig prägt es seinen Standort und macht es zu einem Ort. Welche Baustoffressourcen und Konstruktionsprinzipien dieser Aufgabenstellung gerecht werden, und wie man diese im Rahmen von kreislaufgerechtem Bauen umsetzen kann wird hier am Beispiel der Treppenanlage Müllerthal aufgezeigt.

Nach schweren Unwettern im Juni 2018 wurde die „kleine Luxemburger Schweiz“ - touristisches Herzstück Luxemburgs - mit starken Schäden an Straßen und Wanderwegen konfrontiert. In unmittelbarer Nähe des Schießentümpels, eines Wahrzeichens des Müllerthals, war ein großes Teilstück eines viel benutzten Wanderwegs abgerutscht und somit nicht mehr nutzbar. Das Müllerthal und insbesondere der Schießentümpel mit seiner Umgebung ist eine der Haupttourismusattraktionen Luxemburgs, die rasche Wiederherstellung der Wanderwege hatte somit einen hohen Stellenwert.

In einer Arbeitsgruppe bestehend aus Vertretern des Wirtschaftsministeriums GD Tourismus, des Umweltministeriums, Vertretern des ORT Region Müllerthal sowie dem lokalen Förster wurde unter der Leitung des Schöffenrates der Gemeinde Waldbillig nach Möglichkeiten gesucht, um den Weg entlang des Hanges wiederherzustellen und für Wanderer erneut begehbar zu

machen. Finanzielle Unterstützung für die Planung und Ausführung erhielten sie dabei unter anderem aus dem Katastrophenfond des Haut Commissariat à la Protection Nationale.

### Planung und Konstruktion

Die Herausforderung bei der Planung und Ausführung der Konstruktion lag in der Berücksichtigung mehrerer Faktoren. So flossen Aspekte wie die geotechnische Gegebenheiten, die harmonische Eingliederung in eine Naturschutzzone bis hin zu Themen von Errichtung, Wartung, Instandhaltung, Rückbaubarkeit und Wiederverwendbarkeit einzelner Bauteile in das Gesamtkonzept ein.

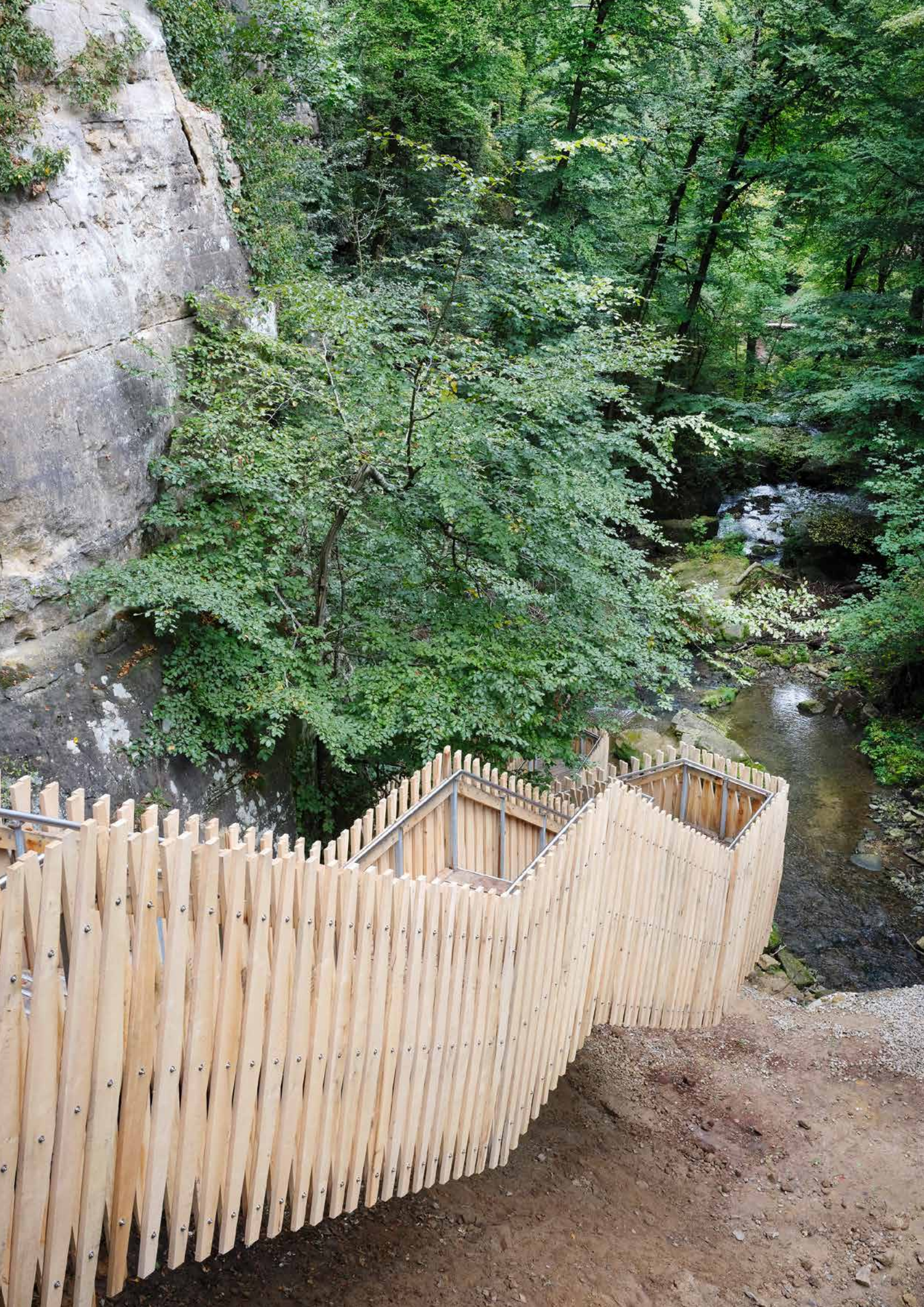
In Zusammenarbeit mit dem Architekturbüro Witry & Witry aus Echternach und dem Ingenieurbüro Daedalus Engineering aus Heffingen wurden Lösungen entwickelt, die die oben genannten Faktoren berücksichtigen. Es entstand ein zukunftsfähiges Bauwerk das zum Großteil mit regionalen Ressourcen realisiert werden konnte.

Da sich die Konstruktion, in eine Natura 2000-Zone und in ein Quellenschutzgebiet einfügt, musste die der Treppenaufgang so geplant werden, dass ein minimalinvasiver Bauablauf möglich war. Laut eines geologischen Gutachtens ist der Hang noch weiter in Bewegung. Aus diesem Grund wurde die Konstruktion direkt in die Felsen verankert damit bei weiteren Hangabgängen die Standsicherheit gewährleistet bleibt.

Das für die gesamte Anlage verwendete Eichenholz stammt aus der umliegenden Region des Müllerthals. Das Holz wurde erst kurz vor dessen Verwendung im Wald geschlagen und aus Zeitgründen nicht vorab getrocknet. Der Einsatz von frischem Eichenholz ist durchaus möglich, jedoch müssen die Ausführungsdetails der hohen Restfeuchte von frischem Holz Rechnung tragen. So wurden beispielsweise sämtliche Verbindungen mittels Gewindeschraubtechnik erstellt um dem sogenannten "Arbeiten des Holzes" entgegen zu wirken. Sämtliche Verbindungen können nachjustiert werden.

Von der Planung über den Zuschnitt und die Montage der vorgefertigten Module konnten alle Arbeitsschritte in einem Umkreis von 20km durchgeführt werden. Ein großer Vorteil war dabei der digitale Planungs- und Produktionsprozess bei dem jedes Element des Treppenaufgangs dreidimensional gezeichnet und anschließend auf einem 5-Achs Holzbearbeitungszentrum









gefertigt wurde. Dieser Herstellungsprozess ermöglicht es gänzlich auf die Vorproduktion von Ersatzteilen zu verzichten, da diese erst zum Bedarfszeitpunkt gefräst und zugeschnitten werden können.

#### „Identität - Regionalität – Kreislauffähigkeit“

Das Konzept folgt und verfolgt konsequent einen ganzheitlichen Ansatz mit den Schwerpunkten Identität, Regionalität und Kreislauffähigkeit. So greift der Entwurf des neuen Treppengeländers die prägenden Holz-Geländerkreuze des Schießentümpels auf und interpretiert sie in neuer Form. Die Treppenanlage erhält eine eigene starke Identität. Es entsteht ein großer Wiedererkennungswert, der sich an bestehende Elemente der Umgebung anlehnt. Bei der Holzverarbeitung traten vereinzelt Granatsplitter aus dem zweiten Weltkrieg zu Tage und sind an manchen Stellen der Treppenanlage sichtbar. Sie sind sichtbare Zeitzeugen, die von der Geschichte des Region erzählen.

#### Wartung und Instandhaltung

Die Wartung und Instandhaltung des Bauwerkes spielte beim Entwurf eine zentrale Rolle. Ausgehend von einer hohen Besucherzahl wurden die Verschleißteile für eine erhöhte Lebensdauer ausgelegt. Alle Elemente des Bauwerkes sind mechanisch befestigt, sodass diese nach Ende der zu erwartenden Lebensdauer zerstörungsfrei, ohne Gerüst oder Krananlage ausgewechselt werden können. Die klimatischen Bedingungen inmitten der

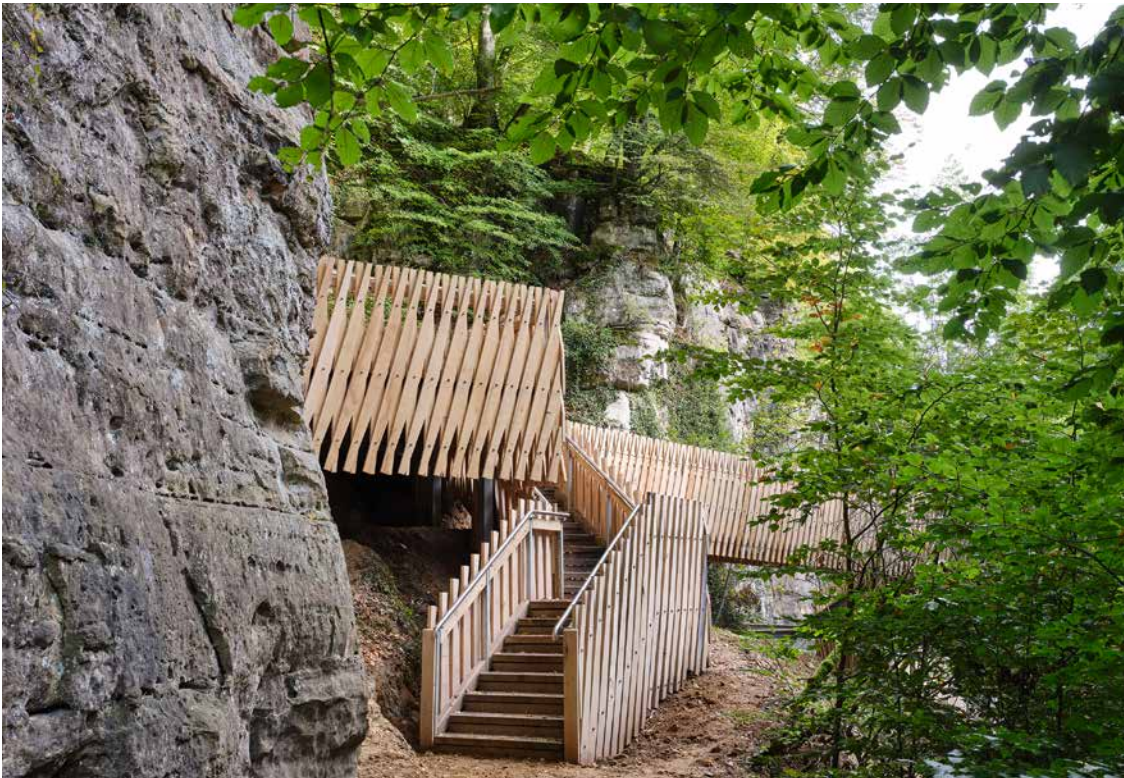
Natur stellen eine zusätzliche Herausforderung dar. Jede Bauteilverbindung musste so gestaltet werden, dass keine Angriffsflächen für Feuchtigkeit und insbesondere Stauwasser entstehen. Horizontalflächen wurden abgeschrägt, die Treppenstufen besitzen eine spezifische Neigung sowie Abflussschlitze. Die Knotenpunkte wurden so gelagert, dass ein Abtrocknen der Feuchte möglich ist.

#### Kreislauffähigkeit

Die Reduktion der Treibhausgasemissionen von 50-55% bis zum Jahre 2030 ist eine der zentralen Herausforderungen dieses Jahrzehnts und darüber hinaus. Auch wenn die Reduktion der grauen Energie (also der Energie die benötigt wird um Baustoffe herzustellen und Gebäude zu errichten) nicht explizit in der nationalen Strategie zur Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen vorkommt, spielt diese doch eine wesentliche Rolle. Weltweit ist der Bausektor für mehr als 10% der Treibhausgasemissionen verantwortlich, Tendenz steigend. Kreislauffähige, nachhaltige Bauten können die graue Energie ohne weiteres um 65% reduzieren und folglich den einhergehenden CO<sub>2</sub>-Ausstoß maßgeblich verringern.

Damit die Treppenkonstruktion diesen Reduktionszielen bereits heute gerecht wird wurde der Materialeinsatz auf zwei Baustoffe reduziert. Zum einen feuerverzinkter Stahl, zum anderen Holz. Da die Treppenanlage in großen Teilen





aus Holz besteht, konnten die Treibhausgasemissionen minimiert werden. Durch die regionale Beschaffung und Verarbeitung des Baustoffes Holz wurde der ökologische Fußabdruck der Transportwege (Wald - Sägewerk - Produktion – Baustelle im Umkreis von 20km) möglichst reduziert. Weiteres wurde konsequent auf Kunststoffe oder geklebte Verbindungen verzichtet.

Die tragenden Baugruppen aus feuerverzinktem Stahl besitzen standardisierte Abmessungen und können im Falle eines Umbaus beziehungsweise nach dem Rückbau weiterverwendet werden (etwa als Unterkonstruktion für Fluchttreppen o.Ä.).

In kürzester Bauzeit von nur 5 Monaten wurde die neue Konstruktion errichtet. Durchgeführt wurden die Konstruktionsarbeiten von der Firma Entrapaulus aus Wormeldange, welche für das Aufstellen der Konstruktion zuständig war sowie von der Firma ZDK Langer aus Echternach, welche sich für die Holzarbeiten verantwortlich zeichnete. Der Zuschnitt des Holzes erfolgte mit Hilfe des mobilen Sägewerks der Naturverwaltung unter der Zuständigkeit des Echternacher Revierleiters.

Mit der neuen Treppenanlage wurde die wichtige Wanderverbindung zum Schießentümpel wieder hergestellt und gleichzeitig ein neues Wahrzeichen im Müllerthal realisiert, das ein exemplarisches Beispiel für eine gelungene interdisziplinäre Zusammenarbeit und für regionales und kreislauffähiges Bauen ist.

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

#### Fact Sheet

Planungs und Bauzeit: 5 Monate  
 Gesamtlänge: 89 Meter  
 Anzahl Treppenstufen: 114  
 Höhenmeter: 16m  
 max. Auskragung: 17,4m  
 Aussichtsplattform: 44m<sup>2</sup>  
 Baustoffe: Eichenholz, Stahl  
 Holzmenge: 160m<sup>3</sup> (Holz von Hei - Region Mëllerdall)  
 Bauherr: Gemeinde Waldbillig und ORT Region Müllerthal  
 Architektur: witry & witry architecture urbanisme  
 Statik: Daedalus Engineering  
 Konstruktion: Entreprise Entrapaulus  
 Holzbauarbeiten: ZDK Langer  
 Fotos: Gianni Tonino, Willi Filz, Pit Kuffer

CHALLENGE EVERYTHING

CHALLENGE

BENE.COM

**BUROTREND  
S.A.**

5 rue de l'Eglise  
L-1458 Luxembourg /  
Hollerich  
+352 48 25 68 1  
www.buro.lu



IDEAS

**bene**

INSPIRING OFFICES. SINCE 1790.

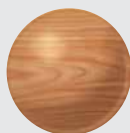




## Fassaden mit Durchblick.

### **Vom Wintergarten bis zum Großprojekt.**

Den Reiz des Natürlichen bietet der Werkstoff Holz. Mutige Ideen sind für uns eine Herausforderung.



# ANNEN

Sandweiler (L)

## HÊTRE OU NE PAS HÊTRE TELLE EST LA QUESTION.....\_



© Andrés LEJONA



© Andrés LEJONA

Le dossier de construction des 2 nouveaux abris d'urgence à SANDWEILER, a été désigné comme projet pilote pour l'utilisation du bois de hêtre en tant que bois de construction par la ville de Luxembourg. L'objectif est d'acquiescer les expériences nécessaires pour promouvoir l'utilisation du bois régional lors de constructions futures.

Les structures des 2 bâtiments sont constitués d'une structure poteaux-poutres en lamibois Hêtre GL 70H. Les planchers de l'étage sont constitués de panneaux contrecollés en Hêtre, d'une isolation phonique et d'une chape béton. L'enveloppe du bâtiment est quant à elle, réalisée en murs ossature bois habillés de plâtre à l'intérieur, de crépis et d'un bardage mélèze à l'extérieur. La toiture plate des deux bâtiments a été végétalisée et reçoit une installation photovoltaïque et panneaux solaires.

Durée des études: 14 mois. Durée de construction: 16 mois. Surface utile: Bâtiment A: 1820m<sup>2</sup> et Bâtiment B: 1310m<sup>2</sup>. Coût de la construction: 3800 Euros/m<sup>2</sup> HTVA. Type de construction: Béton et système poteau/poutre/plancher en Hêtre. Enveloppe du bâtiment: Bardage mixte façade enduite et façade en mélèze, toiture plate végétale. Surfaces intérieures: Murs cage d'escalier en béton apparent, structure portante en hêtre apparente, sanitaire revêtement en placo-plâtre, revêtement Lionoléum. Equipement technique: chauffage au gaz, système double flux.

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



© Andrés LEJONA

Architecte: Freihofer Architecture Sarl.  
 Entreprise générale: Association momentanée Cdcl-Prefalux.  
 Ingénieur génie technique: Felgen et Associés Engineering SA.  
 Ingénieur génie civil: Daedalus Engineering Sarl





# UN PARTENAIRE UNIQUE. DES SERVICES MULTIPLES!

Du secrétariat...



...au nettoyage.

De la sécurité...



...à la gestion énergétique.

De la maintenance...



...à la consultance.

**DEPUIS 2001, GLOBAL FACILITIES VOUS PROPOSE DES SOLUTIONS COMPLÈTES DE FACILITY MANAGEMENT PARFAITEMENT ADAPTÉES À VOS BESOINS ET EXIGENCES.**

Grâce à l'expertise de nos 150 collaborateurs, ingénieurs, techniciens et de gestion, nous vous permettons de vous concentrer sur votre cœur de métier en prenant en charge tous les aspects du facility

management : services techniques d'exploitation et de maintenance de vos installations et infrastructures, services de support ainsi que les services de consultance technique et réglementaire.



CONSULTANCE  
ET AUDIT



GESTION  
DES BÂTIMENTS



SERVICES  
ADMINISTRATIFS



**GLOBAL  
FACILITIES**  
THE PROPERTY MANAGERS





## Envie de rénover ou de transformer ?

Vous avez envie de changer de décor? Kuhn Construction met à votre disposition une équipe de professionnels composée d'un expert en rénovation, d'un conseiller énergétique agréé et d'un architecte d'intérieur qui définissent avec vous un projet sur mesure en adéquation avec votre budget.

Coordination de travaux, demandes d'autorisations, aides étatiques, dossiers énergétiques, demandes de TVA réduite, autant de tâches que nous prenons en charge pour vous faire gagner du temps.

Nous vous offrons le cadre de vie dont vous rêvez en réalisant des travaux de transformation: agrandissement, construction d'annexes, assainissement énergétique, entrées de maison et de garage ainsi que des travaux de rénovation: aménagement de combles, réaménagement des pièces de vie, cuisine, salle de bains et façades.

Plus d'un siècle d'expérience à votre service.

Informations et demande de devis gratuit sur [www.kuhn.lu](http://www.kuhn.lu)  
ou en téléphonant au (+352) 43 96 13-1



Welterbestätten sind „Teile des Kultur- oder Naturerbes von außergewöhnlicher Bedeutung“ und sollen „daher als Bestandteil des Welterbes der ganzen Menschheit erhalten werden“<sup>1</sup>. Auf der Grundlage von zehn Kriterien und den Merkmalen der Integrität und Authentizität begründen die Fachgremien der UNESCO-Staatengemeinschaft den Outstanding Universal Value einer UNESCO-Welterbestätte und damit die Aufnahme in die UNESCO-Welterbeliste.



## STADTENTWICKLUNG DURCH INWERTSETZUNG DES UNESCO-WELTKULTURERBESTATUS\_

Carola Neugebauer



© Lucien Koneczny

Neben dem ursprünglichen Gedanken des Schützens zog in die Welterbekonvention auch der Entwicklungsgedanke ein. Der Schutz von Welterbestätten wird zum einen als „Beitrag zu nachhaltiger Entwicklung“ betrachtet<sup>2</sup>. Zum anderen ist die Nutzung von Welterbegütern möglich, sofern diese „ökologisch und kulturell nachhaltig“ ist<sup>3</sup>. Für die Kategorien von Weltkulturerbestätten „Historic Towns and Town Centres“ und „Cultural Landscapes“ wird die Entwicklung sogar als konstitutives, wertstiftendes wie werterhaltendes Merkmal erkannt<sup>4</sup>. Die Stadt Luxemburg ist dafür ein Beispiel. Die Inwertsetzung des Welterbes – seine Bewahrung und Weiterentwicklung – soll dabei eine Vielzahl lokaler Stakeholder einbeziehen. Das Prinzip der Partizipation gewinnt zunehmend an Bedeutung<sup>5</sup>.

In diesen Überlegungen zu UNESCO-Weltkulturerbestätten spiegelt sich das Wechselspiel zweier Positionen: Die lange Zeit vorherrschende Auffassung vom alleinbedeutsamen, materiell-historischen Wert des baulichen Erbes, herausgearbeitet durch einen ‚kleinen‘ Kreis von Experten, wird herausgefordert und angereichert durch den sozialkonstruktivistischen, weiteren Blick auf Baudenkmale, welcher den alltäglichen Wertschätzungen des Erbes durch verschiedenste Menschen einen größeren Stellenwert einräumt.

Diese Entwicklung als Anlass nehmend, möchte ich im Folgenden drei Fragen nachgehen. Ich trage damit der Beobachtung Rechnung, dass die Inwertsetzung



© Lucien Koneczny

des UNESCO-Weltkulturerbes selten nur um des Erbe selbst willen geschieht. Sie folgt vielmehr differenzierten Interessen und Wirkerwartungen, wie Christoph Brumann beispielhaft für die internationale Welterbepolitik offenlegt. Mit Blick auf die lokale Ebene stelle sich folgende Fragen: Was sind (die) Wirkungen des UNESCO-Welterbelabels für eine nachhaltige Stadtentwicklung? Welche Rolle spielt dabei welche Form des lokalen Welterbemanagements? Und was sind mögliche Anhaltspunkte für ein lokal angepasstes Inwertsetzen des UNESCO-Weltkulturerbe(label)s?

### Wirkungen des UNESCO-Welterbelabels in der Stadtentwicklung

Lange Zeit fehlte fundiertes Wissen zu den lokalen Auswirkungen einer Welterbe-Nominierung für den Ort,

<sup>1</sup> Siehe UNESCO (Hg.): Convention Concerning the Protection of the World Cultural and Natural Heritage. Paris 1972, Präambel

<sup>2</sup> Siehe UNESCO (Hg.): Operational Guidelines for the Implementation of the World Heritage Convention. Paris 2012, I.B.6.

<sup>3</sup> Siehe UNESCO 2012 (vgl. Anm. 2), II.F.119

<sup>4</sup> Siehe UNESCO 2012 (vgl. Anm. 2), Annex 3

<sup>5</sup> Deutscher Städtetag: Hüter von Traditionen und Labore der Zukunft: Welterbe-Städte setzen Impulse. Empfehlung des Kulturausschusses des Deutschen Städtetages, 2019



dessen Bewohner und Entwicklung. Wunschgeleitete, positive wie negative Postulate zur Wirksamkeit des Welterbestatus, welche die Wirkungen historischen Bauerbes allgemein für Stätten mit dem UNESCO-Siegel potenzierten, standen punktuelle Untersuchungen vornehmlich zur Tourismusentwicklung gegenüber. Gleichzeitig wurde in manchen Fachkreisen das Fragen nach dem Wirken des Welterbelabels als überflüssig erachtet: Die Touristiker waren sich der Wirkungen beispielsweise weitestgehend sicher, und die Denkmalpflege wies den Wirkungsgedanke zurück, da das Welterbe doch als Wert für sich stehe und keiner wirkungsorientierter Perspektive als Rechtfertigung brauche. Diese Haltungen standen den Wissensbedürfnissen der kommunalen Praxis gegenüber, die sich um die bewahrende Entwicklung ihrer Welterbestätten kümmern wollte. Es mangelte zum einen an umfassenden Evaluationen, die die Wirkungen des Weltkulturerbestatus im Querschnitt der soziokulturellen bis wirtschaftlichen Stadtentwicklungsthemen darstellten, negative Effekte thematisierten und das Wirken am Maßstab der Nachhaltigkeit bewerteten. Zum anderen fehlten Studien, die systematisch erklärten, warum und wie der Welterbestatus auf die Stadtentwicklung wirkt und was Einflussfaktoren sind.

Diese Wissensdefizite griff ich in einem Forschungsprojekt zu den UNESCO-Welterbestädten Stralsund, Wismar und St. Petersburg auf. Ich vertiefte damit die Ergebnisse der britischen Großstudien von Pricewaterhouse Coopers und Rebanks Consulting<sup>6</sup>. Aufbauend auf eigenen Datenerhebungen<sup>7</sup> und einem neu entwickelten Evaluationsansatz untersuchte und bewertete ich die Wirkungen des UNESCO-Labels für die nachhaltige Stadtentwicklung. Kernpunkte des Evaluationsansatzes waren die Operationalisierung des Nachhaltigkeitskonzeptes als Bewertungsmaßstab<sup>8</sup>, der Rückgriff auf das sozialwissenschaftliche Kausalitätsverständnis in Kombination mit externer Wirkungsausplausibilisierung sowie der Aufbau eines theoriebasierten Wirkmodells, welches die möglichen Wirkfelder, –mechanismen und –bedingungen antizipierte. Die Abbildung 1 zeigt einen Auszug des Modells. Ausgehend von den drei Grundfunktionen eines jeden Labels – nämlich der Kommunikation und Vermarktung, der Akteursvernetzung sowie der Produktqualifizierung dienen zu können – zeigt die Abbildung das mögliche Spektrum des Welterbelabels: Es sind die potentiellen Wirkbereiche der lokalen Lebensqualität- und Wirtschaftsentwicklung sowie der Denkmalpflege und Stadtplanung.

Die empirischen Untersuchungen in den Welterbestädten Stralsund, Wismar und St. Petersburg bestätigten letztlich dieses antizipierte Wirkspektrum: Das UNESCO-Label ist nachweislich ein Potenzial für die Stadtentwicklung in dem breiten thematischen Querschnitt. Demnach kann der Welterbestatus Gefühle der Ortsbindung und Identität der Bewohner stärken.

In den drei Fallstudienstädten fühlten sich beispielsweise zwischen einem Viertel bis zu einem reichlichen Drittel der befragten Bewohner aufgrund des Welterbestatus emotional berührt und an den Ort gebunden. Es sind allerdings insbesondere diejenigen Einwohner, welche ohnehin die physisch-materiellen und historischen Merkmale des Ortes, wie den Kirchturm in der Stadt, in ihrer personalen, raumbezogenen Identitätskonstruktion verankert haben.

Bemerkenswert sind in diesem Zusammenhang die differenzierten Authentizitätsverständnisse der lokalen Akteure. Die materielle Authentizität der Städte, welche im Zentrum der hoheitlichen Denkmalpflege steht und Wurzel des Welterbeschutzgedankes ist, ist keinesfalls ein allgemeingültiges, von allen lokalen Akteuren mitgetragenes Verständnis. Die Touristiker und auch Teile der (aktiven) Bürgerschaft beziehen sich vielmehr auf die atmosphärische Authentizität des Ortes, was zu Konflikten

mit dem Bauerbeschutz beziehungsweise zu Konflikten zwischen Tourismusentwicklung und Bewohnerschaft führen kann. Das Stichwort ist „overtourism“. Während ich Beispiele für ersteres in Stralsund und Wismar fand – beide Male im Zusammenhang mit Neubauten in den historischen Häfen der Städte (Ozeaneum in Stralsund; Medienhafen in Wismar), konnte ich keine Belege für den zweiten Zusammenhang finden: Der welterbebedingte Tourismus war in keiner der drei Städte so prägend, als dass er zu einem lokal beklagten atmosphärischen bzw. materiellen Authentizitätsverlust geführt hätte.

Abgesehen von der lokalen Identitätsstärkung und Ortsbindung sahen bis zu 16% der befragten Bewohner eine Bereicherung ihrer Lebensqualität durch welterbebezogene Angebote im Bildungs- und Freizeitbereich. Wahrgenommene und/oder genutzte Angebote waren zum Beispiel Sonderausstellungen, Schulprojekte und Feiern zum jährlichen Welterbetag. Zwischen den Fallstudienstädten zeigten sich hier jedoch deutliche Unterschiede, nämlich in Abhängigkeit von den lokal verfolgten Ansätzen und Aktivitäten, das Welterbethema im soziokulturellen Bereich der Lebensqualitätsentwicklung in Wert zu setzen.

Im wirtschaftlichen Bereich konnten vor allem diejenigen Wirtschaftsbranchen vom Welterbelabel profitieren, deren Produkte bzw. Dienstleistungen gezielt mit dem Ort arbeiten. Das traf in den untersuchten Branchen am stärksten für den Tourismus und die Immobilienwirtschaft zu, wo die sogenannten harten und weichen Welterbetouristen Besucherzahlen sanft heben können und das UNESCO-Label im Immobilienmarketing in sehr spezifischen Zielgruppen ein erstes Interesse für den Makrostandort schaffen kann. Dabei wirkte das Label maximal in den peripheren Mittelstädten Stralsund und Wismar für die lokale Immobilienwirtschaft begleitend-positiv: Das Label weckte bei der kleinen Gruppe von Investoren und privaten Anlegern mit geringen Ortskenntnissen ein erstes positives Interesse für den Makrostandort.

Auf die Kerninvestitionsentscheidungen der Interessenten hatte der Status jedoch keinen Einfluss. Das ist ein Unterschied zum Tourismus, wo zum einen die sehr kleine Gruppe der harten Welterbetouristen (3-5%) explizit Welterbestätten ansteuert. Zum anderen können die Reiseentscheidungen der weichen Welterbetouristen vom Label mitbeeinflusst werden, wenn das Welterbelabel in Kombination mit weiteren affektiven und kognitiven Merkmalen die Touristen von der Attraktivität der Reisedestination überzeugt.

Keine bzw. kaum Wirkungen auf den Umsatz, die Vermarktung und Produktentwicklung zeigten sich in St. Petersburg sowie Wismar und Stralsund für Restauratoren und Bauunternehmen im Bereich der Altbausanierung sowie in ingenieurtechnischen F+E-Unternehmen, Unternehmen mit hochqualifizierten Mitarbeitern in den Bereichen Gesundheit und Hochschule. Das Welterbelabel wirkte zudem nicht bzw. kaum in dem unternehmensrelevanten Bereich des Personalmanagements in Sinne der Werbung und Bindung von Mitarbeitern. Grund dafür sind die branchenspezifischen Verquickungen zwischen den Merkmalen des UNESCO-Welterbelabels – das Label steht vor allem für Internationalität, Hochkultur und Geschichte – und den Entscheidungs- und Handlungslogiken der Unternehmer und ihrer (potentiellen) Kunden.

Mit Blick auf das Bauhandwerk heißt das beispielsweise, dass diese Branche bislang nicht vom Welterbetitel profitierte, weil es ausgeprägt regional tätig ist und die Vergabe von Aufträgen seitens der öffentlichen und privaten Hand vor allem preisorientiert erfolgt. Unter diesen Bedingungen wirkte weder das nationale und internationale Marketingpotenzial des Labels, noch sein Potenzial, im Bauhandwerk zusätzliche Qualifikationen oder Qualitätsgütesiegel zu entwickeln.

Abgesehen davon wirkte das Welterbelabel in der öffentlichen Stadtplanung und Denkmalpflege positiv: Feststellbare Effekte waren ein Mehr an integrativem Denken und Handeln sowie eine erhöhte fachliche Qualität und Finanzkraft der Denkmalpflege. Beispielsweise stiegen mit der Ernennung zum Welterbe latent die

<sup>6</sup> REBANKS CONSULTING LTD; TRENDS BUSINESS RESEARCH LTD: World Heritage Status. Is there opportunity of economic gain? Research and analysis of the socioeconomic impact potential of UNESCO World Heritage Site status. Lake District, 2009 sowie PRICEWATERHOUSE COOPERS LLP: The Costs and Benefits of World Heritage Site Status in the UK. Executive Summary. Department for Culture, Media and Sport, Cadw and Historic Scotland, 2007

<sup>7</sup> Details zur empirischen Datenlage: <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:14-qucosa-133324>

<sup>8</sup> Nachhaltige Stadtentwicklung ist in der Arbeit über die Prinzipien der Integration, Partizipation und Verteilungsgerechtigkeit operationalisiert.

Mitgestaltungsbestrebungen lokaler bis überlokaler Akteure und/oder finanzielle Zuwendungen (z.B. Förder- und Stiftungsgelder).

Im Ergebnis bestätigte die Studie also dem UNESCO-Weltkulturerbestatus ein breites Wirkungsfeld. Deutlich wurden jedoch auch zwei Beschränkungen: Zum einen wirkt Welterbelabel maximal begleitend statt entscheidend, wie die Beispiele aus der Tourismus- und Immobilienwirtschaft sowie die Befragungsergebnisse zum Einfluß des Welterbelabels auf die Gefühle der Ortsbindung belegen. Zum anderen ist das Wirken des Labels intrinsisch limitiert. Eine stetig wachsende Welterbetourismuswerbung erzielt beispielsweise nicht dauerhaft gleiches Besucherwachstum aufgrund der Erschöpfung der begrenzten Zielgruppe von Welterbetouristen.

Die lokalen Wirkungen des UNESCO-Status in den Fallstudien standen letztlich mehrheitlich im Einklang mit den Prinzipien einer nachhaltigen Stadtentwicklung. Das ist jedoch keineswegs selbstverständlich und garantiert. Vielmehr standen in den drei Städten den positiven nachweislich ebenso negative, nicht nachhaltige Wirkungen gegenüber. Zu ihnen zählten unter anderem welterbelabelbedingte Parallelstrukturen in den Stadtverwaltungen und Überlastungen lokaler Akteure (Verteilungsgerechtigkeit), intransparente Entscheidungsprozesse sowie die labelbedingte Verstärkung verwaltungsinterner Ressortgrenzen (Partizipation) sowie die Gefährdung des baukulturellen Erbes trotz des Welterbeschutzstatus (Integration). Diese negativen Teilwirkungen standen in der Summe zwar deutlich den positiv zu wertenden lokalen Wirkungen nach. Sie verweisen jedoch notwendigerweise auf die Risiken, welche unter anderem aus der Unachtsamkeit bzw. dem Desinteresse lokaler, insbesondere durchsetzungstarker Akteure gegenüber den potenziellen Wirkbereichen des Welterbelabels resultierten.

#### **Die Bedeutung des lokalen Welterbemanagements**

Das Zusammenspiel der Vielfalt von Akteuren kristallisierte sich in meiner Arbeit als zentrale Wirkbedingung für das UNESCO-Label heraus. Die Studie zeigte: Je aktiver und querschnittsorientierter Lokalakteure mit Durchsetzungsvermögen den Welterbestatus in Wert setzen (schützen und nutzen), desto deutlicher und vielfältiger sind die Wirkungen des UNESCO-Labels für die Stadtentwicklung im Rahmen des intrinsisch Möglichen. Das Zusammenspiel der Akteure bedingt zudem die Wirkrichtung des Labels, das heißt inwiefern es eine nachhaltige Stadtentwicklung befördert oder hemmt.

Zentral sind daher die Zielsetzung, die Ressourcen, Strukturen, Instrumente und Prinzipien des lokalen Welterbemanagements. In den sieben deutschen Flächenwelterbestädten zeichnen sich diesbezüglich heute eine Reihe struktureller Ähnlichkeiten ab. Es ist zum einen die Position des Welterbemanagers, welcher als Anlauf- und Koordinationsstelle innerhalb der Stadtverwaltung dient und gleichzeitig explizit nach außen wirkt, kommuniziert und vernetzt. Es sind im Weiteren stadtvverwaltungsinterne und referatsübergreifende Gesprächsformate (idealerweise unter Beteiligung des Bürgermeisters), welche dem Charakter des Welterbe(label)s als Querschnittsthema Rechnung tragen. Zudem gibt es externe Beiratsstrukturen für die öffentliche Hand. Ziel letzterer ist die Beratung in Fragen der baulichen Weiterentwicklung und des Denkmalschutzes unter besonderer Beachtung der UNESCO-Welterbeidee.

Externe Beiräte werden zum Teil auch initiiert, um die soziokulturelle Inwertsetzung des Welterbes zu unterstützen und dessen lokale Verankerung zu stärken (z. B. in Stralsund). Beiratsmitglieder sind in diesen Fällen Multiplikatoren der lokalen Zivilgesellschaft und Privatwirtschaft. Das zentrale Instrument im Umgang mit dem Welterbe ist der jeweilige Welterbemanagementplan, welcher bestehende planerische Überlegungen mit neuen Daten zusammenführt und – je nach lokaler Zielrichtung – im Sinne einer nachhaltigen Pflege und Nutzung des Welterbes weiterentwickelt.

Das Zusammenspiel dieser Strukturen und Instrumente des Welterbemanagements und deren Ausgestaltung im Einzelnen, sind wesentlich für die lokale Wirkung des Welterbelabels. Sie setzen den Rahmen, welchen die lokalen Stakeholder entsprechend ihrer Kompetenzen, Wertsysteme und Persönlichkeitsmerkmale ausgestalten und nutzen bzw. missbrauchen können. Je gründlicher diese Spielräume durch die achtsame Ausgestaltung der informellen Welterbeinstrumente und –strukturen definiert und verankert sind, desto größer ist die Chance für gelungene, nachhaltige Entwicklung fördernde Welterbeinwertsetzung.

Die Arbeitsprinzipien des Multilateralismus, der Integration und Transparenz sind dabei – meiner Einschätzung nach – entscheidend. Mit Multilateralismus meine ich, dass das lokale Welterbemanagement all die unterschiedlichen Stakeholder und Akteure auf lokaler, regionaler und nationaler Ebene anspricht und einbindet, die den lokalen Zielen der Welterbeinwertsetzung dienen können. Die Einbindung der aktiven Bürger und (lokalen) Wirtschaftsvertreter als Impulsgeber, Multiplikatoren und Umsetzer (z.B. in Bildungsprojekten), ist dabei ebenso sinnvoll wie der kontinuierlich und strukturiert geführte Dialog zwischen den Ressorts innerhalb der Stadtverwaltung sowie mit den Vertretern von ICOMOS im jeweiligen, nationalen Rahmen. Im Sinne eines integrativen Arbeitens müssten zudem die sich zwischen den Akteuren abzeichnenden konfligierenden Ziele gemeinsam abgewogen und die Welterbeinwertsetzungsmaßnahmen effizient an bestehende, lokale Verwaltungs- und Planungsinstrumente angebunden werden. Die Kommunikation und Entscheidungsfindungen sollten dabei nach innen und außen maximal transparent verlaufen, um das vertrauensvolle Zusammenarbeiten zu ermöglichen und die lokal-globalen Prozesse des Welterbemanagements auf lokaler Ebene demokratisch kontrollier- und gestaltbar zu machen.

#### **Lokal angepasste Ansätze der Welterbeinwertsetzung**

Die Untersuchungen zu Stralsund, Wismar und St. Petersburg unterstrichen letztlich auch die Sinnhaftigkeit lokal angepasster Welterbemanagementansätze. Ein Grund dafür ist der Nachweis, dass der räumliche Kontext einer Welterbestadt sowohl die lokalen Möglichkeiten der Inwertsetzung als auch die Wirkungen des UNESCO-Labels beeinflusst. Demnach profitiert – bei bedachtsamem Einsatz ihrer eingeschränkten Ressourcen – eine peripherisierte Stadt relativ deutlicher vom Welterbestatus als eine metropole, wachsende Stadtregion mit UNESCO-Auszeichnung.

So mobilisiert das Welterbelabel in Städten des peripheren Raumes deutlich stärker die Lokalakteure, Ideen und Aktivitäten zur Stadtentwicklung zu entwickeln und umzusetzen. Es sind Absichten und Aktivitäten zum Schutz und zur Nutzung des Welterbestatus, welche die Lokalakteure deutlich in Bezug zum räumlichen Kontext – zu den Herausforderungen und Möglichkeiten – ihrer Städte setzen. Die Wismarer und Stralsunder Akteure konstatierten beispielsweise: „Was haben wir denn schon außer unserem schönen blauen Himmel und ein bisschen Landschaft?

Das ist die Altstadt. Ohne die Altstadt würden viele nicht kommen. Und so ist auch der Welterbestatus ein Wirtschaftsfaktor. So habe ich ihn auch immer gesehen“ (Denkmalpflege Wismar). Im Gegensatz dazu stehen Aussagen in St. Petersburg wie: „Die Stadt verändert sich. Da hilft der Status der Stadt nicht weiter, sondern gefährdet die Entwicklung. [...] Er ist eine politische Carte blanche, aber kulturell-historische Großstädte ziehen die Touristen und Investitionen selbst heran, auch ohne den UNESCO-Welterbetitel“ (Denkmalpflege St. Petersburg). Die psychologische, motivierende Kraft des Welterbelabels, neues Entwicklungsdenken und – handeln auszulösen, ist folglich räumlich differenziert ausgeprägt.



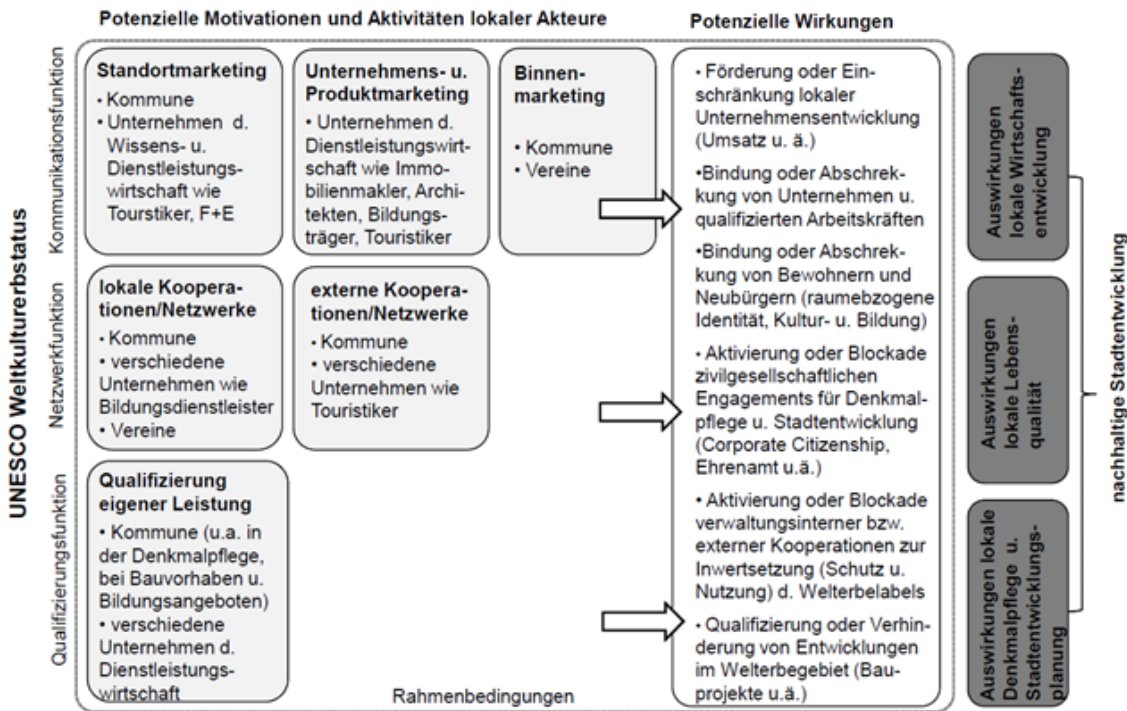


Abb. 1: Die potenziellen Wirkbereiche des UNESCO-Weltkulturerbelabels (eigene Darstellung)

Darüber hinaus resultiert das relative stärkere Wirkpotenzial des Labels für periphere Städte aus der relativ stärkeren Sichtbarkeit und Strahlkraft des Labels nach innen und außen: Im peripheren Kontext konkurriert das Label mit relativ weniger positiven Stadtmerkmalen als in metropolen Regionen.

Die Erreichbarkeit lokaler und überlokaler Zielgruppen durch das Label ist dadurch relativ besser gegeben und damit die Wirksamkeit in peripheren Städten relativ stärker. Beide Umstände begründen, weshalb die Wirkungen des Welterbestatus für den Schutz des baulichen Erbes und die soziokulturelle und ökonomische Stadtentwicklung in der Tendenz für periphere Städte stärker ausgeprägt ist als für Städte im metropolen Raum.

Die Bedingungen zur Inwertsetzung (Schutz und Nutzung) des Welterbelabels unterscheiden sich dabei ebenso deutlich zwischen den Raumkontexten: Der Herausforderung, nachhaltige Stadtentwicklung zu stabilisieren bzw. zu stimulieren bei begrenzten Ressourcen und relativ stärkerem Wirkpotenzial des Labels im peripheren Raum einerseits, steht andererseits die Herausforderung im metropolen Raum gegenüber, bei relativ geringem Wirkpotenzial des Labels, Stadtentwicklung und dynamische Konzentrationsprozesse nachhaltig – auch im Sinne der Ausgewogenheit von Erbeschutz und Neuentwicklung – zu lenken.

Während Städte im metropolen Raum vor allem den „nachhaltigen Schutz des (Welt-) Kulturerbe(-Label)s“ adressieren müssen, erscheint es für Städte im peripheren Raum sinnvoll, nicht nur den „nachhaltigen Schutz“, sondern auch die „nachhaltige Nutzung des (Welt-)Kulturerbe(-Label)s“ zu versuchen.

Letztlich sind lokal angepasste und lernfähige Welterbemanagementsysteme aufzubauen. Die Fallstudienforschung zu Stralsund, Wismar und St. Petersburg leitete diesbezüglich inhaltliche, strukturelle und prozessuale Empfehlungen ab, wie die spezifischen Herausforderungen und Chancen des Labels im Rückgriff auf bereits bestehende und erprobte Instrumente und Strukturen der bewahrenden Stadtentwicklung gemeistert bzw. genutzt werden könnten. Ein lokaler Prozess der ‚Welterbe-Leitbildentwicklung‘ scheint mir in jedem Fall empfehlenswert: Im realistischen Bezug auf die eigenen Ressourcen und die generellen



Arche de Palmyre Neimënster

© Lucien Koneczny

– eng begrenzten, begleitend statt entscheidenden und räumlich differenzierten – Wirkmöglichkeiten des UNESCO-Labels sollte die Zielrichtung des Welterbemanagements transparent abgestimmt werden. Forschungen zu weiteren Wirkbedingungen und Wirkungszusammenhängen in europäischen Welterbestädten könnten zudem weitere Hilfestellungen erarbeiten. Sie könnten die lokalen Lern- und Anpassungsprozesse, die wir in manchen lokalen Welterbemanagementsystemen sehen – auch im Umgang mit den neuen Welterbeinstrumenten wie den Heritage Impact Assessments – systematisch und zielgerichtet für einen Erfahrungsaustausch öffnen.

La Ville de Longwy entretient depuis très longtemps une amitié solide avec le Grand-Duché de Luxembourg. Le souvenir du sacrifice des trois mille volontaires Luxembourgeois tombés sur le sol français lors de la Grande Guerre, l'aide matérielle apportée par le Luxembourg à Longwy sinistrée et martyre, puis les libéralités des Luxembourgeois en 1923, lors de l'acquisition de l'ancien hôtel thermal des Récollets en vue d'y établir l'hôtel de ville, contribuèrent à créer des liens de sympathie et de reconnaissance entre les populations frontalières. La réalisation d'un vase exceptionnel, dont seules des photographies semblent transmettre l'existence, témoigne d'un épisode du quotidien projeté dans des événements historiques majeurs.

## LE VASE DE L'INDÉPENDANCE - UN SOUVENIR HISTORIQUE ENTRE LA FRANCE ET LE GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG\_

Dr. Jacques G. Peiffer



\_Vase de l'indépendance

Lors de sa séance ordinaire du 6 mai 1939, le conseil municipal de Longwy prit la décision, après avoir recueilli un avis favorable auprès du Consul du Grand-Duché, de baptiser «avenue de la Grande-Duchesse Charlotte» une des principales artères de la ville basse. Le 21 mai fut choisi pour célébrer, en présence de nombreuses personnalités civiles, militaires et religieuses, cet événement qui se doublait de la commémoration du centenaire de l'indépendance Luxembourgeoise.

Les Luxembourgeois habitant Longwy ont souhaité manifester leur affection à leur souveraine par un présent de grande valeur, un vase monumental<sup>1</sup>, une pièce unique dont la conception a été confiée à l'artiste Maurice Paul Chevallier<sup>2</sup>. D'une belle forme ovoïde encore imprégnée du géométrisme de l'Art Déco et présentant un plan décagonal accentué par une composition décorative académique

respectueuse de la tradition des semis floraux sur fond plein, ce vase alterne des motifs purement ornementaux et des éléments figuratifs et héraldiques. Des joncs verticaux rechampis à l'or séparent rigoureusement les lobes. Ces semis ne sont pas ceux habituellement en usage, mais semblent avoir été spécialement imaginés pour cette pièce. Les spécialistes en Vieux Longwy reconnaîtront l'influence extrême-orientale qui prévaut à Longwy depuis 1873, donnant à la Ville son image de «Vulcain des Orients». Ces décors floraux sont des interprétations de motifs historiques relevés en 1860 par l'architecte anglais Owen Jones qui fut un temps dans la mouvance de Viollet-le-Duc. Les facettes, ornées de motifs alternés, les uns «en semis jetés» et les autres formés de rinceaux en volutes, présentent une disposition hiératique de corolles de différentes fleurs dont la pivoine traditionnelle du décor D.792 forme l'ossature. L'adaptation du thème à des cartouches ajustés entre les arêtes des pans profilés montre le soin apporté à la disposition des sujets figuratifs posés à l'endroit le plus favorable pour une lecture claire des cinq cartels oblongs et paysagés.

Cette ornementation officielle est accompagnée du blason couronné des armoiries du Grand-Duché et d'un médaillon portant la lettrine «CH». Les paysages évoquent la Lorraine et le Luxembourg: Nancy et les fers forgés de la place Stanislas, la basilique d'Avioth et la Recevresse gothique, Longwy en sa vallée industrielle, Cons-la-Grandville et son bas-fourneau; la dernière vue est le château de Colmar-Berg qui allait devenir, le 3 août 1939, le lieu de l'entrevue entre la Grande-Duchesse Charlotte et Albert Lebrun (1871-1950), Président de la République Française (du 10 mai 1932 au 11 juillet 1940), enfant du Pays des Émaux, né à Mercy-le-Haut.

L'ancien château de Colmar-Berg, acquis par L'État Luxembourgeois est mis à la disposition du Grand-Duc Guillaume IV qui, lors de son avènement au trône, a décidé en 1934 de le démolir pour faire construire une résidence mieux adaptée aux besoins de l'époque. L'architecte Max Ostenrieder de Munich reçoit en 1907 la maîtrise des travaux et l'exécution est confiée à l'architecte luxembourgeois Pierre Funck-Eydt qui livre le nouvel ensemble résidentiel en 1911. Les Grandes-Duchesses Marie-Adélaïde et Charlotte y résident pendant leurs règnes respectifs. En mai 1940, l'administration civile allemande occupe le château

<sup>1</sup> NOËL Maurice, Les Amis du Vieux Longwy, 1985, n° 3 et 4, p. 106

<sup>2</sup> CHEVALLIER Maurice-Paul (1892-1987): Artiste décorateur et peintre, diplômé de l'École centrale des Arts décoratifs, Paris. (Médaille d'argent). Débute à Longwy en 1925 et succède à son cousin Raymond Chevallier en 1931. À partir de 1939, il signe de nombreux décors en pièces uniques, notamment sur des formes de vases monumentaux. Chef de l'atelier de décoration et de création jusqu'à sa mise à la retraite en 1972, il reprend du service entre 1978 et 1985 créant de nouveaux décors traditionnels pour la faïencerie Saint-Jean l'Aigle et associant ces décors aux créations modernistes du chef des travaux d'art Jacques Peiffer.





\_Patrimoine vivant

et l'affecte à une école pour jeunes filles. En 1948, la révision de la Constitution Luxembourgeoise réserve le château de Berg à l'habitation du Grand-Duc.

Albert Lebrun, major de l'École polytechnique, ingénieur du corps des Mines, officier d'artillerie, entré en politique dès 1898 sous la Troisième République comme Conseiller Général, nommé Ministre de la Guerre en 1913, Ministre des Colonies entre 1913 et 1914, puis Ministre des Régions libérées (1917-1919) était un proche de Georges Clemenceau et de Raymond Poincaré. Il est élu président de la République en 1932. Alors que la Seconde Guerre mondiale se trame aux frontières, Albert Lebrun est réélu le 5 avril 1939, il entreprend le 3 août 1939 un voyage au Luxembourg et rencontre à Berg la Grande Duchesse Charlotte. Le 3 septembre, la France déclarait la guerre à l'Allemagne. Opposé à la signature de l'armistice et durant l'occupation du pays par le Troisième Reich, Albert Lebrun est placé en résidence surveillée, puis arrêté par la Gestapo le 27 août 1943 et déporté en Allemagne.

L'Histoire de ce vase commémoratif ne se termine pas par ces lignes puisque cette œuvre d'art n'est encore pas circonscrite dans ses dispositions de conservation patrimoniale. En revanche, il est possible d'en restituer une brève nomenclature muséographique.

En 1939, le contexte économique et politique étant à ce moment peu favorable à des solennités, la Société des Faienceries de Longwy était en difficultés financières et le baron Fernand d'Huart, administrateur depuis 1920, envisageait sa fermeture définitive, ce que la déclaration de guerre évita. Quatre cents personnes travaillaient en cette année entre les murs historiques du vénérable couvent des Carmes, l'un des deux sites fondés en 1796 et 1798 dans la vallée, au pied de la citadelle de Vauban. Les Émaux de Longwy, apparus en 1873 en relation avec le brevet d'invention déposé en 1864 par l'artiste mosellan Eugène Collinot, avaient atteint une réputation internationale, notamment grâce aux Expositions internationales universelles de Paris en 1878 et 1889.

En quelques mots, les «Émaux de Longwy» sont des céramiques d'une exécution luxueuse dont le corps en argile blanche, dite «terre de pipe», est recouvert d'un revêtement vitrifié, un émail épais qui, particularité technique du brevet d'invention posé, est coloré par des oxydes métalliques en suspension ou en dissolution dans sa masse de verre. Posés méticuleusement goutte à goutte



au pinceau de marte spécialement taillé par des décoratrices spécialisées, les Émaux s'enchaînent et se fondent entre les filigranes formés par un fin tracé d'oxyde noir mêlé d'huile de lin. Chaque détail de cette œuvre unique est un témoin du style Longwy mêlant à l'Art Déco des éléments classiques revisités par la fonction institutionnelle de l'œuvre, peut-être même est-elle l'une des dernières pièces importantes cuites dans les anciens mouffles (fours spéciaux) de l'usine des Carmes, aujourd'hui disparue suite à un incendie survenu en 1981.

Im Jahr 2018 wurde unter Leitung der Umweltverwaltung ein landesweites Screening der Stickstoffdioxid Belastung an 103 Standorten in Luxemburg (davon 41 ganzjährig) durchgeführt. Darüber hinaus wurden detaillierte Messungen, sowie Verkehrszählungen mittels des Umweltmesswagens des Luxembourg Institute of Science and Technology (LIST) durchgeführt. An einigen Standorten wurden Überschreitungen des Jahresgrenzwertes festgestellt. Die Belastungen sind primär auf den Strassenverkehr zurückzuführen, beschränken sich jedoch auf den straßennahen Raum.

## STICKSTOFFDIOXIDBELASTUNG IN LUXEMBURG – ERGEBNISSE EINES LANDESWEITEN SCREENINGS

Jürgen Junk, Franz Kai Ronellenfitsch, Andreas Krein



Abb. 1: Passivsammler mit Witterungsschutz (links), sowie Umweltmesswagen des Luxembourg Institute of Science and Technology (rechts).

Stickstoffdioxid ( $\text{NO}_2$ ) entsteht überwiegend durch die Verbrennung fossiler Energieträger. Die Hauptquellen für die durch Menschen verursachten  $\text{NO}_2$  Emissionen sind der Verkehr, Feuerungsanlagen für Öl, Gas und Holz, sowie Industrieemissionen. Die relativ geringe Interaktion von  $\text{NO}_2$  mit den oberen Atemwegen führt dazu, dass der Schadstoff tief in den Atemtrakt eindringen kann und dort im Lungengewebe zu entzündlichen Prozessen, sowie zur Reizung der Bronchien führen kann. Zum Schutz der menschlichen Gesundheit wurden von der Europäischen Union Grenzwerte für  $\text{NO}_2$  Konzentrationen in der Außenluft festgelegt. Der EU-Grenzwert für den Jahresmittelwert beträgt  $40\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Der Kurzzeitgrenzwert von  $200\mu\text{g}/\text{m}^3$  pro Stunde darf nicht öfter als 18-mal im Kalenderjahr überschritten werden (EU Richtlinie 2008/50/CE).

Das im Jahr 2017 verabschiedete nationale Luftqualitätsprogramm sieht vor, die Kommunen in Luxemburg in Fragen der Luftreinhaltung miteinzubeziehen. In diesem Zusammenhang konnten die Gemeinden sich an einem landesweiten Screening der  $\text{NO}_2$  Immissionsbelastung im Jahr 2018 beteiligen (Untersuchungsziel: Jahresgrenzwert). Zu Beginn des Jahres wurden die Messungen an 103 Standorten begonnen, an 62 Standorte wurde nach 3 Monaten das Screening gestoppt, da mit hoher Wahrscheinlichkeit mit keiner Grenzwertverletzung zu rechnen war. An 41 Standorten wurden die Messungen bis zum Jahresende weitergeführt.

Ob es zu Überschreitungen des Kurzzeitgrenzwertes bezüglich  $\text{NO}_2$  an verkehrsbeeinflussten Standorten kommen wird, ist mittels eines solchen Screenings jedoch nicht zu bewerten. An diesen sogenannten Hot Spots der  $\text{NO}_2$  Belastung wurden dahingehend zusätzliche, hochaufgelöste Messungen mittels des Umweltmesswagens des LIST durchgeführt. Neben der Bewertung der Einhaltung des Kurzzeitgrenzwertes dienen derartige mobile Messungen zur Erlangung von zusätzlichem Prozessverständnis. Die Hauptziele der Messkampagnen sind:

- \_Verbesserung der Information der Bürger
- \_Sensibilisierung der Gemeinden und ihrer Bewohner für das Thema Luftqualität allgemein und  $\text{NO}_2$  im Besonderen
- \_Motivation der Bürger, sich an der Verbesserung der Luftqualität zu beteiligen
- \_Vergleich der Ergebnisse auf nationaler und internationaler Ebene
- \_Vervollständigung und Verfeinerung der Messungen und Modellierung der Umweltverwaltung über die geografische Verteilung der  $\text{NO}_2$  Gehalte in ganz Luxemburg.

### Messstandorte der Passivsammler in den Gemeinden

Im Jahr 2017 organisierte die Umweltverwaltung in Zusammenarbeit mit den lokalen Akteuren die Auswahl der Messstellen für die  $\text{NO}_2$  Passivsammler in den



Gemeinden. Des Weiteren wurden die Verteilung der Passivsammler, die Analytik, sowie die Validierung und Interpretation der Ergebnisse von der Umweltverwaltung betreut und durchgeführt. Die Kosten der Analytik wurden seitens der beteiligten Gemeinden getragen. Die genaue Lokalisation der Messstellen ist Tabelle 1 zu entnehmen.

### Messprinzipien

Die Messung der zweiwöchigen  $\text{NO}_2$  Immissionskonzentrationen erfolgte mittels Passivsammlern, sogenannten Palmes Diffusionsröhrchen. Diese arbeiten nach einem Verfahren, das als molekulare Diffusion bezeichnet wird. Die Verbindungen (in diesem Fall  $\text{NO}_2$ ) in der Umgebungsluft haben eine höhere Konzentration als die Luft in der Röhre, so dass die Verbindungen in die Röhre diffundieren und auf dem Adsorber am Ende der Röhre gesammelt werden. Weil die Verbindungen absorbiert werden, wird die niedrigere Konzentration in der Röhre beibehalten, und die Diffusion geht weiter.

Die Geschwindigkeit, mit der die Verbindungen sich in die Röhre bewegen, wird als Aufnahmezeit bezeichnet. Dies ist eine bekannte Rate und wird in den Berechnungen der  $\text{NO}_2$  Konzentrationen verwendet. Die Diffusionsröhrchen sind für eine Langzeitüberwachung vorgesehen. Das Röhrchen wird an der erforderlichen Überwachungsstelle in ca. 3m Höhe an wettergeschützten Halterungen platziert und dort für 2 Wochen exponiert. Nach Ablauf dieser Sammelzeit wird der Adsorber im Labor extrahiert und ionenchromatographisch analysiert, und die Konzentration in der Luft mit Hilfe der Adsorptionsrate bestimmt.

Der eingesetzte Messwagen des Luxembourg Institute of Science and Technology (Abbildung 1) ist unter anderem mit einem eignungsgeprüften kontinuierlich arbeitenden Analysator zur Bestimmung von Stickoxiden in der Umgebungsluft (HORIBA APNA-370) ausgerüstet. Es handelt sich um einen Chemilumineszenzmonitor, welcher das "Cross Flow" Modulations Prinzip verwendet. Das Gerät garantiert einen wartungsarmen Betrieb und extrem stabile Messungen.

Es ist eignungsgeprüft nach EN-14211 (Referenzmethode für kontinuierliche Immissionsmessungen). Alle Messungen wurden in einer fünfsekündlichen Auflösung ca. 3m über dem Erdboden realisiert, aus denen die entsprechenden Minutenwerte, sowie Stundenwerte

Gemeinde	Ortschaft	Adresse	Code (x-Achse Abbildung 1)
Bertrange	Bertrange	69, route de Longwy	NBEGE05
Bertrange	Bertrange	gegenüber Gemeindeverwaltung	NBEGE02
Bettembourg	Bettembourg	63, route d'Esch	NBERG02
Bettembourg	Bettembourg	24, route de Luxembourg	NBERG03
Bettembourg	Bettembourg	45, route de Mondorf	NBERG04
Betzdorf	Roodt/Syre	5-7, route de Luxembourg	NRORE01
Betzdorf	Olingen	16, Cité up Ei'en	NOLEN01
Colmar-Berg	Colmar-Berg	7, rue d'Ettelbruck	NCORG01
Contern	Oetrange	2A, Montée d'Oetrange	NOEGE01
Diekirch	Diekirch	24, rue de Stavelot	NDIEH01
Differdange	Differdange	144, avenue de la Liberté	NDIGE02
Differdange	Differdange	24, rue des Ecoles	NDIGE04
Dudelange	Dudelange	RP route de Burange	NDUGE02
Dudelange	Dudelange	34, rue du Commerce	NDUGE05
Echternach	Echternach	57, rue des Remparts	NECCH03
Echternach	Echternach	21, rue Ermesinde	NECCH02
Esch-Alzette	Esch/Alzette	50-52, boulevard Kennedy	NESTE04
Esch-Alzette	Esch/Alzette	205, rue de Luxembourg	NESTE08
Esch-Alzette	Esch/Alzette	69, rue Arthur Useldinger	NESTE07
Frisange	Frisange	15, Munnerëferstrooss	NFRGE02
Frisange	Frisange	4, Lëtzebuurgerstrooss	NFRGE01
Hesperange	Hesperange	8-10, rue de Gasperich	NHEGE02
Hesperange	Hesperange	398, route de Thionville	NHEGE01
Hesperange	Alzingen	512, route de Thionville	NALEN01
Kayl	Kayl	26, Grand-Rue	NKAYL02
Kayl	Tétange	25, rue de Rumelange	NTEGE02
Lorentzweiler	Lorentzweiler	80, route de Luxembourg	NLOER01
Luxembourg	Luxembourg	30, boulevard Royal	NLURG06
Luxembourg	Luxembourg	260, route d'Esch	NLURG05
Mamer	Mamer	60, route d'Arlon	NMAER02
Mertert	Wasserbillig	39, Grand-Rue	NWAIG01
Mertert	Wasserbillig	16, route de Luxembourg	NWAIG04
Nommern	Cruchten	67, rue Principale	NCREN01
Nommern	Schroendweiler	CR115 - Eglise	NSCER01
Naturpark (NP)	Oewersauer	Wiltz op der Lann	NWITZ01
Pétange	Pétange	46, route Longwy	NPEGE01
Sanem	Belvaux	219, route d'Esch	NBEUX01
Schifflange	Schifflange	8, rue du Moulin	NSCGE02
Schuttrange	Schuttrange	77, rue Principale	NSUGE01
Walferdange	Helmsange	5, route de Diekirch	NWAGE01
Wormeldange	Wormeldange	7, rue de Dreibern	NWOGÉ

Tab. 1: Messtellen in den Gemeinden in Luxemburg

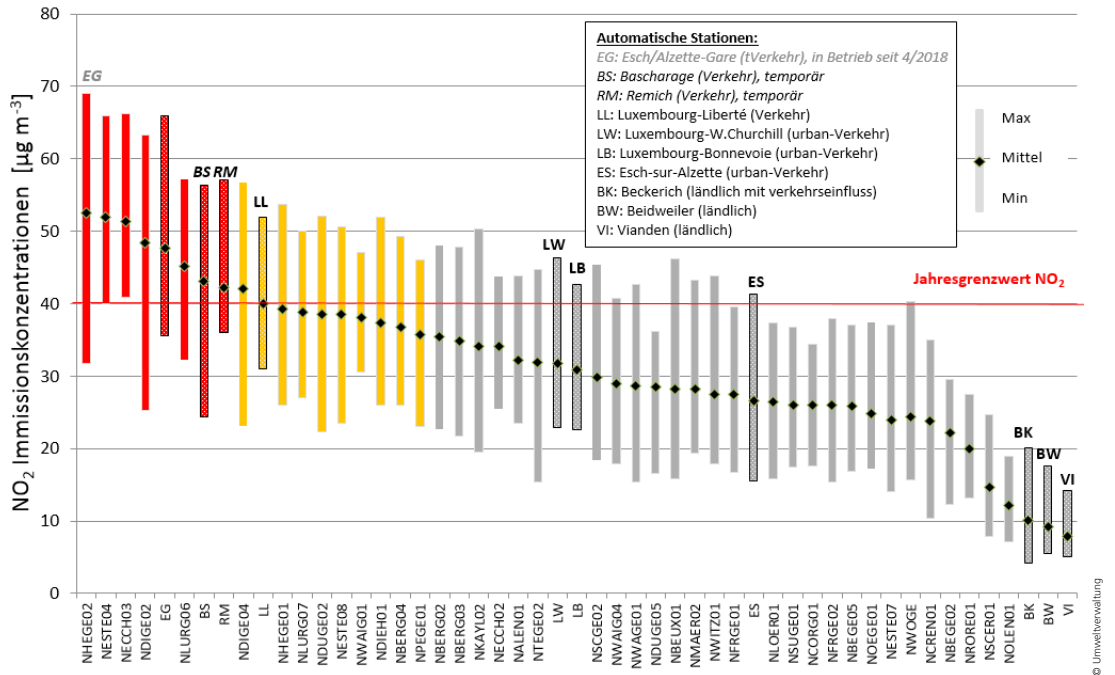


Abb. 2: Jahresmittelwerte der NO<sub>2</sub> Immissionskonzentrationen berechnet aus zweiwöchigen Expositionszeiträumen der Passivsammler in Gemeinden in Luxemburg. Code der Gemeinden siehe Tabelle 1; Zeitraum 10/01/2018 bis 27/12/2018.

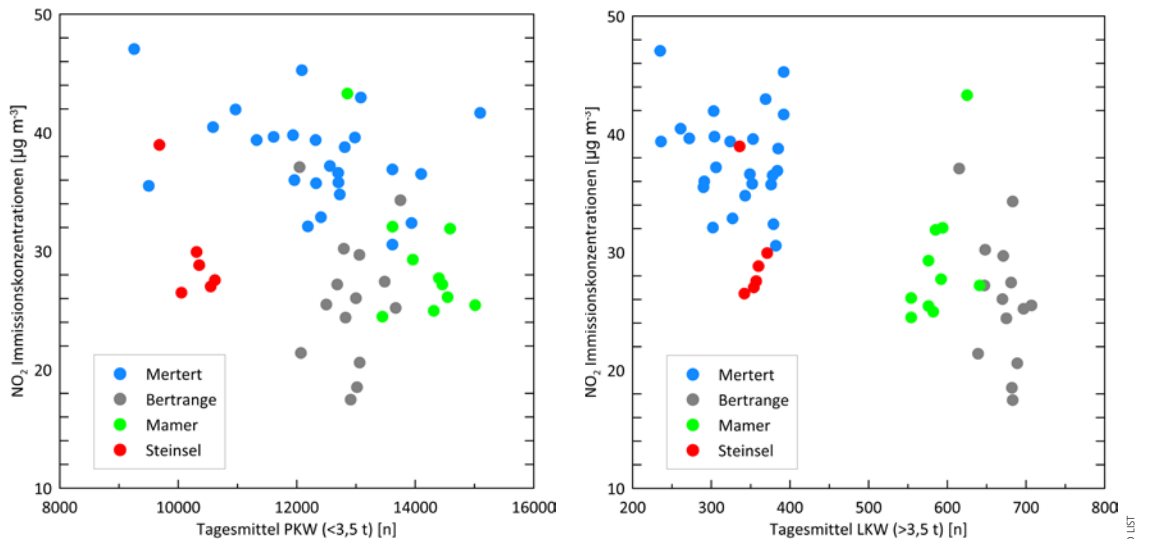


Abb. 3: Scatterplots der NO<sub>2</sub> Mittelwerte versus Verkehrsdichte (PKW links, LKW rechts) in den vier Gemeinden Mertert, Bertrange, Mamer und Steinsel; Mittelungszeitraum 2 Wochen.

abgeleitet wurden. An den Messpunkten wurden während der Messungen manuelle Verkehrszählungen von PKW sowie von Kraftfahrzeugen grösser als 3,5 Tonnen durchgeführt.

Die Abbildung 2 zeigt die Rangfolge und die Variation (Minimal- und Maximalwert) von NO<sub>2</sub> Konzentrationen (µg/m<sup>3</sup>), gemessen an 41 Orten im 2 wöchentlichen Rhythmus im Jahr 2018. Zusätzlich sind in der Grafik die 7 ortsfesten Messstationen der Umweltverwaltung mit kontinuierlichen NO<sub>2</sub> Messungen dargestellt, sowie die Ergebnisse von 3 Sondermesskampagnen in Esch-sur-Alzette am Bahnhof (EG), in Bascharage (BS) und in Remich (RM). Für die rot markierten Balken wurde der EU-Grenzwert für den Jahresmittelwert von 40µg/m<sup>3</sup> im Jahr 2018 überschritten. An den gelb markierten Stationen kann es unter Berücksichtigung der Messunsicherheit des Passivsammler- Verfahrens von 5µg/m<sup>3</sup> eventuell zur Verletzung des Jahresmittelwertes kommen. Die grau markierten Messstationen liegen im Jahr 2018 unterhalb des Jahresgrenzwertes für NO<sub>2</sub>. Die fünf am stärksten mit NO<sub>2</sub> belasteten Messstandorte liegen in Hesperange, Esch-Alzette, Echternach, Differdange und Luxemburg Stadt.

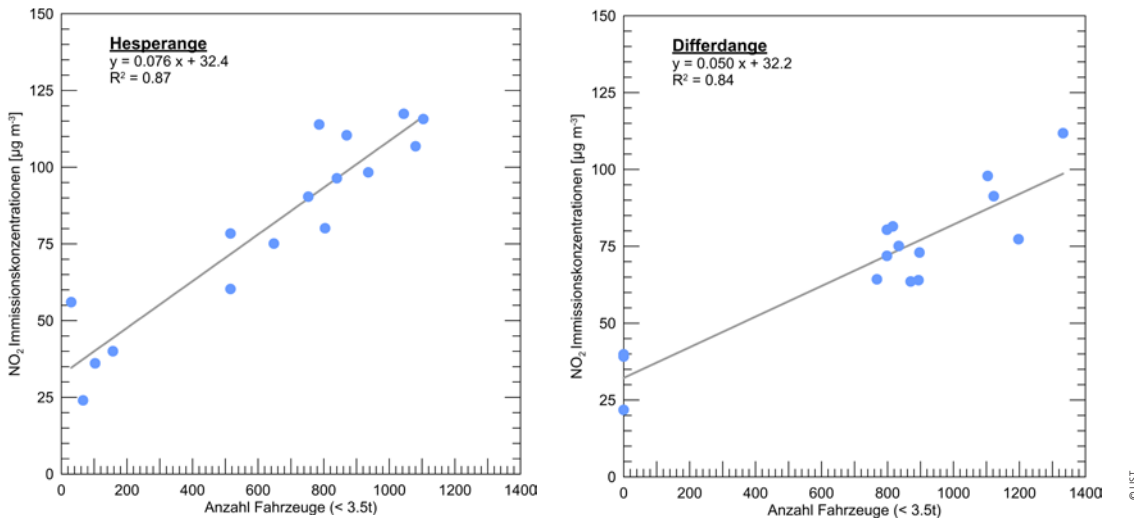
Um einen Zusammenhang der mittels Passivsammlern gewonnen Konzentrationen und den entsprechenden Verkehrszahlen an den jeweiligen Messstellen zu erstellen, wurden automatische Verkehrszählstellen

identifiziert, die in unmittelbarer Umgebung der NO<sub>2</sub> Messstellen liegen. In den Gemeinden Mertert (Wasserbillig), Bertrange, Mamer und Steinsel zeigen sich folgende Zusammenhänge zwischen der Verkehrsbelastung und den mittleren zweiwöchigen NO<sub>2</sub> Immissionskonzentrationen. Überraschenderweise ist bei 2-wöchigen Messungen (Mittelwert NO<sub>2</sub> versus Mittelwert Verkehrsstärke) kein klarer Zusammenhang zwischen der Anzahl der Fahrzeuge und der Höhe der NO<sub>2</sub> Werte erkennbar. Besonders bei der Analyse der LKW Belastung (Abbildung 3 rechts) wird deutlich, dass die Standortcharakteristika (Bebauungsdichte, Höhe der Randbebauung, Durchlüftung, begleitende Grünflächen etc.) wesentlich wichtiger als die Verkehrsstärke sind.

So weist zum Beispiel die sehr eng bebaute Grand-Rue in Mertert (Wasserbillig) trotz geringerer Verkehrszahlen wesentlich höhere NO<sub>2</sub> Konzentrationen auf, als der besser durchlüftete Standort Bertrange. Im Gegensatz dazu, zeigen die stündlichen Messungen der NO<sub>2</sub> Immissionskonzentrationen mittels des Umweltmesswagens des LIST ein anderes Bild (Abbildung 4). Sowohl in Hesperange, als auch in Differdange ist ein deutlicher Zusammenhang zwischen der NO<sub>2</sub> Belastung und der Verkehrsmenge zu erkennen.

Aus einem gesundheitlichen Aspekt betrachtet stellt sich die Frage, wie weit die strassennahen hohen





\_Abb. 4: Scatterplot der NO<sub>2</sub> Stundenmittelwerte versus Stundenmittel der PKWs in Hesperange (links) und Differdange (rechts).

Konzentrationen in die Randbebauung eindringen können. Um dies beurteilen zu können, wurden Transektenmessungen in den Gemeinde Hesperange, Differdange und Walferdange durchgeführt. Als Referenzpunkt für die hohen Belastungen dienen ein Messpunkte an der zentralen Hauptstraßen. Weitere Messpunkte befanden sich in den angrenzenden Wohngebieten. An jedem dieser Messpunkte wurden zeitlich hoch aufgelöste, stündliche Stickstoffdioxidmessungen realisiert.

Die Messpunkte an der Hauptstraßen sind durch einen sehr unruhigen Verlauf der Konzentrationskurven geprägt. Hier zeigt sich die Nähe zur Hauptquelle der Stickoxide und der Einfluss staubbedingten oder ampelbedingten Stop & Go Verkehrs. Bereits am ersten Messpunkt im angrenzenden Wohngebiet gehen sowohl die absoluten Immissionskonzentrationen als auch deren Variabilität deutlich zurück. Bei wiederholten Messungen ergibt sich ein einheitliches Bild. Die hohen Konzentrationen an den Hauptstraßen – verringern sich um ca. 30% bis 50% ca. 60m von der Hauptemissionsquelle entfernt. Am dritten Messpunkt in einer Distanz von ca. 270m Entfernung zur Hauptstraße wurden in der Regel noch geringere Konzentrationen erfasst. Somit beschränken sich die hohen Immissionsbelastungen in allen Untersuchungen auf die direkte Straßenrandbebauung.

#### Fazit

In Ballungsgebieten ist der Straßenverkehr eine bedeutende NO<sub>2</sub> Quelle mit einem Anteil von ca. 60%. Obwohl die NO<sub>2</sub> Emissionen aus dem Verkehr sinken, nimmt der Anteil des NO<sub>2</sub> an den gesamten Stickstoffdioxid-Emissionen zu. Grund hierfür ist neben der natürlichen Umwandlung von Stickstoffmonoxid (NO) zu NO<sub>2</sub> der höhere Anteil von NO<sub>2</sub> im Abgas von mit Oxidationskatalysatoren ausgestatteten Dieselfahrzeugen. Das gebildete NO<sub>2</sub> wird direkt emittiert und führt in Siedlungen entlang von Verkehrswegen zu erhöhten NO<sub>2</sub> Konzentrationen. NO<sub>2</sub> ist ein reaktives Oxidationsmittel, welches an Zellstrukturen der Atemwege Entzündungsreaktionen verursachen kann und somit negativ auf die Gesundheit wirkt. Eine Reduktion der Stickoxid Konzentrationen führt somit zu einer direkten Entlastung der betroffenen Bevölkerungsgruppen.

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass sich NO<sub>2</sub> Konzentrationen schon auf kleinem Raum sehr stark

unterscheiden können. Hohe Konzentrationen werden entlang von stark befahrenen Strassen registriert. Bereits einige Zehner Meter von der Fahrbahn entfernt werden deutlich geringe Konzentrationen gemessen. Es gibt einen klaren Zusammenhang zwischen der Verkehrsstärke und den NO<sub>2</sub> Belastungen bei stündlichen Messungen. Je länger jedoch der Mittelungszeitraum wird, desto stärker wirken Effekte der Bebauung, der Durchlüftung oder der großräumigen Wettersituation.

#### Danksagung

Wir danken Herrn P. Dornseiffer und C. Magar von der Administration de l'Environnement, Unité Surveillance et évaluation de l'Environnement für die Bereitstellung der Daten der Passivsammler, sowie für die Bereitschaft zur Diskussion der Ergebnisse.

Link zu den weiterführenden Berichten der Umweltverwaltung bezüglich des NO<sub>2</sub> Screenings  
<https://environnement.public.lu/fr/loft/air/mesures/campagnes-speciales/campagne-communes-NO2.html>  
[www.list.lu](http://www.list.lu)

Lauréat du Prix da Vinci 2019

# DESIGN AND DEVELOPMENT OF A 3D PRINTED 6-AXIS ROBOT ARM\_

Laurent ANDRÉ

Full robotic automation is the goal of many companies in the industry. However, this is a costly undertaking and the high precision that goes along with many of these machines is not always needed. This led to the question if it is possible to develop a robot for simple tasks that would cost only a fraction of the industry standards and still fulfill the required specifications. A combined bachelor thesis by A. Marozzi and L. André under the supervision of C. Wolf from the University of Luxembourg investigated this question. The project was developed in cooperation with GCL Technologies.

## Problem Definition

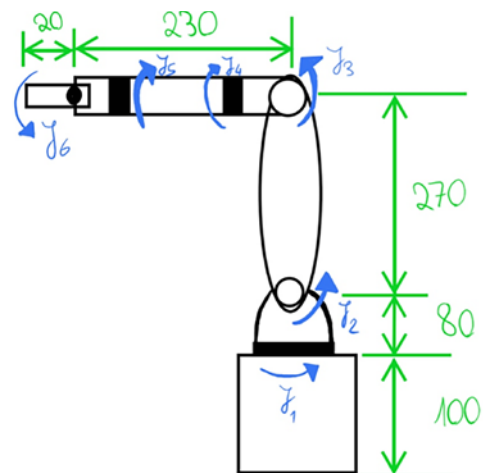
The goal of the project was to design and develop a six-axis universal robot arm, where most of the parts should be produced by the means of additive manufacturing. The bachelor thesis does not only include the consideration of the mechanical components, but also the electrical and software parts necessary to build a working prototype. The resulting prototype of the project should be a good development base for a low-cost robot that can be used for simple pick and place operations.

Additionally, the fitting software should consider the implementation of further functionalities. The target was to develop a robot arm with a payload of 2kg (initially 4kg) and with a reach of 500mm.

## 3d Printer

Most of the mechanical parts of the robot were printed using a Multi Jet Fusion (MJF) 3d printer. As a material, Nylon 12 also known as PA-12 was used for all of the 3d printed parts. The MJF technology makes use of a powder bed by applying a fusion agent on the exact location, where the material should bond together. Since the entire build space is filled with powder, it is possible to produce parts without any support structure and limitation of the gravity. This can be considered as a huge benefit over most of the other additive manufacturing methods. Without the need of support material, less caution must be made concerning the orientation of the parts to be produced, allowing for even lesser constrained geometries.

Additionally, parts produced by an MJF printer tend to be stronger than parts realized using other techniques such as the Fused Deposition Modeling (FDM). Here a filament is melted similar to a hot-melt gun and the melted material is then deposited layer by layer as defined by the slicing software. Fortunately, the obtained technical properties



\_Fig. 1: Initial sketch

are close to those obtained, for instance by traditional injection molding.

## Initial Starting Point

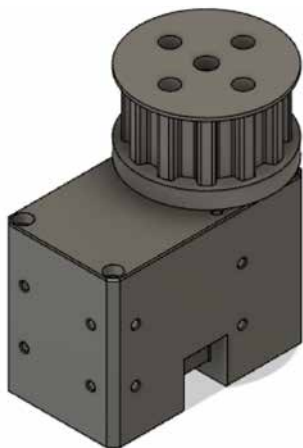
The open source project 'Niryo One' served as an initial starting point. This robot arm is designed for educational purposes and printed using an FDM printer. However, it is important to note that this robot cannot meet the desired requirements, neither for the reach nor in terms of payload. Other available 'low cost' robot arms had similar limitations so that it was necessary to design a new robot in order to meet the given specifications of this project.

## Mechanical Part

In a first step the rough placement of the joints was fixed. [Figure 1] This allowed to compute the necessary torques in order to handle the given payload. An already shortened list of possible servos could then be determined. Here the best choice in terms of torque and precision seemed to be the smart actuators by Robotis.

Four servo motors with a torque of 1.5Nm (J1, J4, J5, J6), one with 4.1Nm (J3) and the largest one capable of producing a torque of 10.6Nm (J2) were selected. For some joints a transmission was necessary, more precisely this concerned the joints J1, J2 and J3, especially for the latter two, the transmissions with a ratio of 3 is vital to handle the given payload defined in the specifications. All three transmissions are belt transmissions, which





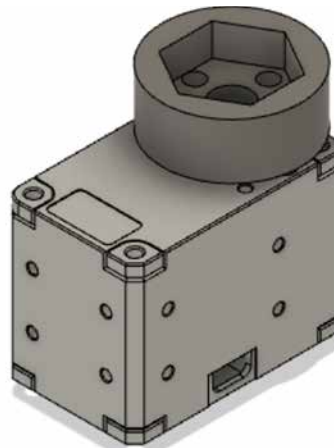
\_Fig. 2: Servo with gear

were realized using timing belts of 10 and 16mm width. With the help of a CAD software the belt strengths were validated to withstand the acting forces. Having chosen the motors that should be used, it was then possible to plan the fitting mounts and parts to be 3d printed. The most critical parts were designed by conducting a Finite Element Analysis ensuring that the parts can endure the loads and especially the high forces generated due to the transmissions. Another important issue is to keep the deformation in an acceptable range, particularly when considering the use of plastic parts.

Here, the weight of the robot itself plays an important role beside the acting loads that were already mentioned. The overall aim of the design process was therefore to reduce the weight of each part as much as possible without weakening them too much.

Another crucial step in the robot's development was how the torque of the motors should be transmitted. In this case the solution was to design special 'shaft couplers'. For the joints with a transmission, this was solved by designing the gear that could directly be mounted onto the turning part of the motors. [Figure 2] For the other joints, shaft turners were created which are then screwed onto the driving parts of the servos and connected to the shaft of the joints. [Figure 3]

A smooth and precise rotation of each joint is ensured by using quality bearings. For the first joint (J1) a large



\_Fig. 3: Servo with shaft coupler

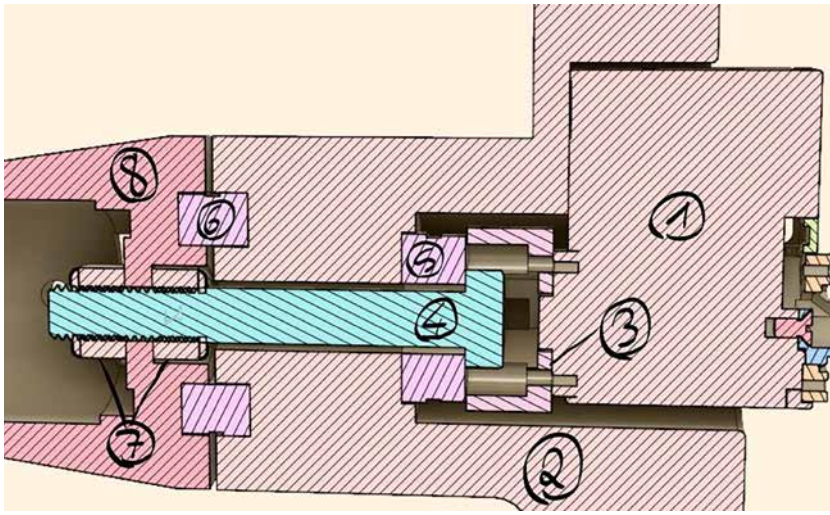
thrust ball bearing was used for vertical stability reason. Furthermore, this is the joint that potentially has to support the highest loads. Depending on the position of the robot arm it has to support nearly the entire weight of the robot and the payload.

For the joints J2, J3 and J5 standard ball bearings were used on both sides of the axis, ensuring a smooth rotation of the joint shaft. For the joint number four, two thrust bearings were used (denoted as 5 and 6) [Figure 4]. The final joint has a direct connection between end effector and the servo. No bearings were necessary in this case.

Finally, the robot was fixed onto a large steel plate of 12mm thickness. This ensures that the robot arm cannot tip over, even when handling the maximum payload. The highest bending moment to be considered would occur when the robot arm is maintained in a straight pose as can be seen in Figure 5. The steel plate guarantees that the robot can be moved without the need of being screwed down at a permanent location which can simplify the task of testing later on.

#### Electrical and Software Part

The selected servos are operated at 12V and controlled using a specific servo controller board that can be directly mounted to the GPIO pins of a Raspberry Pi 3B+ single board computer. The robot's main control system is located on the Raspberry and in terms of the backend software the Robot Operating System (ROS) is used. ROS is a meta-operating



\_Fig. 4: Section joint 4



\_Fig. 5: Straight arm pose where maximum bending moment occurs



\_Fig. 6: Frontend interface

system that runs on top of a Unix OS and is frequently used to build robot applications in the industry. It includes, among others, algorithms to compute the inverse kinematics and the motion planning for robot arms. At the time of this project, the recommend version of ROS with long term support was ROS Melodic.

All of the backend scripts are written in Python due to its relatively easy syntax. The scripts are making direct use of the functionalities of ROS. Currently, two main tasks were programmed:

\_The first task is to reach a given position defined by the coordinate set (X, Y, Z) accordingly to the coordinate system that is positioned in the middle of the robot's base.

\_Another task is to set the angle of some or all of the joints to specific values.

Once the controller receives the action command for one of the programmed tasks, an attempt is made to compute a corresponding path using the functions provided by MoveIt (integrated in ROS). A path can only be planned and executed if the given position can be physically reached and if during this movement no self-collision would occur. If the computation is successful and no collision is detected, then the calculated path can be executed. For each time step, the obtained angle values of the joints are converted into number of steps that each servo motor needs to be moved.

A move command is then sent to the motors. In a future implementation a camera could be added so that a dynamic collision control can be ensured. This would allow the detection of non-static objects in the surroundings of the robot arm.

For the ease of use, a custom software was created. [Figure 6] The application can directly connect to the robot if both, the user and the Raspberry Pi, are in the same network. It allows to program and monitor the robot. In fact, the user can prepare a sequence of tasks, reorder them and then execute the list of actions once or make them execute in a loop.

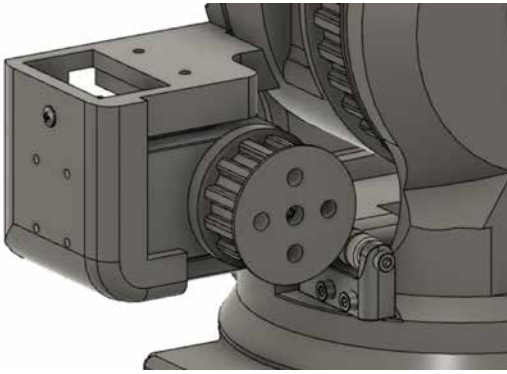
When writing the frontend interface, the aim was to realize a piece of software that provides an easy and clear way to control the robot. It was designed in such a way that all the necessary information is available at a glance, without overwhelming the user. In addition to this the interface should be as independent of the computer's operating system as possible.

The front-end is therefore an application based on the Electron framework making use of web technologies like React, JavaScript, HTML and CSS. This allows to develop a cross platform application that can be compiled for any major operating system: Windows, MacOS and Linux.

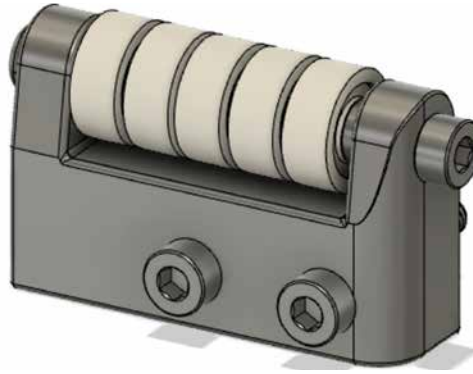
### Prototype

During this project, it was possible to build a first working prototype [Figure 9], capable of handling a payload of 2kg and with a reach of 500mm, which fulfills the previously mentioned requirements. Building the prototype allowed to discover a few points to optimize and improve. Appropriate solutions for each of these points were developed and proposed in order to improve future iterations of the robot. Among others, it was identified that the belt tension of joint 2 was still not sufficient such that a modified belt tightener was designed. This new part [Figure 8] not only allowed to





\_Fig. 7: Joint 2



\_Fig. 8: Belt tightener



\_Fig. 9: Rendered model vs. prototype during first test

increase the tension in belt further, but guaranties also larger wrap angle around the pulley, reducing the risk of slipping. [Figure 7]

A supplementary problem was the amount of heat, that is produced by the Raspberry Pi and servo controller board. Two small fans had to be added to the base of the robot arm in order to create an exchange flow to replace the enclosed hot air.

**Conclusion**

Overall, the project was ended on a positive note, the robot seems to have a lot of potential and a good working base was designed. It seems likely that the precision and accuracy of the robot arm can be further improved in upcoming versions. Due to the time constraints of the thesis, a detailed evaluation of the robot's performance and costs was not possible. Additional tests should enable a better analysis and reveal further information. However, considering that the cost of building this robot is only slightly over 2000€, excluding assembly costs, it can already be concluded that the target of a 'low-cost' robot could be met.

# Win with

## Ensemble vers la transition énergétique

**On a tout à gagner à développer les énergies renouvelables.** Enovos s'engage pour le futur énergétique du Luxembourg et vous accompagne dans vos démarches pour l'environnement. En tant qu'expert en matière de production d'énergie verte, Enovos vous aide à mettre en place votre projet photovoltaïque, de la planification à l'exploitation de votre installation.

Renseignez-vous sur [renewables.enovos.lu](https://renewables.enovos.lu) et devenez, vous aussi, partenaire de la transition énergétique.

Energy for today. Caring for tomorrow.





## NEW version 2.0

Soyez alerté en cas  
de panne d'électricité!

Recevez une notification  
push en cas de panne  
d'électricité dans  
votre commune.



## Tenez-vous au courant!

Grâce à notre nouvelle App, suivez depuis votre smartphone et en temps réel, les données techniques des réseaux électricité et gaz du Grand-Duché. Consultez les cartes réseaux, les chiffres clés, les importations par point d'entrée ou encore la production d'énergie électrique par secteur d'activité et recevez une notification en cas de panne d'électricité.



creos.net



# EVENTS

## AUSSTELLUNG

### AQUA, QUO VADIS?\_

18.01. - 17.03.2020  
Thermal Bad Mondorf



Die Ausstellung wurde in Zusammenhang und während der Ausstellung Wasser ist Zukunft, im Rahmen des internationalen Jahr der Kooperation des Wassers 2013 durch die UNESCO von der Revue Technique Luxembourgeoise erstellt und seitdem bereits an vielen Stellen in Luxemburg und im Ausland gezeigt.

Gezeigt werden Fotografien von Sonja Reichert, Responsable der Revue Technique, aus unterschiedlichen Ländern zum Thema "Umgang rund ums Wasser".

In vielen Weltregionen zeichnet sich eine ernste Wasserkrise ab. Um diese Krise zu lösen, braucht es in allen Staaten mehr Zusammenarbeit zwischen den oft getrennten Politikfeldern Wasser, Energie und Landwirtschaft. Zugleich müssen die Staaten international enger zusammenarbeiten.

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

## EVENT

### AUF INS IGLU-DORF...\_



Bis zu 3000 Stunden waren auch dieses Jahr die Iglu-Bauer und Schnee-Künstler am Werk, bis ein gesamtes Schneehotel mit Restaurant, Bar und Schlafiglu fertiggestellt war.

... wo der Winter mit vielen Überraschungen begeistert. Wir haben für Sie die schönsten Flecken in den Bergen ausgewählt und mit einem Iglu-Dorf bereichert. Zu bestaunen sind die Themenwelten für das breite Publikum am Tag der offenen Tür. Und für alle, die gerne aktiv sind und Neues ausprobieren wollen, gibt es in jedem Iglu-Dorf ganz besondere Outdoor-Erlebnisse im Schnee.

Die aufregende Zeit des Iglu-Baus ist vorbei. Warme Temperaturen, anhaltender Wind und Sturm waren für die Teams auf über 2000 Metern an manchen Tagen eine besonders grosse Herausforderung. Dann konnten nicht wie geplant Ballone aufgestellt und eingeschneit werden. Rund vier Wochen wurde geschaufelt, gefräst und geschnitzt, bevor alle sechs Iglu-Dörfer pünktlich die Türen öffnen konnten. Internationale Künstler aus Finnland, Holland, Irland, Tschechien, Polen, Bulgarien, Deutschland und den USA haben in diesem Winter einmal mehr beeindruckende Arbeit geleistet.

[www.iglu-dorf.com](http://www.iglu-dorf.com)

## APPEL À CANDIDATURES

### KIEM 2050\_



Le Fonds Kirchberg lance un appel à candidatures pour la construction d'un ensemble d'immeubles résidentiels qui accueillera des appartements, des espaces pour commerces, restaurants, services et bureaux ainsi qu'un « incubateur » qui peut servir de laboratoire pour des innovations urbaines. Le site du projet Kiem 2050 se trouve dans la partie Ouest du Domaine Kiem. Porté par une réflexion ambitieuse autour des nouveaux modes de vie, le Fonds Kirchberg y propose un projet qui s'inscrit dans une approche de mutualisation des espaces et de partage de services (share-living).

Dans une logique d'économie circulaire, les architectes et ingénieurs ont porté une attention particulière à l'adaptabilité et la démontabilité des bâtiments. Le choix des matériaux

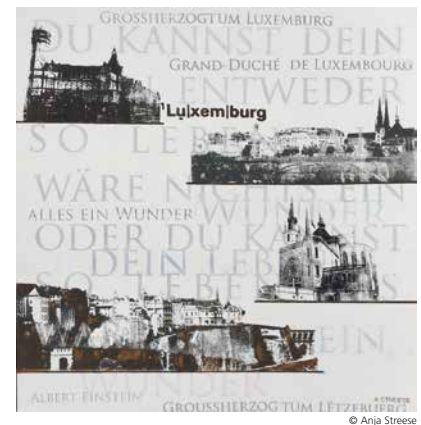
repose sur une analyse de leur impact environnemental tout au long de leur cycle de vie, privilégiant les matériaux sains et réutilisables.

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

## AUSSTELLUNG

### SÉRIGRAPHIE LËTZEBUERG PATRIMOINE MONDIAL\_

März - Juni 2020 im Forum da Vinci



Anja Streesse ist Künstlerin aus Trier. Ihre Leidenschaft gilt dem Siebdruck. Eine alte Siebdrucktechnik die durch die digitale Welt in den Hintergrund gerückt ist.

Über 30 Jahre lang war ihre Leidenschaft zur Kreativität überlagert von Ausbildung, Karriereleiter erklimmen, einem sicheren Job nachgehen, viel Stress und viel zu wenig Zeit.

Die ersten Kurse im künstlerischen Siebdruck belegte sie im Jahr 2002 bei der Europäischen Kunstakademie in Trier. Viele Kurse im Bereich Siebdruck folgten, kombiniert mit Kursen zur Farbenlehre, Bildaufteilung und experimentellen Malen.

Heute gibt sie selbst Kurse in diesem Bereich und begeistert ihre Schüler für diese vielseitige Technik die sehr viele Möglichkeiten bietet.

Neben bekannten Drucktechniken wie Linolschnitt oder Holzschnitt bietet der Siebdruck besondere Druckerlebnisse.

Der Siebdruck ist ein Flach- und Durchdruckverfahren. Drucken kann man auf fast allen Materialien: Papier, Stoff,





Cover/ Banner: © Palladium Photodesign GBR

Leinwand, Holz, Stahl, Acrylglas, Glas und Kunststoffe. Bei den aufgeführten Materialien wird mit verschiedenen Farben gearbeitet z.B. Gouache Farbe, Acrylfarbe, Lackfarbe oder Stofffarbe alle auf wasserlöslicher Basis. Fotos, Skizzen, Zeichnungen, Grafiken und vieles mehr kann als Vorlage dienen und in die Bildgestaltung einfließen.

Seit April 2018 ist Anja Streese freischaffende Künstlerin. Ihr Fokus liegt auf Unternehmenskunst. Sie druckt in enger Abstimmung mit ihrem Auftraggeber Kunstwerke für das Unternehmen. Diese Eyecatcher sind aussagekräftig, fokussiert, außergewöhnlich und verbinden Kunst perfekt mit den Unternehmensinhalten und dem Corporate Identity und. Etwas besonderes was direkt ins Auge fällt.

[www.anja-streese.de](http://www.anja-streese.de)

## APPEL À PROJETS

### 25 JOER LËTZEBUERG PATRIMOINE MONDIAL\_



© patrimoine mondial

Il y a 25 ans, l'UNESCO a estimé que les vieux quartiers et les fortifications de la ville de Luxembourg, situés dans un cadre naturel hors pair, sont d'une valeur si exceptionnelle qu'ils sont dignes de faire partie du patrimoine de l'humanité tout entière.

La Commission luxembourgeoise pour la coopération avec l'UNESCO, le Ministère de la Culture et la Ville de Luxembourg lancent cet appel à projets pour constituer le programme officiel de l'année jubilaire se déroulant du 17 décembre 2019 au 17 décembre 2020.

Les projets proposés seront soumis à un comité de sélection. Le jury de labellisation est composé de représentants de la Commission luxembourgeoise pour la

coopération avec l'UNESCO, de la Ville de Luxembourg et du Luxembourg City Tourist Office.

Participez et faites labelliser vos projets comme élément du programme officiel! Date limite de soumission: 31.10.2020

[www.patrimoine mondial.lu](http://www.patrimoine mondial.lu)

## EXPOSITION

### DES MONDES CONSTRUITS\_

22.11.2019 - 23.08.2021  
Centre Pompidou-Metz



© Succession Brancusi - All rights reserved (Adagp) [2019] © Georges Meguerditchian

Dès le début du XXe siècle, une grande partie de la sculpture moderne s'inscrit en rupture avec la tradition, en choisissant la voie de l'abstraction. Il s'agit paradoxalement d'analyser le monde de façon plus objective et universelle: plutôt que de modeler la surface des choses, certains artistes comme les cubistes veulent en révéler l'organisation essentielle. Ils dissèquent leurs objets d'étude en lignes, volumes et plans.

Dans leur sillage, des sculpteurs de diverses avant-gardes baptisent leurs œuvres «constructions» ou «structures», optant pour une abstraction radicale, où prévalent la ligne et l'angle droits. Si l'architecture industrielle nourrit ces tendances dites «constructivistes», parfois désireuses de produire des objets fonctionnels, la sculpture cherche aussi à redéfinir ce qui lui est propre: le rapport aux gestes, aux matériaux et surtout à l'espace, clairement structuré, voire modulable et dynamique, incluant le spectateur.

Les artistes modernistes veulent pour leurs sculptures une transparence et un équilibre qu'ils aimeraient voir transposés dans les structures humaines. Les pièces majeures de la collection du Centre Pompidou ici rassemblées interrogent l'éclosion de cette abstraction utopique, puis sa critique et, enfin, sa déconstruction contemporaine.

[www.centrepompidou-metz.fr](http://www.centrepompidou-metz.fr)

## PRIX

### PRIX DE L'ENVIRONNEMENT FEDIL 2019\_



© Fedil

ArcelorMittal Luxembourg reçoit le Prix de l'environnement Fedil 2019 pour son système de récupération d'excédent de chaleur alimentant le réseau de chauffage du quartier Belval exploité par SUDCAL.

ArcelorMittal Luxembourg a reçu le Prix de l'environnement décerné par la Fedil pour son installation de valorisation de l'excédent de chaleur générée lors de la production de palplanches en acier sur le site ArcelorMittal Belval.

Inauguré en juin 2018 par le Vice-Premier ministre, ministre de l'Économie, Étienne Schneider et le Président du Conseil d'administration d'ArcelorMittal Luxembourg et membre du Conseil d'administration d'ArcelorMittal, Michel Wurth, ce système permet d'injecter dans le réseau de chauffage d'une longueur de 20km exploité par la société SUDCAL, la chaleur récupérée du four de réchauffage du laminoir de palplanches pour approvisionner tout le quartier Belval, de même que les quartiers Nonnewisen et Sommet.

Cette coopération permet à SUDCAL de couvrir 70% de ses besoins de chauffage grâce à une source d'énergie disponible facilement, inexploitée jusqu'alors. Cette installation évite annuellement la consommation de l'équivalent de 1,6 millions de litres de mazout, ce qui correspond à une réduction des émissions de gaz à effet de serre de quelques 5 000 tonnes.

Roland Bastian, Directeur Général d'ArcelorMittal Luxembourg a souligné: «c'est une grande fierté de voir ce projet, fruit d'une coopération exemplaire entre un acteur industriel, l'Etat et un opérateur en énergie, couronné d'un tel Prix.

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

Die Bank, die hält,  
was sie verspricht.

Model Nr. 146



**ABES**  
PUBLIC DESIGN

ABES S.à.r.l. • Tel: +352 286765-01 • Fax: -20 • mail@abes-online.com

# PLACE POUR VOTRE PUB

REVUE TECHNIQUE  
LUXEMBOURGEOISE

T 45 13 54 23 s.reichert@revue-technique.lu

## REVUE TECHNIQUE LUXEMBOURGEOISE

REVUE TRIMESTRIELLE ASSOCIATION OF ENGINEERS | ARCHITECTS | SCIENTISTS | INDUSTRIALS

### TARIFS HTVA POUR LES ANNONCES 2020

Site Internet	3 mois	6 mois	12 mois
Banner haut de page 580x132	850 €	1.650 €	3.100 €
Emplacement cadre rotation	850 €	1.650 €	3.100 €
Profil de bureau			350 €

Newsletter par semaine 200 €

Annonces COULEUR	1 parution	4 parutions
Pages CII, CIII, CIV	1.570 €	6.160 €
Dernière page couverture CV	1.650 €	6.490 €
Milieu (2 pages)	2.050 €	8.040 €
1/1 page	980 €	3.830 €
1/2 Page	695 €	2.730 €
1/4 Page	300 €	1.160 €

La TVA de 17% est appliquée pour les annonceurs au Grand-Duché de Luxembourg.

#### Dates de parution RT:

No. 1 = fin 31 mars  
No. 2 = fin 30 juin  
No. 3 = fin 30 septembre  
No. 4 = 31 fin décembre

#### Dates de parution CS:

No. 1 = fin juin  
No. 2 = fin décembre

#### Délais de presse RT + CS:

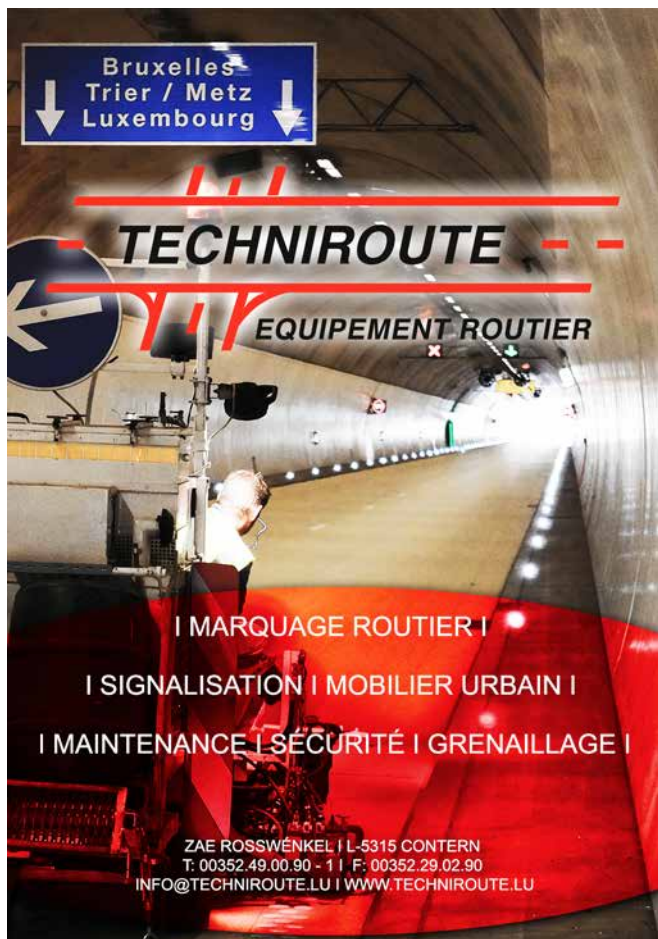
No.1 = fin.2.  
No.2 = fin.4.  
No.3 = fin.8.  
No.4 = fin.11.

Pour tout complément d'information, veuillez-vous adresser à notre responsable:

**Sonja Reichert Tél. : 45 13 54 – 23 / 621 68 45 88 - e: s.reichert@revue-technique.lu**

Siège social: da Vinci a.s.b.l.  
ASSOCIATION OF ENGINEERS | ARCHITECTS | SCIENTISTS | INDUSTRIALS  
REVUE TECHNIQUE, 6 bv. G. D. Charlotte, L-1330 Luxembourg, T.451354-23, s.reichert@revue-technique.lu





8-13.3.2020

Frankfurt am Main

20  
ANS

light+building

La technique  
tisse des liens.

Smart Urban, connectivité et processus simples. Perfectionnez les bâtiments avec des infrastructures intelligentes et une gestion énergétique de pointe. Les fabricants qui exposent à Light + Building vous informent sur la toute dernière actualité.

Connecting. Pioneering. Fascinating.

info@belgium.messefrankfurt.com

Tél. +32 (0) 2 880 95 87



signalisation générale  
routière et du bâtiment

plaques de firme

panneaux publicitaires

lettrages et gravures par ordinateur

systèmes signalétiques pour bureaux

impression numérique

meublement urbain

plaques d'immatriculation



fourniture et montage



messe frankfurt



# MYRENOVATION

Toutes les  
aides financières  
pour votre  
rénovation énergétique  
en quelques clics



myrenovation.lu