

REVUE TECHNIQUE LUXEMBOURGEOISE

REVUE TRIMESTRIELLE DA VINCI ASBL | ASSOCIATION OF ENGINEERS | ARCHITECTS | SCIENTISTS | INDUSTRIALS 1|2018



74 m

72 m

CONCEPTEURS DU PROJET :



STEINMETZDEMEYER
Architectes Urbanistes,

InCA,
Ingénieurs Conseils Associés

JEAN SCHMIT ENGINEERING

ascenseur



2.5 m/sec.
VITESSE

30 sec.
TRAJET



8.500 kg
CABINE

7,6 t.
MOTEUR DE L'ASCENSEUR

16 m

MUR DE SOUTÈNEMENT



72 TIRANTS PERMANENTS

10 x
PIÉTONS



5 x
CYCLISTES



BATIR ENSEMBLE L'AVENIR EN CONFIANCE





**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_	
10_ la vie des associations_	59 ^e JOURNÉE DE L'INGÉNIEUR - LEAN-DRIVEN INNOVATION
12_	JOURNÉE SAARLORLUX 2017, IM ZEICHEN DER MOBILITÄT
14_	LUXEMBOURG, AN INTELLIGENT LABORATORY FOR HOLISTIC AND RESILIENT CONCEPTS IN SUSTAINABLE CONSTRUCTION
16_	CYCLE DE 3 TABLES RONDES OAI DANS LA PERSPECTIVE DES ÉLECTIONS LÉGISLATIVES
22_ EAU_	NEI WAASSEROPBEREEDUNG - Georges Kraus
24_	MASSNAHMEN ZUM GRUNDWASSERSCHUTZ IM EINZUGSGEBIET DER QUELLEN U. BRUNNEN DES SES KOEHRICH - Bert Wolff, Alain Majerus
32_	WASSERSCHUTZZONEN UND MASSNAHMENPROGRAMME - Christine Schnatmeyer, Géraldine Beffort
36_	BAUEN INNERHALB VON ÜBERSCHWEMMUNGSGEBIETEN - Claude Schortgen, Christine Bastian
40_	SÉCURISATION DE LA RESSOURCE EN EAU SOUTERRAINE EXPLOITÉE PAR LE FORAGE-CAPTAGE DOUBBOESCH
44_	ERHÖHUNG DER VERSORGUNGSSICHERHEIT DER GEMEINDE HESPERANGE DURCH DEN EINSATZ MODERNER STEUERUNGSTECHNIK - Juliane Linz
48_	QUANTIFIZIERUNG VON GELÖSTEN N ₂ O-EMISSIONEN IM ABWASSER DURCH AUSSALZUNG - Pascal Kosse
52_	FILTRATION VON OBERFLÄCHENABFLÜSSEN - Thorsten Schmitz
54_	INTERNATIONALE KOOPERATION ZUR GEGENSEITIGEN WASSERLIEFERUNG ZWISCHEN DEN NACHBARLÄNDERN DEUTSCHLAND UND LUXEMBURG - Stephan Weber
58_	ANALYSE ECONOMIQUE DES PROJETS DE CONSTRUCTION DES INFRASTRUCTURES D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE - Philippe Colbach
62_	ERNEUERUNG DER TRINKWASSERSPEICHERUNG DER FRANZÖSISCHEN ATLANTIKINSEL SAINT-PIERRE - Philippe Colbach, Juliane Linz
66_	L'OR BLEU - Nico Pundel
68_	HYGIÈNE, SÉCURITÉ, ESPACE - Dr. Robert L. Philippart
70_	REVITALISIERUNG STADTBAD ODERBERGER STRASSE - Mathias Jensch
74_ tribune libre_	HERAUSFORDERUNGEN IM NACHHALTIGEN BAUEN - WIE SIEHT DIE UMSETZBARKEIT IN LUXEMBURG AUS? - Pit Kuffer, Anouk Godelet
82_	L'APPROCHE INNOVANTE DU LUXEMBOURG SCIENCE CENTER DANS LA STIMULATION DES VOCATIONS TECHNOLOGIQUES ET SCIENTIFIQUES - Nicolas Didier
88_ partenaires_	ANALYSIS OF A MASONRY BLOCK BASED ON LIGHTWEIGHT MISCANTHUS CONCRETE - PhD Candidate Patrick Pereira Dias, Ass.-Prof. Dr.-Ing D. Waldmann-Diederich
89_	CHANTIER CBL - ILOT A3 - GASPERICH
90_ événements_	EVENEMENTS



Cover © Luxembourg Science Center
Banner © ReIS (Expo Aqua quo vadis)



revue publiée pour_
da Vinci asbl.
Forum of Architecture | Engineering | Science & Technology

partenaires de la revue_



REVUE TECHNIQUE LUXEMBOURGEOISE

www.revue-technique.lu

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

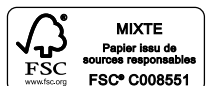
Impression 4.000 exemplaires
Lorgé imprimeur s.à r.l.
Zonning Industriel, 12-6
L-8287 Kehlen (GDL)

éditée par

Responsable Revue Technique Sonja Reichert
Graphisme Jan Heinze

t 45 13 54 23 | m 621 68 45 88
s.reichert@revue-technique.lu
6, bv. G. D. Charlotte L-1330 Luxembourg

revue imprimée sur du papier_



ISSN: 0035-4260

_AGENDA



Visites

19 avril 2018

Château d'eau sur le ban de Gasperich

Evénements

Juin 2018

Afterworking for Young Engineers, Architects & Scientists

Septembre 2018

Afterworking for Young Engineers, Architects & Scientists

20 octobre 2018

Journée Saar-Lor-Lux 2018 à Metz

Novembre 2018

Remise du «Prix d'excellence de la Fondation ENOVOS»

Novembre 2018

Remise des certificats des Engineering Trainee Days

Décembre 2018

Afterworking for Young Engineers, Architects & Scientists

Voyage

22 avril 2018 – 29 avril 2018

Jordanie

OAI

ORDRE DES ARCHITECTES
ET DES INGENIEURS-CONSEILS

23 avril 2018 à partir de 18h

Table ronde OAI «Noutstand Wunnengsbau! Wat maachen?»

En collaboration avec l'Uni.lu

Lieu: Amphithéâtre de la Coque (Luxembourg – Kirchberg)

Inscription sur www.oai.lu rubrique «inscriptions aux activités oai»

25 - 26 avril 2018

Architect@Work

Lieu: Luxexpo The Box

Pré-enregistrement via

www.architectatwork.lu

Code à reprendre: 19990

09 - 13 mai 2018

Voyage d'études OAI à Bordeaux

Formations continues OAI

En collaboration avec House of Training

Programme complet et inscription sur

www.oai.lu/formation

19 avril 2018 de 13h30 à 17h30

Module «Gestion financière du bureau»

Lieu: Siège OAI

30 mai 2018 de 9h à 17h

Module «Bonnes pratiques de collaboration de la Maîtrise d'œuvre OAI»

Lieu: Centre de Formation de la Chambre de Commerce



Das Sonnenhaus als Passivhaus Mosaiksteine zur Energieeffizienz und Nachhaltigkeit

Josef Kiraly

Der österreichische Architekt Josef Kiraly steht für eine „Architektur mit der Sonne“. In den letzten 15 Jahren beschäftigte er sich vorwiegend mit der Entwicklung des „Sonnenhauses“, das den Wunsch des Menschen nach Sonnenlicht und Strahlungswärme mit hohem Wohnkomfort und thermischer Behaglichkeit verbindet. Außerdem weist es sehr niedrige Heiz- und Betriebskosten sowie hohe Dauerhaftigkeit und Wartungsfreiheit auf. Es ist zum Passivhaus geworden, seitdem die wesentliche „architektonische Idee“ des Baus die Nutzung der Sonnenenergie zur Reduktion des Heizenergieverbrauchs ist.

Kiraly's realisierte Sonnenhäuser vereinen humanökologische Qualitäten mit Energieeffizienz, Nachhaltigkeit und Passivhausstandard. Das Buch stellt 30 von ihnen detailliert vor – mit Beschreibungen, Fotos und Plänen – und dokumentiert die Erfahrungen ihrer Bewohner. Jedes dieser Gebäude ist eine Antwort auf den jeweiligen Standort und seine Umgebung. Es galt stets, jeden Freiraum architektonischer Gestaltung auszunutzen, der für die Konzeption eines solchen Sonnenhauses unabdingbar ist. Dieses steht für einen Wertewandel und die Wiederentdeckung einer auf natürliche Umweltbedingungen Rücksicht nehmenden Lebenseinstellung und Architektur, die auch dazu führt, den Grund für so einige stilistische Eigenwilligkeiten manch alter Bauformen und -details zu erkennen, um sie mit neuen Technologien und Materialien zu kombinieren.

ISBN: 978 3 8030 0769 8

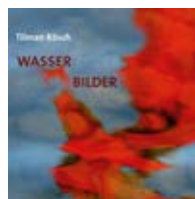


Mettre en œuvre un projet d'établissement dans les piscines publiques

Jean-Claude Cranga, Patrick Bayeux

Les piscines publiques sont confrontées au double défi du développement du service aux usagers et de l'optimisation des coûts de fonctionnement. Le management par projet permet de concilier cette double exigence, tout en redonnant du sens à l'action publique et en associant les agents chargés de sa mise en œuvre. Indispensable lors de l'ouverture d'un nouvel équipement aquatique, le projet d'établissement est aussi incontournable pour dépasser les tensions inhérentes au fonctionnement quotidien des piscines. Chacun des acteurs y trouvera sa place et un sens à son action. L'ouvrage propose une méthode, décrit les différentes phases de l'élaboration du projet, définit les outils du pilotage et donne de très nombreux exemples de procédures.

ISBN: 978-2-8186-1054-1



Wasser Bilder. Water Images

Täglich brauchen wir Wasser. – Wir nutzen es, ohne es weiter zu beachten. Der Tübinger Fotograf Tilman Rösch (geb. 1948) hat jedoch eben dies getan und fotografisch festgehalten, was er gesehen hat. Sein Buch mit 70 digitalen Aufnahmen lädt ein, seinem Blick zu folgen. Röschs Bilder, die zwischen 2004 und 2011 an verschiedenen Orten Europas entstanden sind, zeigen nicht die touristisch attraktiven Sehenswürdigkeiten, sondern eher alltägliche Situationen an den Rändern von Hafenbecken, Bächen, Kanälen und Flüssen, regennasse Straßen, feucht beschlagene Glasflächen, Brunnen, Brücken, Schwimmbäder u.ä. Über das reine Sehen hinaus bieten sie auch eine visuelle Reflexion darüber an, was Fotografien vermögen. Wasser – an sich ein Stoff ohne Gestalt und Farbe, aber sehr empfänglich für jedes Einwirken aus seiner Umgebung, vor allem

für das Licht – scheint dazu ein besonders geeignetes Medium zu sein.

ISBN: 978 3 8030 3360 4



Planning Urban Disaster Recovery

Mark Kammerbauer

Spatial, institutional and social aspects of urban disaster recovery in the U.S.A. – New Orleans after Hurricane Katrina. Published by VDG Weimar (2013). Doctoral Thesis (magna cum laude, 2012), Bauhaus-Universität Weimar. Supervisor: Prof. Dr. phil. habil. Dieter Hassenpflug

In 2005 Hurricane Katrina devastated the city of New Orleans. The (near-) complete evacuation of the city led to the nation-wide dislocation of vulnerable citizens. Today, its reconstruction and recovery seems to be 'uneven'. The author views urban disaster recovery as an interaction of particular spatial, institutional, and social aspects. Uneven recovery is conceptualized as disconnect between planning for urban disaster recovery, impacted populations, and the places in the city they inhabit. As process, it encompasses heterogeneous cases of 'strong' or 'weak' recovery within the city. Based on a socio-spatial approach, an integrated multidimensional theoretical and methodological framework is formulated for empirical case study research in New Orleans' Lower Ninth Ward. Quantitative and qualitative mixed methods served to collect empirical data in 2007 and 2009. The author's intention is to better understand planning for urban disaster recovery in an American city and formulate resulting planning recommendations. This dissertation contributes to future sustainable and just recovery paradigms in the context of recurring urban disaster events.

ISBN-10: 3897397455

ISBN-13: 978-3897397453

architect meets innovations

L'ÉVÉNEMENT EXCLUSIF
RÉSERVÉ AUX
ARCHITECTES,
INGENIEURS-CONSEILS,
ARCHITECTES D'INTÉRIEUR,
URBANISTES-AMÉNAGEURS,
ARCH-/ING-PAYSAGISTES
ET AUTRES PRESCRIPTEURS

**ARCHITECT
@WORK**
LUXEMBOURG

Luxexpo The Box 25-26 avril 2018

3^{ème} édition - 13:00-20:00

THÈME: ARCHITECTURE ET LUMIÈRE

- < CONFÉRENCES SUR L'ARCHITECTURE
- < EXPOSITION MATÉRIAUX
Lovely Light by MATERIA
- < EXPOSITION PHOTOGRAPHIQUE
'Mir maache Lëtzebuerg' proposée par l'OAI
- < PROJECT WALL by world-architects.com
- < IMAGES by DAPh
- < BOOKSHOP by AIT
- < ART by Cyrille André

En collaboration avec



www.oai.lu



HEADQUARTERS

Kortrijk Xpo

T +32 (0)56 24 11 11

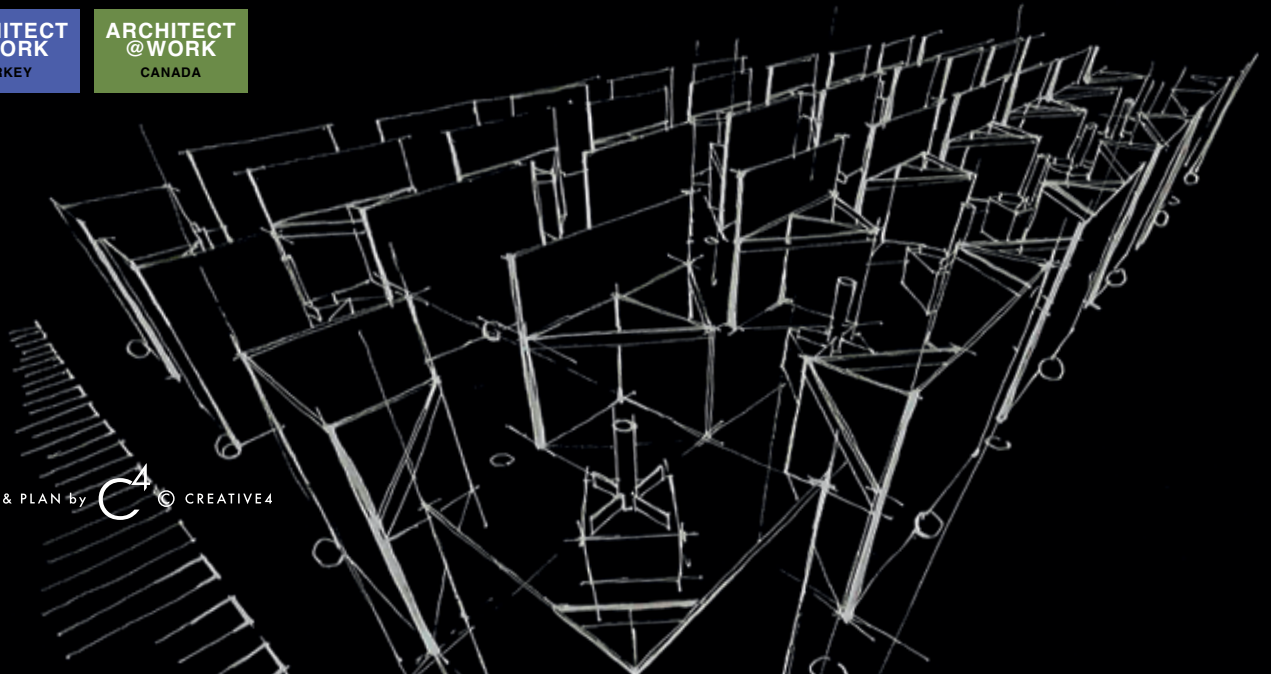
luxembourg@architectatwork.com

Twitter: @ATW_INTL #ATWLU

Instagram: @architect_at_work

WWW.ARCHITECTATWORK.LU

PRÉ
ENREGISTREZ-
VOUS - CODE
D'INVITATION
19450





MÉCÈNES DE LA FLIAI_



© Bohumil Kostohryz



Sur invitation de l'Association da Vinci, de nombreux décideurs des milieux académique, politique, économique et industriel se sont retrouvés début février à la Chambre de Commerce à Luxembourg-Kirchberg pour la 59^e Journée de l'Ingénieur. Les quelque 250 participants comptaient les Vice-présidents de la Chambre des Députés Henri Kox et Simone Beissel, le Ministre honoraire Jacques Poos, la députée Octavie Modert, les Présidents honoraires de l'association da Vinci et le Président du Conseil de Gouvernance de l'Université de Luxembourg.



59^e JOURNÉE DE L'INGÉNIEUR - LEAN-DRIVEN INNOVATION_



© da Vinci asbl.

Remédier à la déficience en main-d'œuvre qualifiée

En ouverture, Carlo Thelen, Directeur général de la Chambre de Commerce, souligne que l'économie mondiale mise sur la croissance qualitative et que la troisième révolution industrielle est en marche.

Les ingénieurs ont toujours été le fer de lance des révolutions industrielles. Et cette fois encore, ils seront au cœur de ce nouveau modèle: la robotisation de l'économie.

La réussite du Luxembourg dans ce contexte repose sur sa seule ressource: la matière grise. Mais comment notre pays se situe-t-il dans la comparaison internationale? Dans le Global Talent Competitiveness Index du World Economic Forum 2018, le Luxembourg se place 52^e sur 127 pays en termes de disponibilité de scientifiques et d'ingénieurs. Pour la qualité de l'enseignement en mathématiques et sciences, il se trouve en 31^e position. Dans le World Talent Ranking de l'Institute of Management Development de Lausanne, notre pays occupe la 44^e position sur 63 en ce qui concerne la disponibilité d'une main-d'œuvre qualifiée. Ce manque de main-d'œuvre qualifiée pourrait freiner le Luxembourg dans le développement de niches de compétence.

Pour pallier cette déficience, de nombreux acteurs, dont la Chambre de Commerce, œuvrent en vue d'une meilleure adéquation entre formations offertes et besoins des secteurs et des entreprises. Leur volonté affichée: miser sur

la qualité et l'excellence en proposant des solutions de formations ad hoc pour chaque niveau d'enseignement.

Autre initiative prometteuse: la House of Start-ups qui accueillera dès avril de jeunes sociétés innovantes dans les principaux axes identifiés dans le cadre de l'étude sur la troisième révolution industrielle, dont notamment le numérique, la mobilité intelligente et les smart cities et smart buildings.

L'innovation, un état d'esprit

Marc Solvi, Président de l'Association da Vinci, prend ensuite la relève. Après les remerciements de mise, il a salué l'adhésion en 2017 de 71 nouveaux membres et s'est ensuite attardé sur deux initiatives particulièrement réussies: le Wëssens-Atelier qui vise à développer auprès des 8 à 12 ans la culture scientifique; les Engineering Trainee Days en collaboration avec Jonk Entrepreneuren pour les classes supérieures du secondaire classique et technique.

Le thème de la conférence de cette 59^e Journée de l'Ingénieur est l'innovation, a enchaîné Marc Solvi. L'innovation est le moteur de la croissance, mais aussi une réponse apportée aux défis globaux qui se posent: le changement climatique, la raréfaction des ressources ou encore le vieillissement de la population. L'innovation n'y sera pas une réponse parmi d'autres. Elle sera la seule réponse possible, car elle n'est pas un outil, mais un état d'esprit qui doit nous guider dans tous les domaines. Les ingénieurs y jouent un rôle crucial, puisqu'au cœur des innovations techniques. Il est donc primordial d'investir dans leur formation pour gagner les défis, en passant notamment à des mesures plus incitatives. Pourquoi ne pas instaurer, a lancé Marc Solvi, un financement différencié via un bonus encourageant les jeunes à s'orienter vers des filières d'études supérieures structurellement en pénurie, dont celles formant les ingénieurs?

Le lean thinking, pour l'innovation aussi

Sur la scène ensuite, Norbert Majerus, conférencier de cette séance académique, Luxembourgeois vivant aux États-Unis. Il est le père spirituel du Lean Thinking en innovation chez Goodyear et auteur de l'ouvrage Lean-Driven Innovation récompensé par le Prix Shingo, la distinction la plus élevée en matière d'excellence opérationnelle.

La lean-driven innovation est l'application à la recherche et à l'innovation du lean thinking, que l'on pourrait traduire



© da Vinci asbl

par pensée rationnelle et qui a révolutionné la fabrication. Les origines du lean manufacturing remontent à la faillite de Toyota dans les années 1950. Pour éviter qu'un tel épisode ne se reproduise, le constructeur japonais a inventé une procédure opérationnelle qui a porté ses fruits: la fabrication sans le moindre gaspillage.

Norbert Majerus illustre ensuite le lean manufacturing à l'exemple de Goodyear. Typiquement, le constructeur produit 30.000 à 40.000 pneus par jour par usine, garantissant ainsi une optimisation de l'équipement et des coûts de fabrication. Ces pneus sont stockés dans un entrepôt, mais 70% seulement répondent à la demande du client. D'où l'idée d'un redéveloppement intégral à la fois du pneu et du processus de production, en produisant localement et dans des usines plus petites.

Il faut donc appliquer cette approche aussi à l'innovation des produits et des services, souligne Norbert Majerus en citant l'exemple de Kodak qui a eu beau développer la première caméra digitale, mais malgré cette avancée n'en a pas moins fait faillite en continuant à miser sur le film.

Faire plus avec moins et autoriser l'innovation

Les chercheurs sont confrontés à plusieurs problèmes, poursuit l'orateur: la vitesse vertigineuse du raccourcissement des cycles de vie des produits d'une part, et la hausse exponentielle de la complexité de ces mêmes produits de l'autre. Or, budgets et personnel de recherche ne se sont pas multipliés au même rythme.

Nous devons donc, selon Norbert Majerus, faire plus avec moins, et ce non seulement en fabrication, mais aussi en recherche et innovation, tout en nous assurant de rester compétitifs au niveau global.

De plus, les sociétés doivent autoriser l'innovation à se produire, notamment par des investissements ou des fonds publics. Mais financer ne suffit pas en soi. L'innovation ne réussit que si les produits sont conçus de sorte à être aisément envisageables et praticables en termes de fabrication, ventes et finances. C'est ici qu'intervient l'ingénierie concertée.

Nous devons par ailleurs nous concentrer à créer de la valeur pour le client. Il faut de l'agilité quand le marché requiert un nouveau produit, être suffisamment flexible, disposer du bon produit au moment même où le marché le nécessite et être le premier sur le marché à offrir ce

produit pour s'assurer un bénéfice supplémentaire. Plus les procédés sont rapides, plus ils sont efficaces parce que quittes de tout gaspillage.

Nous devons également nous assurer d'avoir les bons paramètres pour stimuler les bons comportements. Et nous devons nous concentrer sur le produit et les procédés.

Goodyear lance 1.500 nouveaux produits par an. Avant de s'engager dans une approche lean innovation, 50% de ces produits étaient profitables. En adoptant une approche lean, 100% des produits sont devenus profitables, la vitesse du cycle de développement des produits a chuté de 70% et la ponctualité de livraison approche des 100%.

Valoriser salariés et entrepreneuriat

Le personnel joue un rôle important dans cette démarche lean. Nous devons communiquer avec nos salariés, les engager, les impliquer et les responsabiliser, leur accorder le respect qu'ils méritent et les aider à faire un bon travail. Nous devons promouvoir et gérer nos talents innovants qui créent de la valeur pour notre société. Et l'entrepreneuriat devrait devenir une fonction à part entière, au même titre que le marketing, les finances, etc.

Le lean thinking crée une amélioration durable en fabrication, en services et peut-être davantage encore en recherche, développement et innovation. Le passage à une culture lean crée un meilleur environnement de travail qui favorise le bonheur et la réussite professionnels de tout un chacun.

«Si tout semble sous contrôle, c'est que tout simplement nous n'avancions pas assez rapidement.» C'est sur ce constat que Norbert Majerus laisse une audience captivée par ses propos.

www.davinciasbl.lu

JOURNÉE SAARLORLUX 2017, IM ZEICHEN DER MOBILITÄT_



© da Vinci asbl

Zum ersten Mal seit der Fusion der luxemburgischen Ingenieurvereine richtete die da Vinci asbl. am 14. Oktober 2017 turnusgemäß die mittlerweile 31. Journée Saar Lor Lux aus. Bei dieser Veranstaltung die abwechselnd von den Ingenieurvereinen der Großregion ausgerichtet wird kommen die Ingenieure aus Deutschland, Frankreich und Luxemburg zusammen um sich aus zu tauschen, die neuesten Projekte aus dem ausrichtenden Land kenne zu lernen und soziale Kontakte zu pflegen. Die luxemburgische Veranstaltung war der Mobilität gewidmet.

Im Tramsmüsee der Stadt Luxemburg konnte da Vinci Präsident Marc Solvi rund 160 Teilnehmer begrüßen. Nach einer kurzen Präsentation des Tagesprogrammes betonte Marc Solvi die Rolle der Ingenieure bei Großprojekten wie den aktuellen Infrastrukturmaßnahmen im Bereich Mobilität in Luxemburg. Lösungen für die anfallenden technischen und logistischen Herausforderungen sind ohne die Kompetenzen und den Einsatz von motivierten Ingenieuren nicht mal ansatzweise denkbar.

In seiner Rede erörterte Nachhaltigkeits- und Infrastrukturminister François Bausch die einzelnen Komponenten des nationalen Mobilitätskonzeptes und präsentierte Sie als Puzzleteile im Gesamtkonzept. Während in Maßnahmen wie Funiculaire, neue Bahnhöfe und Tram schon mehrere hundert Millionen Euro investiert werden plant Luxemburg insgesamt 3,8 Milliarden Euro in alle Aspekte der Mobilität zu investieren, die fortan auch als Dienstleistung zu sehen ist.

In seiner Präsentation ging der Luxtram Direktor Carlo Hentzen detaillierter auf das wieder entdeckte Verkehrsmittel ein. Die Anwesenden bekamen einen äußerst interessanten Einblick in die Technik, die Sicherheit, den Komfort, aber auch in die urbanistische Eingliederung des Trams in das Luxemburger Stadtbild.

Wer meinte, damit wäre alles gesagt oder getan, wurde von Denis Hövelmann, dem Präsident der Ingenieurstudentenvereinigung ANEIL schnell eines Besseren belehrt. In einer kurzen aber einprägsamen Präsentation wurde den Teilnehmern schnell klar, dass bei aller Begeisterung, die Pläne für Luxemburg noch lange nicht das Ende der Möglichkeiten sind. Ingenieure in aller Herren Länder arbeiten bereits an teils sehr unkonventionellen Lösungen über die heute noch gestaunt oder geschmunzelt wird, die aber zeigen, dass der Innovationskraft von Ingenieuren nicht wirklich Grenzen gesetzt sind.

Nach einer kleinen Stärkung bekamen die Teilnehmer die Gelegenheit an vier Beispielen sich einen Eindruck von der Umsetzung des Luxemburger Mobilitätskonzeptes zu verschaffen.

An der Baustelle des Funiculaire, seinerzeit noch im Probetrieb, erläuterten die ausführenden Ingenieure die gemeisterten Herausforderungen; von den Sicherheitsaspekten über die Eingliederung in das vorhandene Gelände bis hin zu Überraschungen, die den Bauverlauf beeinträchtigten.

Eigentlich schon fertig erwartete die neue Tram die Gäste. Die Teilnehmer konnten sich im neuen Tramschapel einen Eindruck vom Komfort, der Technik und den zukünftigen Ausbaustufen machen. Auch wenn einige Teilnehmer es sich in der Fahrerkabine bequem machen, mal eben eine Runde Tram fahren war (noch) nicht drin.

Schon fertig gestellt und im vollen Betrieb zeigte sich die Instandhaltungshalle der CFL. Hier können ganze Züge unter besten Arbeitsbedingungen und bei minimalen Stillstandszeiten komplett gewartet und sogar neu aufgebaut werden. Alle nötigen Handwerksberufe sind vertreten. Der Neubau hat mit dem unlängst abgebautem „Atelier CFL“ neben den Rotondes nichts mehr gemein. Hier wurde konsequent in die Zukunft investiert.

Als vierte Station konnten die Teilnehmer eine der ersten Schnellladestationen für Elektrobusse in Aktion erleben.



© da Vinci asbl.



© da Vinci asbl.

Durch den schnellen Takt und die kurzen Distanzen können Elektrobusse trotz teils sehr kurzer Ladezeiten genug Energie tanken um ihr Tagespensum zu erreichen.

Zurück im alten Tramschap könnten die Teilnehmer den Tag in gemütlicher und kulinarischer Runde Revue passieren lassen. Die hohe Teilnehmerzahl machte diesen Tag zu einem vollen Erfolg.

Abschließend geht ein besonderer Dank an das Organisationsteam, sowie an unsere Hauptunterstützer CFL, Luxtram und die Stadt Luxemburg ohne die die Veranstaltung nicht möglich gewesen wäre.

www.davinciasbl.lu

The "Ordre des Architectes et des Ingénieurs-Conseils" (OAI) was present at MIPIM 2018 in Cannes on the booth of the Chambre de Commerce Luxembourg with three highlights.



LUXEMBOURG, AN INTELLIGENT LABORATORY FOR HOLISTIC AND RESILIENT CONCEPTS IN SUSTAINABLE CONSTRUCTION_



© OAI Pierre Hurt

1. Book / Web / Film: 3rd edition of architectour.lu
 architectour.lu has established itself as the leading guide to contemporary architecture, engineering, and urban development in the Grand Duchy of Luxembourg. It contributes to the promotion as part of the "Luxembourg – Let's Make it Happen" campaign on www.inspiringluxembourg.lu and www.visitluxembourg.com websites.

The book was available at MIPIM 2018 and can be downloaded on www.architectour.lu.

2. Book / Web / Film: "Design First, Build Smart"
www.laix.lu Luxembourg Architectes Ingénieurs-conseils eXport

The focus lies firstly on projects dealing with contextual issues realized worldwide.

Secondly the publication shows the know-how from OAI members in certified ecological buildings in Luxembourg. Besides the printed matter, the collected data is available online, www.laix.lu.

3. MIPIM Awards 2018

2 projects located in Luxembourg were among the finalists of the MIPIM Awards 2018.

The winners were announced on Thursday 15 March, 2018.

Check www.mipimawards.com for details.

Good reasons to work worldwide with OAI members
 Luxembourg, with its central position in Europe, always

attracted a broad cultural diversity, creating new needs in the development of the built environment. This development acted as a real incubator for the dynamic growth in the building industry over the last decades.

Luxembourgish architects, interior architects, consulting engineers, urban designers / master planners and landscape architects / landscape engineers benefit from the vibrant environment to sharpen their ability to adapt quickly to new circumstances. Their multilingualism and their international experience acquired by studying in diverse countries equally served to build a reputation within the Greater Region that expanded through Europe. Also participating in architectural competitions and symposia proves an entrepreneurial drive that can be felt among Luxembourgish architects and consulting engineers.

The essence of Architects' and Consulting Engineers' profession embraces certain quality labels such as guaranteeing independence and ethics, defending public interest and interests of clients and users, integrity, being prepared to carry out principles of circular economy, using new tools like BIM and assuming responsibilities within the cradle-to-cradle issues. Luxembourg is therefore an ideal think tank for new ways of living smart technologies and innovative processes and collaborations.

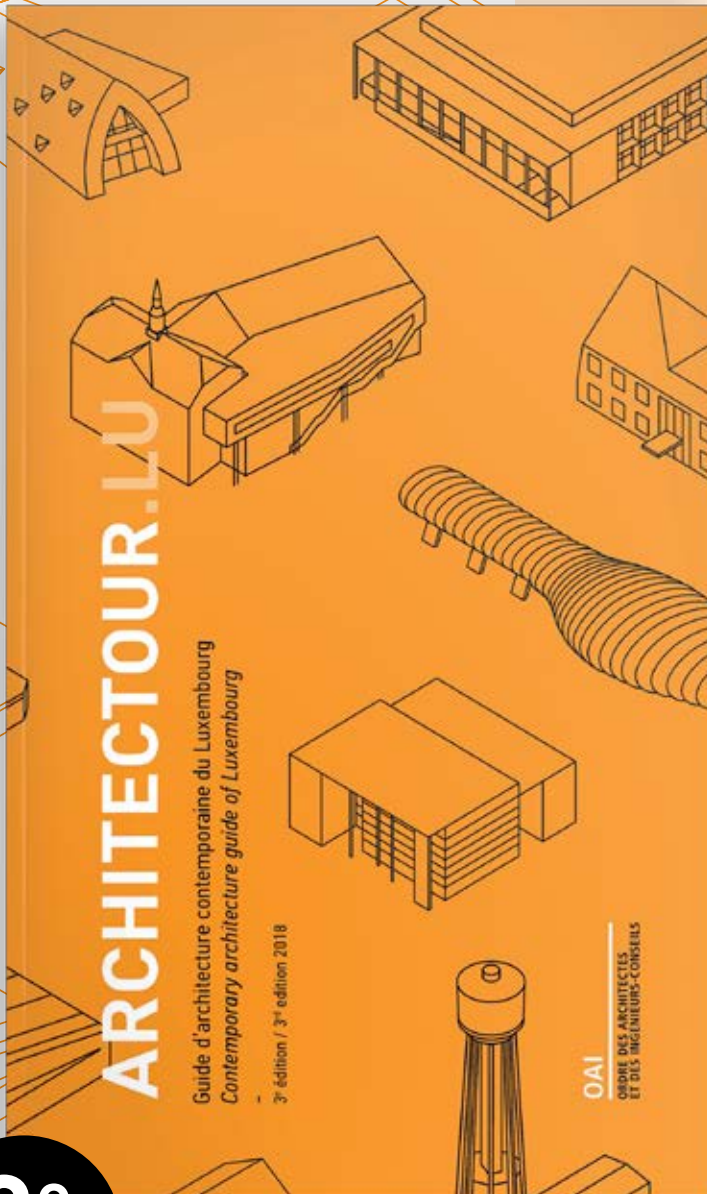
Stay curious while discovering surprising Luxembourgish architecture, engineering and urbanism.

www.oai.lu
www.architectour.lu
www.laix.lu
www.guideoai.lu
www.bhp.lu

Vient de paraître

ARCHITECTOUR.LU

14 parcours – 278 réalisations architecturales



3^e

ÉDITION

2018

Architectour.lu, c'est le guide de l'architecture contemporaine au Luxembourg. Une parution de référence pour découvrir l'architecture, l'ingénierie et l'urbanisme du pays.

Au fil des pages, empruntez 14 itinéraires composés par l'Ordre des Architectes et des Ingénieurs-Conseils et par *Maison Moderne*, pour découvrir 278 projets architecturaux emblématiques du Grand-Duché.

Pour cette 3^e édition, le site www.architectour.lu, pendant digital du guide papier, a été entièrement remanié. Vous y retrouverez également des réalisations inédites et un contenu actualisé tous les six mois.

Architectour.lu est disponible gratuitement auprès des organismes suivants :

Ordre des Architectes et des Ingénieurs-Conseils
Luxembourg Center for Architecture
Luxembourg for Tourism
Offices régionaux du tourisme
Luxembourg City Tourist Office
Esch City Tourist Office
Musées, centres culturels, théâtres
Ambassades étrangères au Luxembourg
Ambassades luxembourgeoises à l'étranger

Enfin, retrouvez le guide sur :

www.architectour.lu

www.visitluxembourg.com

www.inspiringluxembourg.com

OAI

ORDRE DES ARCHITECTES
ET DES INGÉNIEURS-CONSEILS

LU^{EMBOURG}
LET'S MAKE IT HAPPEN

www.oai.lu

© OAI 2018

Dans la perspective des élections législatives 2018, l'Ordre propose des débats publics autour des thématiques de l'aménagement du territoire, du développement urbain et du logement qui suscitent le plus vif intérêt, non seulement des membres OAI, mais également de nos concitoyens.



CYCLE DE 3 TABLES RONDES OAI DANS LA PERSPECTIVE DES ÉLECTIONS LÉGISLATIVES_



© OAI Pierre HURT

1^{er} débat le 1er février 2018: «LE LUXEMBOURG dans la Grande Région DE DEMAIN, DITES,...»

Cet entretien public avec l'actuel Ministre du Développement durable et des Infrastructures François BAUSCH et son prédécesseur Claude WISELER était articulé autour de 4 thèmes:

1. Stratégie globale pour maîtriser notre développement qu'on souhaite résilient
2. Quelle qualité de vie pour demain?
3. Comment voulons-nous garantir un accès équitable au logement de demain?
4. Quelle architecture pour demain?

Notre lettre ouverte à ce sujet, qui a été adressée le 18 janvier 2018 aux député(e)s, aux membres du Gouvernement et aux partis politiques, peut être téléchargée sur le site www.oai.lu à la rubrique «avis oai».

Nous rédigerons nos propositions détaillées pour les élections législatives sur bases des réponses apportées par les partis politiques à notre courrier.

L'auditoire a suivi avec intérêt les débats et les propositions parfois audacieuses pour le futur de notre pays.

Le film de cette table ronde peut être visionné sur la page Facebook de l'OAI ou sur la chaîne Youtube de l'OAI.

2^{ème} débat le 23 avril 2018: «NOUTSTAND WUNNENGSBAU! WAT MAACHEN?»

En préparation de cet entretien public avec le Ministre du Logement Marc HANSEN, le Ministre de l'Intérieur Dan

KERSCH, et les députés Henri KOX et Marc LIES, l'OAI a adressé le 23 février 2018 aux député(e)s et aux membres du Gouvernement ses 18 propositions pour avancer dans le domaine du logement.

L'Ordre salue le revirement des décideurs politiques consistant à mettre enfin l'accent sur l'offre de logements, dont l'insuffisance criante est la véritable cause du problème actuel de pénurie en ce domaine.

Cumulons et mettons en œuvre tous azimuts les multiples propositions en discussion: l'utilisation des logements existants non occupés et des terrains constructibles non bâtis, l'adoption d'une stratégie générale de densification urbaine de qualité, et même au besoin l'élargissement des périmètres de certaines agglomérations, la mise en place d'un cadre stimulant pour de nouvelles formes de maîtrise d'ouvrage, ...

L'implémentation du plan directeur sectoriel «Logement» doit impérativement être poursuivie.

Il importe d'augmenter massivement l'offre de terrain à bâtir et l'accession aux terrains à bâtir. A cette fin, les contrats d'aménagement («Baulandvertrag») ont un rôle très important à jouer. Il convient également d'homogénéiser et de simplifier toutes les procédures (en ligne) d'autorisation, pour dynamiser rapidement la viabilisation et la constructibilité de terrains et ainsi la production de logements. L'augmentation de l'offre de logements ne doit toutefois pas se faire au détriment de



© Aiham Jumah

la qualité et de la recherche de typologies et de formes de logements adaptés à la demande.

Les propriétaires de terrains constructibles - plutôt que de délaisser leurs biens fonciers - doivent être davantage incités à les céder pour la réalisation de projets. Dans ce cadre, il faut continuer à mobiliser et à multiplier les initiatives de type «Baulücken», moyennant des concours d'architecture, des débats publics,...

Vu la crise aiguë du logement, les instances publiques doivent garder la main sur leurs parcs immobiliers (location ou bail emphytéotique plutôt que vente). Une telle politique permet

1. d'éviter la spéculation,
2. de conforter les objectifs en matière d'énergie et de gestion du patrimoine et
3. de sensibiliser les communes à leur rôle de maître d'ouvrage de projets de logement et de promoteur public.

Ce n'est qu'en jouant sur tous les leviers disponibles que l'on pourra remédier à la crise du logement et désamorcer la flambée des prix immobiliers.

Découvrez les 18 propositions de l'OAI pour avancer dans le domaine du logement sur www.oai.lu rubrique «avis oai»!

Le film de cette table ronde peut être visionné sur la page Facebook de l'OAI ou sur la chaîne Youtube de l'OAI.

SAVE THE-DATE 3^{ème} débat le 18 septembre 2018

La 3^{ème} table ronde, à laquelle nous prévoyons d'inviter les têtes de liste des partis disposant d'une fraction politique à la Chambre des Députés aura lieu mardi 18 septembre 2018 à partir de 18h à l'Amphithéâtre de la Coque.

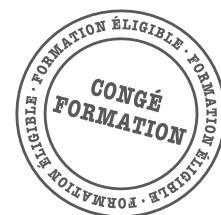
www.oai.lu

OAI

ORDRE DES ARCHITECTES
ET DES INGÉNIEURS-CONSEILS

FORMATION CONTINUE | WEITERBILDUNG

> PROGRAMME 2017-2018



CYCLE DE FORMATION OAI POUR ARCHITECTES ET INGÉNIEURS-CONSEILS

OAI WEITERBILDUNGSREIHE FÜR ARCHITEKTEN UND BERATENDE INGENIEURE

HISTOIRE DE L'ARCHITECTURE AU LUXEMBOURG
GESCHICHTE DER ARCHITEKTUR IN LUXEMBURG



SANTÉ ET BIEN-ÊTRE
GESUNDHEIT UND WOHLBEFINDEN



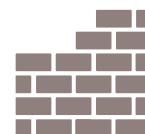
MANAGEMENT DE BUREAU ET GESTION DE PROJETS
BÜRO- UND PROJEKTMANAGEMENT



CONSTRUCTION DURABLE ET ÉNERGIE
NACHHALTIGES BAUEN UND ENERGIE



MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION
BAUMATERIALIEN



Le cycle de formation porte sur 14 mois, de novembre 2017 à décembre 2018.

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) | Centre National de Recherche Archéologique | Direction de l'Aménagement communal et du Développement urbain | energieagence | Fonds de rénovation de la Vieille Ville | Institut de Formation Sectoriel du Bâtiment (IFSBB) | Institut National pour le développement de la Formation Professionnelle Continue (INFPC) | Luxembourg Institute of Science and Technology (LIST) | Ministère de la Fonction publique et de la Réforme administrative | Ministère de l'Intérieur | Ministère du Développement durable et des Infrastructures | Musée d'Histoire de la Ville de Luxembourg | MyEnergy | Neobuild | PROgroup SA | Service des Sites et Monuments Nationaux | Université du Luxembourg | Ville de Differdange | Ville de Luxembourg

> INSCRIVEZ-VOUS !



www.oai.lu/formation



En collaboration avec : HOUSE OF TRAINING

FORMATION CONTINUE | WEITERBILDUNG

PROGRAMME / PROGRAMM 2017-2018

THÈME / THEMA		1		
MANAGEMENT DE BUREAU ET GESTION DE PROJETS BÜRO- UND PROJEKTMANAGEMENT				
Entre autres, recommandés aux personnes débutant dans les professions OAI ou personnes confirmées qui font leurs premiers pas au Luxembourg.				
Dématérialisation des marchés publics	NEW	29/03/2018	10:00-17:00	MDDI
Gestion financière du bureau		19/04/2018	13:30-17:30	Siège OAI
Bonnes pratiques de collaboration de la Maîtrise d'œuvre OAI		30/05/2018	09:00-17:00	Ch. de Com.
Dossier de soumission: Recommandations et bonnes pratiques/contrôle technique des offres/clauses techniques CRTI-B		05/10/2018	09:00-13:00	Ch. de Com.
Comment le BIM peut-il améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments ?	NEW	12/10/2018	09:00-17:00	Ch. de Com.
Programme de formations BIM	NEW	Plusieurs dates		Ch. de Com.
CONSTRUCTION DURABLE ET ÉNERGIE NACHHALTIGES BAUEN UND ENERGIE				
Démarche Cradle-to-Cradle : conception du bâtiment comme banque de matériaux	NEW	28/06/2018	09:00-17:00	Ch. de Com.
Zirkuläre Wirtschaft und Raumplanung	NEW	05/07/2018	13:30-17:30	Ch. de Com.
Bâtiment autonome à énergie positive	NEW	11/10/2018	13:30-17:30	Ch. de Com.
Eau potable : protection durable des ressources, délimitation des zones de protection d'eau potable et mise en œuvre des programmes de mesures	NEW	08/11/2018	13:30-17:30	Ch. de Com.
MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION BAUMATERIALIEN				
Bau- und Abbruchabfälle – Konzepte und Maßnahmen zur Vermeidung, Trennung und zum integrierten Ressourcenmanagement	NEW	19/10/2018	13:30-17:30	Ch. de Com.
Sichtbeton in der Architektur - Erfahrungen der letzten 20 Jahre in Luxemburg - Entwicklungen und Tendenzen	NEW	15/11/2018	13:30-17:30	Ch. de Com.
Glas: Statik und Baurecht - Richtlinien und Normen	NEW	22/11/2018	09:00-17:00	Ch. de Com.
Etanchéité à l'eau		29/11/2018	13:30-17:30	Ch. de Com.
Les matériaux isolants biosourcés dans la construction	NEW	30/11/2018	13:30-17:30	Ch. de Com.
Bois dans la construction : Conception, aspects techniques & acoustiques et surélévation en bois	NEW	07/12/2018	09:00-17:00	Ch. de Com.

Ch. de Com. - Chambre de Commerce

COLLABORATION AVEC D'AUTRES ORGANISMES DE FORMATION :

ENERGIEAGENCE (WWW.EACADEMY.LU, WWW.GUICHET.PUBLIC.LU/EXPERTS-ENERGIE)			LUSCI (WWW.LUSCI.LU)		
Energie und Nachhaltigkeit- EuN CPE, LENOZ, PRIMEHOUSE	3 Tage*		Etanchéité à l'air des bâtiments		5h
Energie et durabilité – EuN CPE, LENOZ, PRIMEHOUSE	3 jours*		Solutions pratiques pour façades isolantes démontables selon LENOZ		8h
Photovoltaik: Möglichkeiten bei Wohngebäuden in Luxemburg	1 Tag		Technicien spécialisé en Breeam		8h
Schallschutz: baubar und LENOZ-konform	1/2 Tag		* Plusieurs fois pendant l'année / mehrmals im Jahr, www.houseoftraining.lu		
FEUCHTE- und Winterlicher WÄRMESCHUTZ – LENOZ-Kriterium	1/2 Tag				



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.



creos.net



AUDIT TECHNIQUE

Des performances énergétiques et environnementales dans le cadre de constructions innovantes.

CONTRÔLE TECHNIQUE

Pour la souscription de l'assurance décennale, réalisé par nos experts pragmatiques du terrain.

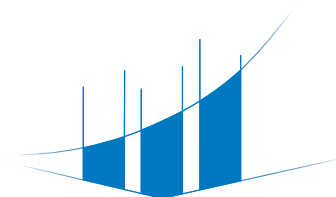
INSPECTION PAR UN ORGANISME AGRÉÉ*

Auditant la sécurité des personnes avec nos experts indépendants pour une exploitation sans risques.

Votre tranquillité d'esprit passe par nos experts.

Dans tous les secteurs de la construction : bâtiments, mobilité, eaux et énergie, les 50 ingénieurs spécialistes Secolux ont pour mission de vous garantir ce qu'il y a de plus précieux, votre sérénité. Ils maîtrisent - avec un esprit de pragmatisme économique - la qualité, le respect des normes, la sécurité ainsi que l'innovation durable dans les moindres détails. Votre tranquillité d'esprit est à ce prix.

Retrouvez-nous sur groupseco.com



SECO

DEDICATED TO INNOVATION



*prestation soumise à l'accréditation OLAS

Vum Ufank vum leschten Joerhonnert un ass, mat dem Zouwuess vun der Bevëlkerung an der industrieller Entwécklung, den Drénkwaasergebrauch an eisem Land ëmmer méi grouss ginn.



Eschduerf (L)

NEI WAASSEROPBEREEDUNG_

Georges Kraus, Ingenieur directeur



_Vue Stauséi



© Sebes

Dofir goufen vill Quellen aus dem Sandsteen an dem Bontsandsteen erschloss fir verschidden Stied an Géigenden mat Drénkwaasser ze versuergen. Aus de regionalen Zesummenaarbechten sinn de Syndicat des Eaux du Sud (SES) an d'Distribution d'Eau des Ardennes (DEA) entstanen.

1959 huet de Staatsgeolog Michel Lucius ofgeroden, wéngst lwwernotzung, zousätzlecht Grondwaasser fir d'Drénkwaasserversuergung ze gebrauchen. Als Alternativ huet hien d'Waasserreserv vum Stauséi vun Esch-Sauer virgeschloen. Mam Gesetz vum 31 Juli 1962 gouf de Syndicat des Eaux du Barrage d'Esch-sur-Sûre (SEBES) gegrënnt fir d'Drénkwaasserversuergung vum Land mat Uewerflächenwaasser ze verstärken. Déi nei Installatiounen sollten et erméiglechen pro Dag 60.000 Fudder ze produzéieren an, wéi et aus den Dossieren parlamentären ervirgeet, mat der Méiglechkeet op 90.000 Fudder ze erweideren.

Zënter 1969 liwwert de SEBES Drénkwaasser un seng méttlerweil 5 Memberen, d'Stad Lëtzebuerg, de SES, d'DEA, de SIDERE (Syndicat Intercommunal pour la Distribution d'Eau dans la Région de l'Est) an de SEC (Syndicat des Eaux du Centre).

Mat der Erschließung vun 4 Buersiten fir d'Drénkwaasserversuergung bei dem Vidange vum Stauséi vun 1991 ze erméiglechen an der Upassung vun

der Opberedung an den leschten Joeren, konnt de SEBES seng Kapazitéit op ronn 110.000 Fudder pro Dag erweideren.

Leider geet dat net duer fir de Bedarf un Drénkwaasser laangfristeg ofzesécheren.

No Schätzungen vun der Entwécklung vun eisem Land, mussen an den nächsten Joeren zousätzlech 40.000 Fudder Drénkwaasserkapazitéiten geschafen ginn.

Opgrond vun Pilotéierungen an enger finanztechnescher Étude huet de SEBES-Comité de 11 Mäerz 2011 décidéiert eng nei Waasseropberedungstatioun mat Pompelstatioun ze bauen an ronn 14km nei Waasserleitungen ze verleeën. Déi nei Leitungen verduebelen de SEBES-Réseau an erméiglechen néideg Reparaturen an de Schieberkummeren an den Héich- an Déifpunkten ze maachen. D'Opberedungsleeschtung vum Stauséiwaasser gëtt mat dem Projet op 110.000 mat Méiglechkeet spéider op 150.000 Fudder pro Dag auszebauen.

De 27 Februar 2015 gouf de Projet mat Devis vum SEBES-Comité gestëmmt. Mat dem Gesetz vum 5 Juli 2016 bedeelegt sech de Staat mat 50% un den Investitiounskäschten.

D'Aarbechten deelen sech op an den Ëmbau vun der Verrouerung am Gebai um Fouss vun der Staumauer,



© Sebes



© Sebes

dem Bau vun enger neier Pompelstatioun, dem Bau vun der neier Opberedungsanlag, dem Leeën vu ronn 5 Kilometer stole Leitung op Eschduerf an 8 Kilometer Waasserleitung fir de bestehenden Verdeelréseau ze verduebelen. Den Uschloss un d'65 kV-Netz vun der CREOS gëtt och erneiert. D'Atelieren, de Labo an d'Büroen ginn op den neie Site vun Eschduerf verluecht. Fir déi bescht méiglech Technik fir d'Waasser aus eisem Stauséi an Dréinkwaasser ëmzewandelen ze bestëmmen, huet de SEBES huet Pilotversich an den Joeren tëschent 2008 a 2010 gemeet.

De neie Prozess setzt sech aus folgenden Etappen zesummen:

- _Vir-filtratioun
- _Membran-filtratioun mat Flockung
- _Ophäerdung
- _Ozoniséierung mat Bio-filtratioun
- _Adsorptiounfilteren
- _Desinfektioun mat UV-Liicht

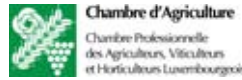
An 12 Louse sinn d'Ausschreibungen opgedeelt ginn. Vun dësen sinn de Réibau, de Leitungsbau an d'Verfahrenstechnik scho verginn. Mat den Aarbechten gouf de 12 Abrëll um Site zu Eschduerf ugefangen. An der Tëschenzäit sinn Terrassementsaarbechten bei der Elektrostatioun fäerdeg, bei der Réiwaasserpompelstatioun sou gutt wéi ofgeschloss an fir de Leitungsbau Ufank Mäerz ugefangen.

D'Elektrostatioun soll am September 2019 ofgehoill ginn. Déi nei Pompelstatioun ass am Laf vum Joer 2020 fäerdeg. Zu Eschduerf gëtt lo um Réibau vun den ënneschten Niveaue vun der neier Waasseropberedungsanlag geschafft. Dat heescht um Chantier erkennt en schonn d'Konture vun de Adsorptiounfilteren a vun den Ofsetzbecken. De Bau soll virum Collectif Congé zou sinn. Am Ufank vun 2021 gëtt déi éischt Waasseropberedungslinn a Betrib geholl. Dréi Méint méi spéit ass et dann un der zweeter Linn fir Waasser ze produzéieren.

Mat Fäerdegstellung vun dësen groussen Projet gëtt d'Dréinkwaasserversuergung vun eisem Land verbessert, verstärkt an besser ofgeséichert.

www.sebes.lu

Das Einzugsgebiet der 63 Quellen und 3 Brunnen des SES umfasst ein Gebiet von 4.900 Hektar im vom Luxemburger Sandstein geprägten Eischtal. Fast die Hälfte des Gebietes besteht aus landwirtschaftlicher Nutzfläche, welche von zirka 80 Betrieben bewirtschaftet wird. Die Landwirtschaftskammer ist auf rund 70 % dieser Fläche beratend tätig. Seit dem Jahr 2000 übernimmt das SES die Eigenbeteiligung der Landwirte an der Düngeplanung und der Wasserschutzberatung der Landwirtschaftskammer innerhalb seiner Wasserschutzgebiete.



MASSNAHMEN ZUM GRUNDWASSERSCHUTZ IM EINZUGSGEBIET DER QUELLEN UND BRUNNEN DES SYNDICAT DES EAUX DU SUD KOERICH (SES)

Bert Wolff – Diplom Umweltwissenschaftler – Responsable Qualité SES

Alain Majerus – Master in Agrarwissenschaften – Berater der Landwirtschaftskammer



Sanierter Quelle Lichtebirchen in Simmern

© Syndicat des Eaux du Sud

In der Wasserschutzberatung liegt der Fokus auf den 940 Hektar Ackerflächen. Die auswaschungsgefährdeten Sandböden auf den Plateaus in und um das Eischtal haben sehr früh die Notwendigkeit der Umsetzung eines kooperativen Grundwasserschutzes erkennen lassen. War Mitte der 90er bis noch vor einigen Jahren die Senkung der Nitratgehalte im Trinkwasser das vorrangige Ziel der Beratung, so ist die komplexe Problematik um das Thema der Pflanzenschutzmittel-Rückstände mit der Zeit in den Vordergrund gerückt. Das Wassersyndikat SES beklagt aufgrund der Problematik mit den Metaboliten des Wirkstoffs Metazachlor seit 2014 den täglichen Abschlag von im Schnitt 4.500 Kubikmeter Quellwasser. Die Aufbereitung dieses Quellwassers würde Kosten in Höhe von zirka 1.500€ pro Tag verursachen. Eine Trinkwasseraufbereitung steht aber zudem im Gegensatz zum Vorsorge- und Verursacherprinzip.

Die präventiven Maßnahmen werden jedoch nur mittelfristig die gewünschten Ergebnisse bringen. Die Südgemeinden mit ihren über 200.000 Einwohnern sind seit November 2017 nicht mehr von einer Ausnahmeregelung für die Überschreitung der strengen Pestizid-Grenzwerte für Trinkwasser betroffen. Aktuell läuft eine Studie wie eine zeitlich und räumlich begrenzte Trinkwasseraufbereitung für mit reinem Quellwasser versorgte Gebiete technisch umgesetzt werden könnte. Trotzdem besteht der einzig nachhaltige Weg im kooperativen Grundwasserschutz.

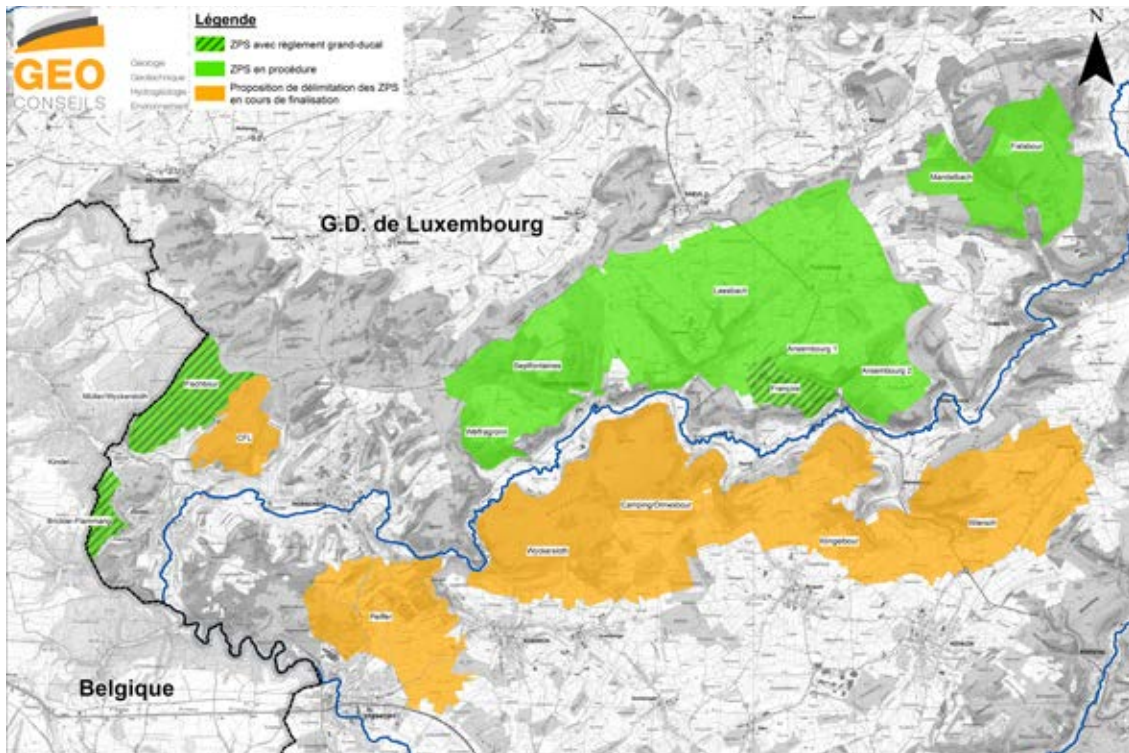
Viele Betriebe liegen mehrheitlich mit ihren Flächen innerhalb der Wasserschutzzonen. Die Ausweisung der Wasserschutzgebiete schreitet nun zügig voran. Aktuell liegen 80 % der technischen Gutachten zur Schutzzonenausweisung des SES vor. Bis Juni 2018 sollten alle Gutachten fertiggestellt sein. Drei grossherzogliche SES-Schutzzonen-Verordnungen sind seit 2014 in Kraft getreten. Eine Verordnung befindet sich im frühen und eine weitere im fortgeschrittenen Stadium der Prozedur. Somit ist fast der gesamte nördlich der Eisch liegende Teil der Wasserschutzgebiete des SES schon sehr bald gesetzlich geregelt.

Die Stickstoffproblematik

Die ganzbetriebliche Düngeplanung ist ein wesentlicher Bestandteil der Wasserschutzberatung. Ziel der Düngeberatung ist es durch Beachtung der Nährstoffreserven des Bodens sowie des Nährstoffbedarfs der jeweiligen Kulturen Bilanzüberschüsse zu vermeiden. Mögliche negative Auswirkungen auf vor allem das Grundwasser sollen auf ein Mindestmaß reduziert werden. Weiterhin werden Aspekte wie Bodenbearbeitung (Mulchsaat, Direktsaat, Strip Till, usw.), erweiterte Fruchtfolgesysteme und mögliche Agrarumweltmaßnahmen im Rahmen der Düngeplanung diskutiert.

Der Reststickstoff (Nmin) nach der Ernte ist ein wichtiges Monitoring-Instrument um etwaige Stickstoffüberschüsse nach der Ernte der Hauptkultur abschätzen zu können. Eine mögliche Zwischenfruchteinsaat kann bei höheren Reststickstoffwerten als Nährstoffsenke dienen und hilft im Vorfeld Nährstoffeinträge in der Grundwasserneubildungsperiode zu reduzieren. Insgesamt wurden 2017 630 Hektar auf Reststickstoff beprobt, was mehr als 60% der Ackerfläche im Einzugsgebiet des SES entspricht. Gegenüber 2014 entspricht dies mehr als einer Verdopplung der beprobten Fläche.

Das Agrarumweltprogramm der Administration des Services Techniques de l'Agriculture (ASTA) zur Reduzierung der Stickstoffdüngung auf dem Ackerland ist ein effizientes Instrument um die Reststickstoffwerte nach der Ernte der Hauptfrucht zu minimieren. Niedrigere Erträge werden finanziell ausgeglichen. Der Landwirt verpflichtet sich hierbei die bestehenden Auflagen während mindestens 5 Jahren einzuhalten, um sie dann nach Ablauf der Periode erneut verlängern zu können. 2016 waren 140 ha Ackerland in dieser



_Fortschritt bei der Ausweisung der Quellenschutzgebiete des SES im März 2018

Maßnahme gemeldet. 2017 waren es bereits 180 ha. Dies entspricht 19 % der Ackerfläche des SES Gebiets. Weitere Agrarumweltmaßnahmen können einen direkten oder indirekten Beitrag zum Wasserschutz liefern. Hierzu zählen beispielsweise die Programme „Zwischenfruchtanbau und Mulchsaattechnik“, „Verringerung des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln“ oder „Förderung von Uferschutzstreifen, Erosionsschutz- und Biotopstreifen“.

Die Reduzierung der Gülleausbringung ist heute mit innovativer Technik kosteneffizient möglich. Durch Aufbereitung mit Separation, Nanofiltration und Umkehrosmose kann die Gülle in nährstoffhaltige Fraktionen und sauberes Wasser aufgetrennt werden. Dadurch wird das Volumen der Gülle um ein Vielfaches reduziert und eventuellen Engpässen bei der Lagerkapazität kann entgegengewirkt werden. Die phosphor- und stickstoffhaltigen Dünger bleiben der Landwirtschaft erhalten. Das Luxemburger Start-Up - Unternehmen Ama Mundo Technologies erprobt diese Technik in einem Pilotprojekt mit dem regionalen Biogasanlagenbetreiber Biogas Kielen. Das SES beobachtet diese Entwicklung mit Interesse und steht in engem Kontakt mit den Akteuren dieses Pilotprojektes um nach möglichen Lösungen für das Problem der Gülleüberkapazitäten zu suchen.



_Aufbereitung der Gülle mit Separation, Nanofiltration und Umkehrosmose

einer konventionellen Stickstoffdüngung und der Test-Düngung miteinander vergleichen zu können, wurde eine Fläche mit verschiedenen Varianten gedüngt. Neben der klassischen Kalkammonsalpeter-Variante wurde zusätzlich eine Ammoniumsulfatsalpeter-Variante angelegt, da diese mineralische Düngerform in seiner Nährstoffzusammensetzung am ehesten mit dem Testdünger vergleichbar ist und der Effekt der Schwefeldüngung abschätzbar wird.

Die Reduzierung des Stickstoffeintrags durch Anwendung eines innovativen Mehrnährstoffdüngers wird in einem Pilotprojekt des SES seit 2017 erprobt. Besagter Dünger ist ein stickstoff- und schwefelhaltiger Mehrnährstoffdünger agro-industrieller Herkunft. Die Herstellung erfolgt in der Grenzregion auf Basis von Koprodukten aus der Zuckerrübenindustrie. Der Hersteller verspricht eine um bis zu 30 % bessere Stickstoffausnutzung im Vergleich zu den klassischen Mineraldüngern und einen insgesamt effizienteren Nährstoffkreislauf. Gleiche Ertrags- und Qualitätsniveaus sollen sich somit in der Praxis mit reduzierten Stickstoffgaben realisieren lassen. Durch den reduzierten Stickstoffeintrag können mittelfristig nur positive Effekte auf die Quellwasserqualität erwartet werden. Das kurzfristige Hauptziel des Projektes besteht darin die Ertragseffizienz des Düngers in der Praxis zu testen. Im Kulturjahr 2017 erfolgte auf sämtlichen Flächen im Einzugsgebiet der Quelle Lauterbour die erste Stickstoffgabe mit diesem Dünger. Um Ertrags- und Qualitätsparameter

Da die Wirkung des Testdüngers den Landwirten nicht bekannt ist wurde vom SES ein Entschädigungspool vorgesehen, der im Falle von Mindererträgen greifen soll. Diese Maßnahme steigert deutlich die Akzeptanz solcher Versuche und sichert damit die Beteiligung der Landwirte. Erfahrungsgemäß wird es in der Praxis jedoch eher selten notwendig auf diese Entschädigungen zurückzugreifen. 2017 konnten auch keine Mindererträge im Rahmen dieses Projektes festgestellt werden. Allerdings wurde gemeinsam von den Projektträgern entschieden für das Kulturjahr 2018 den Versuchsaufbau abzuändern, um signifikantere Vergleichswerte zwischen den Varianten zu erzielen.

Projekte und Maßnahmen:

Die landwirtschaftliche Beratungstätigkeit wird durch verschiedene Projekte begleitet, wodurch sich im Anschluss konkrete Maßnahmen ableiten lassen. Die teilmechanische Unkrautbekämpfung im Mais oder der Anbau von Extensivkulturen wie Miscanthus, Hanf, Öllein, Dinkel oder Roggen sind rezente Beispiele hierfür.



_Rollsternhacke des Syndicat des Eaux du Sud bei einem Demonstrationsversuch 2017

© Syndicat des Eaux du Sud

(Teil-)mechanische Unkrautbekämpfung im Mais

Auf Initiative der Landwirtschaftskammer hin investierte der Wasserversorger SES 2015 in eine Rollsternhacke zur teilmechanischen Unkrautbekämpfung im Mais. Zukünftig ist vorgesehen, dass die Anschaffung gemeinschaftlicher Geräte über den Wasserfonds kofinanziert werden kann. Diesbezüglich muss allerdings individuell und abschließend geklärt werden, dass eine Doppelfinanzierung im Sinne des EU-Agrarrechts ausgeschlossen ist. 2017 stand die Technik den Landwirten bereits im dritten Jahr zur Verfügung. Seit der Einführung der Maßnahme steigt die Teilnahmebereitschaft stetig an. Nahmen 2016 noch zehn Betriebe an dieser Maßnahme teil, so waren es deren 2017 bereits sechzehn. Weiterhin kam die Maishackmaschine auf Versuchsflächen der ASTA, des Instituts für Biologisches Landwirtschaft an Agrarkultur Lëtzebuerg (IBLA) und der Fördergemeinschaft Integrierte Landbewirtschaftung Luxemburg (FILL) zum Einsatz. Um die Akzeptanz und Resonanz zu steigern, wurden in den letzten Jahren landesweit mehrere Vorführungen diverser Hackgeräte organisiert, welche stets gut besucht waren.

Im Kulturjahr 2017 wurden knapp 190 Hektar Maisfläche teilmechanisch bearbeitet, was einem Anteil von 40% des Mais entspricht. Hierunter wurden letztjährig 13 Hektar Anbaufläche rein mechanisch bearbeitet. Die Zunahme der bearbeiteten Fläche gegenüber 2015 ist umso bemerkenswerter, als dass die Witterungsbedingungen im Frühjahr 2016 nur relativ kleine Zeitfenster zur mechanischen Unkrautbekämpfung ermöglichten. Trockenperioden bieten in der Regel gute Bedingungen für die mechanische Unkrautbekämpfung. Die Hitzeperiode und die lange Trockenphase im Mai und Juni 2017 führten allerdings in Kombination mit einer erhöhten Staubeentwicklung bei der Bearbeitung zu reduzierter Wirksamkeit der Herbizide.

Das Verfahren ermöglicht allgemein eine konsequente Reduzierung des Herbizideinsatzes, da lediglich eine Bandspritzung auf der Maisreihe erfolgt und im Zwischenreihenbereich rein mechanisch gearbeitet wird. Dies ermöglicht eine Pflanzenschutzmittel-Einsparung von bis zu 75% im Vergleich zur breitflächigen Applikation. Eine überschlägige Berechnung der Wirkstoffreduzierung gegenüber der Ganzflächenspritzung ergibt eine Ersparnis von ca. 300l Pflanzenschutzmittel, respektive von ca. 20kg reinem Wirkstoff für 2017. Wissentlich, dass der Grenzwert im Trinkwasser nach geltender großherzoglicher

Verordnung für eine einzelne Pestizidsubstanz oder deren Abbaustoffe (Metabolite) bei 100ng/l liegt, so würde diese Pestizidmenge vereinfacht dargestellt ausreichen, um drei Mal den Speicherinhalt des Stausees in Esch-Sauer als Trinkwasser ungenießbar zu machen. In der Praxis würde jedoch idealerweise die aufgewandte Menge an Pflanzenschutzmitteln nur wenig anteilig versickern. Und auf dem bis zu 20-jährigen Filterweg des Quellwassers durch den Sandstein sorgen zudem komplexe Prozesse wie Degradation und Adsorption dafür, dass nicht die integrale Menge der aufgewandten Pflanzenschutzmittel ins Grundwasser gelangt. Pestizide mit hoher Wasserlöslichkeit, geringer Adsorptionsneigung und großen Halbwertszeiten riskieren am meisten ins Grundwasser zu gelangen. Die Verweilzeit des Wassers im zerklüfteten Sandstein kann stellenweise aber sehr wohl nur Tage oder Wochen betragen. Im Rahmen der hydrogeologischen Gutachten zur Schutzzonenausweisung wurden solche Klüfte und Dolinen eindeutig identifiziert und als hochsensibel, sogenannte II-V1-Zonen, klassifiziert. Hier gelten besonders strenge Restriktionen.

Extensive Alternativkultur: Nutzhanf

2015 wurden erste Versuchsflächen im Einzugsgebiet des SES mit Nutzhanf bestellt. Diese extensive schnellwüchsige Faserpflanze hat geringe Ansprüche an die Düngung und benötigt in der Regel keinen chemischen Pflanzenschutz. Sie kann unter anderem zur Ölproduktion (Hanfsamen) oder zur Faserproduktion (Isolationsmaterial, Baustoff) genutzt werden. Da im Norden Luxemburgs bereits ein regionaler Hanföl-Produzent tätig ist, wurde unter Federführung der Landwirtschaftskammer nach einem anderen Absatzmarkt gesucht. 2016 wurde das SES so Mitglied in der wallonischen Genossenschaft Belchanvre aus Marloie.

Belchanvre vereint die Hanf anbauenden Landwirte der Region und hat eine Verarbeitungskette für Faserhanf aufgebaut. Durch die Mitgliedschaft in der Genossenschaft hat sich das SES vorerst den Absatz für 10 Hektar Faserhanf gesichert. 2017 wurde dieser von vier Betrieben angebau. Die Landwirte kommen für die Saatgutkosten auf und sind für den Anbau, die Kulturführung, das Pressen und die Lagerung zuständig. Die Ernte und der Abtransport zum Verarbeitungsunternehmen in Belgien werden durch die Genossenschaft organisiert und getragen. Das



_Erntemaschine bei der Nutzhanfernte im SES-Gebiet 2017

© Landwirtschaftskammer Luxemburg

Ernteprodukt wird für Mitglieder der Genossenschaft bei entsprechender Qualität zu einem vorteilhaften Festpreis abgekauft. Bedingt durch den Trockenstress liefen nicht alle Bestände im Frühjahr 2017 gut auf, so dass nicht alle Flächen Ertrag brachten. Eine defekte Erntemaschine führte außerdem zu Verzögerungen bei der Ernte. Späte Mahdtermine sollten jedoch vermieden werden, da für die Bergung des Faserhanfs Trockenperioden von 10-14 Tagen notwendig sind. Aktuell ist die Weiterverarbeitung des Produktes von einem einzelnen Abnehmer abhängig. Der Anbau kann also nur insofern abgesichert werden, als dass dieser Abnehmer und die Weiterverarbeitung garantiert sind.

Alternative Extensivkultur: Öllein

Eine weitere Extensivkultur, welche zur Öl- und Faserproduktion angebaut werden kann, ist der Öllein. Der Lein benötigt relativ wenige Nährstoffe. Jedoch besteht durch eine sehr langsame Entwicklung der Jungpflanzen die Gefahr einer frühen Verunkrautung. Die mechanische Beikrautregulierung mittels Hackgerät hat sich in Versuchen der Landwirtschaftskammer bewährt. Auch eine einmalige Unkrautbekämpfung im Nachlauf wäre immer noch relativ wenig im Vergleich zu den Aufwendungen anderer Ackerkulturen. Beim Öllein wird anders als beim Nutzhanf die Vermarktung als Ölfrucht anvisiert. Die Entwicklung einer Imprägnier- und Pflegelasur für Holz auf Basis von luxemburgischen Leinöl mit dem Namen LUXLIN hat sich in Zusammenarbeit mit dem regionalen Farbenhersteller Peintures ROBIN konkretisiert. Daher konnten für 2018 über 10 Hektar Anbaufläche für Öllein alleine im Einzugsgebiet des SES angemeldet werden. Eine Veranstaltung hinsichtlich der Kulturführung für anbauende Betriebe ist geplant. Der bei der Ölpressung anfallende Leinkuchen wird als hochwertiges Kraftfutter Verwendung finden. Der Anbau von Öllein trägt zu einer vielfältigeren Fruchtfolge bei, da er mit keiner anderen derzeit angebauten Kulturfamilie verwandt ist. Das Blütenmeer ist ein Blickfang und eignet sich bestens als Werbeträger für eine auf Nachhaltigkeit ausgerichtete Landwirtschaft.

Alternative Extensivkultur: Miscanthus

Vor allem auf den als II-V1-Zonen bezeichneten hochsensiblen Flächen wird die landwirtschaftliche Nutzung durch Verbote der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln und Düngung sehr stark eingeschränkt. Um weiterhin eine wirtschaftliche



_Öllein-Versuchsfeld 2016

© Landwirtschaftskammer Luxemburg

Nutzung solcher Flächen zu gewährleisten bedarf es einer Kultur mit einem minimalen Inputbedarf, welche zudem eine permanente Bodenbedeckung gewährleistet.

Miscanthus bietet als mehrjährige Dauerkultur eben diese Voraussetzungen. Miscanthus gehört wie Mais zur Pflanzengattung der C4-Pflanzen, welche besonders effizient Biomasse produzieren. Die arbeitsintensive Anpflanzung der Wurzelstücke, den sog. Rhizomen, erfolgt ab April mit Hilfe einer umgebauten Kartoffelpflanzmaschine. Die vegetative Vermehrung über die Rhizome, die Anpflanzung und die Weiterverarbeitung zum Endprodukt erfolgen lokal in enger Zusammenarbeit mit der ASBL MISCANTHUS.LU. Bei allen Anpflanzungen im SES-Gebiet wird nach Bedarf eine mechanische Unkrautbekämpfung mittels einer speziellen Hackmaschine durchgeführt bis sich das Schilfgras eigenständig durchzusetzen vermag.

Die mehrjährige Kultur treibt danach jährlich neu aus und liefert bis zu 20 Jahre lang stabile Erträge. Die herabfallenden Blätter bauen Jahr für Jahr 2-3 Zentimeter Humusschicht auf. In den Wasserschutzgebieten kann so gänzlich auf eine Düngung verzichtet werden. Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln entfällt hier komplett.



„Ausbringung der Miscanthus-Rhizome

© Syndicat des Eaux du Sud

Der anfänglich relativ kostenintensive Anbau von Miscanthus wird auf hochsensiblen Flächen momentan integral vom Wasserversorger SES übernommen. So konnten 2015 erstmals 1,5 Hektar in Simmern gepflanzt werden. Es folgten 2016 weitere 3 Hektar auf den Fluren „Wald“ und „Groussebësch“. Der Miscanthusanbau soll den Landwirten trotz hoher Wasserschutzauflagen weiterhin ein landwirtschaftliches Einkommen sichern und den Verlust von Flächen aus dem Ackerstatus eingrenzen. Im Zuge des nunmehr zügigen Voranschreitens bei der Ausweisung von Wasserschutzgebieten ist zeitnah mit weiteren Anbauflächen zu rechnen.

Das Schilfgras wird im Frühling bereits trocken mit dem Häcksler vom Feld geholt. Die Entstaubung findet in der neu errichteten regionalen Lagerhalle von Miscanthus.lu auf dem Kranzenhaff statt. Durch sein geringes Schüttgewicht wird für die Lagerung viel Platz benötigt. Miscanthus besitzt einen ähnlichen Heizwert wie Holz und kann in umgebauten Holzhackschnitzelheizungen energetisch verwertet werden. Etwas mehr als zwei Kilo Miscanthushäcksel ersetzen ein Liter Heizöl. Im Rahmen eines vorgesehenen Umbaus der Räumlichkeiten des SES in Koerich ist eine solche Heizungsanlage in Planung. Der lokale Absatzmarkt für Miscanthus auf einer Anbaufläche von zirka 4 Hektar wird somit mittelfristig abgesichert. Auf den meist wenig tiefgründigen und sandigen Böden im und um das Eischtal ist ohne Düngung mit Erträgen von zirka 12 Tonnen Trockenmasse pro Hektar zu rechnen. Mit dem Anbau von einem Hektar Schilfgras können so zukünftig 6.000 Liter Heizöl eingespart werden. Der Wechsel vom Heizöl zu erneuerbarer lokal produzierter Energie kann also auch einen Beitrag zum Grundwasserschutz leisten. Die Klimabilanz dieses Projektes wird zusätzlich dadurch verbessert, dass die Miscanthuskultur jährlich 30 Tonnen Kohlendioxid pro Hektar speichert. Der Vertrieb findet zudem ohne große Transportwege in direkter Nähe zum Verbraucher statt.

Im Sinne der Kreislaufwirtschaft ist einer Kaskadennutzung des Miscanthus klar der Vorzug zu geben. So kann Miscanthushäcksel mit einem Kalkzuschlag zu einem ökologischen und kreislauffähigen Baustoff verarbeitet werden. Die Zementherstellung ist schätzungsweise für 8 Prozent der weltweiten Kohlendioxid-Emissionen verantwortlich. Die Umweltfolgen vom weltweiten Raubbau am Rohstoff Sand sind verheerend. Zement- und sandfreie lokal und ökologisch hergestellte



„Zweijährige Miscanthus-Anpflanzung in der II-V1-Zone der Simmer Quellen

© Syndicat des Eaux du Sud

Baustoffe erscheinen im Lichte dieser Entwicklungen als Hoffnungsschimmer für eine klimafreundlichere Bauweise, welche zugleich baubiologisch sinnvoll ist. Rezent wurden in Lorentzweiler neue Umkleidekabinen für den lokalen Tennisverein mit „Miscanthusbeton“-Elementen errichtet. Die vorteilhaften Eigenschaften dieses Baustoffes bezüglich Brandschutz, Schallisolation und Dämmwert sind sehr vielversprechend. Durch die Mineralisierung wird das Baumaterial unempfindlich gegen Nässe, Pilzbefall und Parasiten. An der kostenintensiven Standardisierung und Normung des Produktes wird noch geforscht und gearbeitet. Schweizerische Bauprojekte mit Miscanthusbaublöcken zeigen, dass das Produkt jahrzehntelang standfest und intakt bleibt. Wenn konsequent mit Lehm- und Kalkputz sowie Holz gearbeitet wird, so bietet dieser Baustoff die Möglichkeit einhundertprozentig wiederverwertbare Häuserstrukturen zu errichten. Bei der Planung des Bauprojektes des SES in Koerich wird der Einsatz von Miscanthusbaulementen geprüft und es soll zumindest Miscanthusdämmung zum Einsatz kommen.

Die trockenen Miscanthusstängel können auch als Rindenmulchersatz oder als Tiereinstreu eingesetzt werden. Eine dementsprechende Produktpalette ist jetzt schon auf dem luxemburgischen Markt erhältlich. Als Mulchmaterial bietet Miscanthus ein gutes Unkrautunterdrückungspotential und versauert im Gegensatz zum Rindenmulch den Boden nicht. Gerade im Zuge des Pestizideinsatzverbots im öffentlichen Raum



_Rückenwand der Lagerhalle von Miscanthus.lu aus Miscanthusbauerelementen auf dem Kranzenhaff

© Syndicat des Eaux du Sud

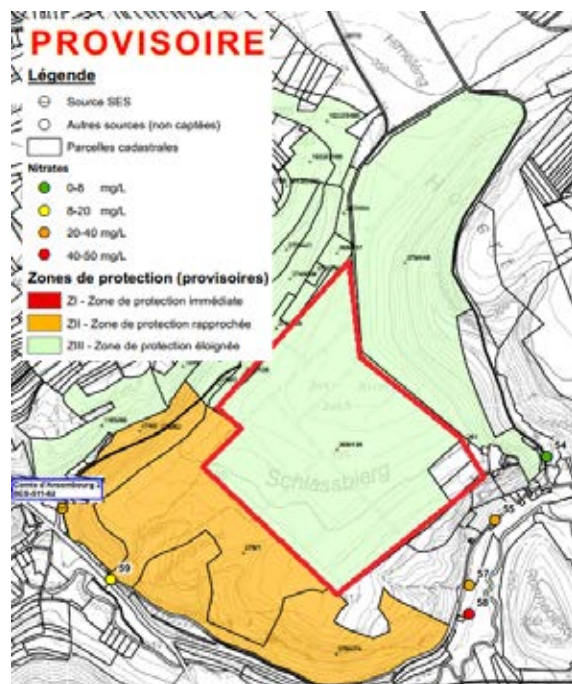
seit dem 1. Januar 2016 bietet dieses Produkt eine Alternative für die Gärtnereien öffentlicher Betriebe. Als Pferde- und Nutztierereinstreu findet Miscanthus wegen seiner sehr hohen Saugfähigkeit und Ergiebigkeit zunehmend Liebhaber, da es im Gegensatz zum Getreidestroh zum Beispiel weder Allergien noch Koliken verursacht. Die stoffliche Verwertung von Miscanthus ist jedoch mit Sicherheit noch nicht gänzlich ausgereizt. Die Substitution von Steinwolle in der Hydrokultur, der Ersatz von umweltproblematischem Torf in Gärtnereien, die Verwendung als Additiv in Bioplastiken oder die Verarbeitung zu ökologischem Verpackungsmaterial sind mögliche zukünftige Absatzmärkte. Die in Luxemburg ausschließlich angepflanzte Art *Miscanthus x giganteus* ist übrigens nachweislich eine nicht invasive Art und gegenüber traditionellen Kulturen wie Mais vorteilhaft für die Biodiversität. *Miscanthus* kann allerdings weder einen Beitrag zur Förderung von blütenbestäubenden Insekten, noch zur Futtermittelproduktion leisten. Trotzdem birgt diese Pflanze das Potential eine Kulturnische erfolgreich zu besetzen und ist momentan die einzige Anbau-Alternative auf den hoch sensiblen II-V1-Flächen in Wasserschutzgebieten. *Miscanthus* kann zudem als effiziente Erosionsbremse auf problematischen Flächen angepflanzt werden.

Extensivkulturen: Dinkel und Roggen

Dinkel und Roggen sind zwei Getreidearten mit geringen Standortansprüchen und eignen sich hinsichtlich von Pflanzenschutz und Düngung für eine extensivere Kulturführung. Diesbezüglich bemühte sich die Landwirtschaftskammer Vermarktungswege für Brotroggen und -dinkel zu schaffen. Partner ist die Bliesmühle aus Blieskastel mit der im Herbst 2015 garantierte Mindestpreise ausgehandelt wurden. Dies verschafft dem Landwirt finanzielle Sicherheit.

Extensivkultur: Hochstammobst

Auf dem Plateau „Groussebësch“ in Simmern wurde eine Lösung für eine Fläche gesucht, welche in Richtung einer Kluft im Sandstein entwässert. Eine Landschaftsgärtnerei hatte vor Jahren diese Fläche für die betriebliche Nutzung erworben. Der Betreiber zeigte sich sehr kooperativ und verzichtete jahrelang freiwillig auf ein Umpflügen seines Landes in Erwartung einer beidseitigen Lösung. Diese Lösung konnte nun in Form des Anbaus von 75 traditionellen Hochstamm-Obstbäumen gefunden werden. Das Obst wird vom



_Pilotgebiet Schlassbiérg und punktförmig dargestellte Nitratgehalte der umliegenden Quellen

© Syndicat des Eaux du Sud & Greconseils

regionalen Produzenten RAMBORN Cider Co. vorteilhaft aufgekauft. Die Landwirtschaftskammer hat auch hier den Kontakt zum Produzenten gesucht und gefunden. Das SES übernimmt die Finanzierung der Anpflanzung und garantiert die gesunde Etablierung des „Bongerts“ mit freundlicher Unterstützung von der Natur- und Forstverwaltung ANF (Administration de la Nature et des Forêts).

Biologische Landwirtschaft

Bis zum jetzigen Zeitpunkt waren die angewandten Maßnahmen prioritär auf eine Reduzierung der Düngung, sowie der Aufwandmengen von Pflanzenschutzmitteln ausgelegt. Mit dem vorliegenden Projekt wird der nächste Schritt in Angriff genommen.

Um den Einfluss des Biolandbaus auf die Entwicklung der Trinkwasserqualität abzuschätzen, wurde 2016 das Pilotprojekt „Schlassbiérg“ im Einzugsgebiet der Quelle „Comte Ansembourg 2“ ins Leben gerufen. Ziel des Projektes ist es komplett auf den Einsatz von Mineräldünger



Stand der Landwirtschaftskammer anlässlich des EBL/SES-Events „Mulchen Isolieren Bauen“ am 02/02/18 in Koerich

© Syndicat des Eaux du Sud

und chemischen Pflanzenschutzmitteln zu verzichten. Das Plateau Schlassberg mit seinen 40 Hektar Ackerfläche bietet hierfür optimale Bedingungen, da alle Flächen im Besitz eines Verpächters sind und von nur einem Betrieb bewirtschaftet werden. Eine den Kulturen angepasste organische Düngung wird weiterhin praktiziert werden. An diesem Punkt bleibt hervor zu heben, dass eine komplette Umstellung des Betriebes auf biologische Bewirtschaftung aufgrund der Betriebsstruktur nicht denkbar ist. Wegen der bestehenden gesetzlichen Rahmenbedingungen ist auch eine auf das Plateau begrenzte Teilumstellung nicht möglich.

Die Landwirtschaftskammer übernimmt die generelle Koordination des Projektes. Gemeinsam mit dem IBLA-Berater und dem Landwirt werden die Schritte der Produktionsumstellung (Fruchtfolge, Unkrautbekämpfung, Bodenbearbeitung, Wertschöpfungskette) geplant und umgesetzt. Durch die Umstellung der Fruchtfolge werden sich auch die Futtererzeugnisse des Betriebes erheblich verändern. Beispielsweise wird auf dem Betrieb weniger Maissilage anfallen, dafür jedoch mehr Silage aus Klee gras und Mischungen aus Getreide mit Körnerleguminosen. Um den abweichenden Futteranfall optimal in die Futterabläufe des Betriebes einbauen zu können, wird ein Mitarbeiter der Tierproduktionsabteilung der ASTA mit eingebunden. Das Wassersyndikat SES übernimmt die Aufgabe, ein Monitoring der Nitrat- und Pestizidwerte in der Quelle Comte Ansembourg 2 und in fünf nicht gefassten Quellen im näheren Umfeld durchzuführen. Die Resultate sollen es erlauben mittelfristig den zu erwartenden positiven Effekt auf die Qualität des Grund- und Oberflächenwassers aufzuzeigen.

Wichtige betriebswirtschaftliche Fragestellungen sollen behandelt werden. Wie lassen sich die zu erwartenden Ertragsausfälle beziffern und welche Umstellungen sind in der Bewirtschaftung notwendig um stabile Erträge zu erwirtschaften? Deshalb werden die realen Ertragslöse und sämtliche Produktionskosten von jeweils sieben Jahren vor und nach der Produktionsumstellung erfasst und ausgewertet. Auf dieser Basis kann errechnet werden, wieviel die Produktionsumstellung den Betrieb kostet. Zusammen mit dem Service d'Économie Rurale (SER) und der ASTA wird dann eine Analyse der Produktionsumstellung stattfinden. Die Entwicklung künftiger Fördermittel könnte sich auf die Ergebnisse dieses Projektes stützen. Die fehlenden Einnahmen, die sich durch

einen zu erwartenden Ertragsrückgang bei gleichzeitigem Fehlen der Bioprämie, sowie der Unmöglichkeit der Vermarktung der Erzeugnisse zu Biopreisen, erklären lassen, sollen durch Kompensationszahlungen im Rahmen des Pilotprojektes ausgeglichen werden. Träger dieses Kompensationspools ist das Wasserwerk. Da der Landwirt als viehhaltender Betrieb auf eine ausreichende Futterproduktion angewiesen ist, wird dem Landwirt auch die notwendige Sicherheit gegeben, dass er bei Mindererträgen extern Futter zukaufen kann.

Das SES hat 2017 einen Kooperationsvertrag mit dem IBLA abgeschlossen, um den interessierten Landwirten im Einzugsgebiet die Methoden der biologischen Landwirtschaft näher zu bringen und weitere Möglichkeiten zur Reduzierung diffuser Einträge aus der Landwirtschaft aufzuzeigen. Durch den Verzicht auf synthetische Pflanzenschutzmittel und mineralischen Stickstoffdünger bietet die biologische Landwirtschaft trinkwassergerechte Optionen an. Die Methoden der biologischen Landwirtschaft (weitgestellte Fruchtfolgen, mechanische Beikrautregulierung, usw.) können auch in konventionellen Betrieben umgesetzt werden, ohne dass eine ganzbetriebliche Umstellung auf biologische Landwirtschaft notwendig wird. Im Rahmen dieser Zusammenarbeit erstattet das SES den Landwirten die Eigenbeteiligung an den Beratungsmodulen „Biologische Landwirtschaft“, „Methoden der Biologischen Landwirtschaft“, „Anbau von Leguminosen“ und „Gruppenberatung Ackerbau“ zurück. Bereits im laufenden Jahr sollen Seminare, Besichtigungen und Gruppenberatungen stattfinden. Gemeinsam mit dem Wasserwerk der Stadt Luxemburg und mit Einbindung der Landwirtschaftskammer ist die Anlage eines Demonstrationsversuches zum Thema „Mechanische und teilmechanische Unkrautregulierung im Maisanbau“ für 2018 vorgesehen.

Hier wird das IBLA eine eigens entwickelte Maishäufeltechnik einsetzen. Bei diesem Verfahren wird direkt über die Saatreihe ein leichter Damm gezogen. Kurz bevor der Keimling die Bodenoberfläche erreicht, werden die Dämme abgeschleppt. Dadurch stehen die Maiskeimlinge ohne Unkraut in der Reihe an der Bodenoberfläche und haben einen Wachstumsvorsprung. Sie können so konkurrenzlos wachsen. Während der Vegetationsperiode werden die Maisreihen mehrmals angehäufelt um Unkräuter in den Reihen zu verschütten

und zwischen den Reihen zu hacken. Eine rein mechanische Beikrautregulierung ist damit umsetzbar.

Öffentlichkeitsarbeit:

Der Wasserbetreiber SES bemüht sich das Thema des Grundwasserschutzes sowie die Pflanzenschutzmittel- und Nitratproblematik einem breiten Publikum verständlich nahe zu bringen. Hunderte Besucher nutzen jährlich die Gelegenheit einer Besichtigung der Anlagen des SES und der Wasserausstellung Themaqua in der Pumpstation in Koerich. Die Sensibilisierung beginnt bei den Jüngsten. Auch der Erfahrungsaustausch über spezifische Thematiken auf fachlicher Ebene findet regelmäßig statt. So fand auf Initiative der Landwirtschaftskammer 2017 unter anderem ein interessanter Erfahrungsaustausch auf dem Gebiet der Wasserschutzberatung mit der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen statt. Verschiedene Studienbüros nahmen rezent Kontakt auf um sich vor Ort ein Bild von den Wasserschutzbemühungen beim SES zu machen.

Das SES war gemeinsam mit verschiedenen Herstellern von Produkten auf Basis von extensiven Alternativkulturen die letzten Jahre auf der Foire Agricole in Ettelbrück vertreten. Bei einer von der Universität Köln-Bonn organisierten internationalen Miscanthus EG Tagung durfte ein SES-Mitarbeiter von den positiven Erfahrungen mit Miscanthus im Wasserschutz berichten. Bei der schon traditionellen Versammlung der Landwirte des SES Einzugsgebietes wird jährlich Bilanz über die Monitoringergebnisse und Fortschritte in Sachen Grundwasserschutz gezogen.

Nicht zuletzt wurden rezent in Zusammenarbeit mit der Umweltberodung Lëtzebuerg (EBL) die luxemburgischen Kommunen zu einer Ausstellung und Vorstellung der Produkte aus den Alternativkulturen unter dem Motto „Mulchen, Isolieren, Bauen“ nach Koerich eingeladen. Mit 70 Besuchern und zahlreichen direkten Kontaktaufnahmen zwischen den Produzenten und potentiellen öffentlichen Abnehmern der Produkte war dieser Event ein Erfolg. Die Produkte sollen demnächst einem breiteren Publikum bekannt gemacht werden. Der Erfolg der extensiven Alternativkulturen ist abhängig vom Absatzerfolg der daraus hergestellten Produkte. In diesem Sinne ist diese Aufklärungs- und Marketingarbeit in der Entwicklungsphase absolut notwendig zur Etablierung eines Marktes.

Ausblick

Durch die Pestizidproblematik und die rezent beschleunigte Ausweisung der Wasserschutzgebiete hat sich eine proaktive und positive Dynamik in Sachen Grundwasserschutz entwickelt. Die bisher erzielten Erfolge beruhen auf der freiwilligen Teilnahme der landwirtschaftlichen Betriebe. Die finanziellen Entschädigungen für die eingeschränkte Nutzung der Parzellen beziehen die Betriebe bisher aus den Agrarumwelt- und Biodiversitätsprogrammen. Alle Maßnahmen darüber hinaus werden bisher vom Wasserbetreiber oder der Landwirtschaft selbst finanziert. Mit dem Inkrafttreten von neuen großherzoglichen Verordnungen zur Ausweisung von Wasserschutzgebieten und den daran anschließenden Maßnahmenprogrammen wird es zukünftig möglich werden, dass bestimmte Maßnahmen durch Mittel des Wasserfonds kofinanziert werden. Die Veröffentlichung der von der Wasserverwaltung AGE (Administration de la Gestion de l'Eau) ausgearbeiteten Förderfibel zur Finanzierung dieser Maßnahmen steht kurz bevor. Durch die Schutzzonenausweisungen treten jedoch auch restriktivere Rahmenbedingungen in Kraft, welche die landwirtschaftlichen Betriebe vor große Herausforderungen in Bezug auf die Bewirtschaftungsgrundlagen und Wirtschaftlichkeit stellen. Der Beratungsbedarf wird damit weiter ansteigen. In diesem Kontext werden die Wasserbetreiber zusammen mit den Beratungsdiensten vertragliche Kooperationen mit den Landwirten eingehen. Die Umsetzung der Maßnahmenkataloge

wird durch einen Ausschuss gesteuert und durch einen „Animateur“ koordiniert werden. Eine Herausforderung an die Wasserbetreiber und Akteure wird es sein, den Grundwasserschutz regional übergreifend zu gestalten. In den meisten Wasserschutzgebieten sind verschiedene Wasserbetreiber und Beratungsdienste aktiv. Nur wenn alle Akteure Hand in Hand arbeiten wird der Grundwasserschutz lebendig und effizient funktionieren. Zusätzlich können die gesetzlich festgesetzten Mindestanforderungen und Restriktionen in den verschiedenen Gebieten aufgrund hydrogeologischer Gegebenheiten sehr unterschiedlich ausfallen. Bei den rezent ausgewiesenen Wasserschutzgebieten legten die Wasserverwaltung und das Nachhaltigkeits- und Infrastrukturministerium Wert auf eine regionale Gruppierung der Quellschutzgebiete. Dies vereinfacht nicht nur die Lesbarkeit der Verordnungen und die Beratungstätigkeit in diesen Gebieten, sondern fördert auch die regionale Zusammenarbeit verschiedener Wasserbetreiber.

Es ist daher auch erstrebenswert, dass die auszuarbeitenden Maßnahmenprogramme bereits in Zusammenarbeit zwischen benachbarten Wasserproduzenten erstellt werden. In einem nächsten Schritt sollte dann eine Konsolidierung des Wasserschutzes auf der Ebene von größeren Regionen stattfinden. In diesem Sinne wurde ein Pilotprojekt von der Wasserverwaltung AGE ins Leben berufen, um eine solche Zusammenarbeit zwischen dem Wasserwerk der Stadt Luxemburg und dem SES in deren aneinander angrenzenden Wasserschutzgebieten der Region Kehlen zu erproben. Das Studienbüro Géoconseils wird dabei in die Rolle des Animateurs schlüpfen, mit dem Ziel konzeptuell festzulegen, wie gebietsübergreifende Synergien im Wasserschutz genutzt werden können. Die Ausarbeitung von zum Beispiel finanziellen Verteilungsschlüsseln oder von Kooperationsverträgen wird eine wertvolle Vorarbeit für die Erstellung der Maßnahmenkataloge und die zukünftige Regionalisierung des Wasserschutzes darstellen.

www.ses-eau.lu
www.lwk.lu
www.ibla.lu
<http://miscanthus.lu>
www.robin.ch
<http://ramborn.com>
www.fertilux.lu
www.ama-mundo.com

Grundwasser stellt einen wesentlichen Bestandteil des Wasserkreislaufes dar und erfüllt wichtige ökologische Funktionen. Als Trinkwasser ist es die meist genutzte Ressource der Erde und muss hohe Qualitätsansprüche erfüllen. In Luxemburg werden die Hälfte des Trinkwassers über Quellen und Brunnen aus dem Grundwasser gefördert. Um die Trinkwasserversorgung für die Zukunft zu sichern, müssen die Grundwasserkörper auf Dauer vor nachteiligen Einwirkungen geschützt werden.

WASSERSCHUTZZONEN UND MASSNAHMENPROGRAMME

Christine Schnatmeyer, Géraldine Beffort, B.E.S.T. Ingénieurs-conseils



Aus diesem Grund werden Wasserschutzzonen ausgewiesen, in denen Gefahren zur Wasserverunreinigung ausgeschlossen werden sollen. Im Anschluss an die Ausweisung der Wasserschutzzonen erfolgt die Erstellung von Maßnahmenprogrammen. In diesen werden jene Maßnahmen festgehalten, die zum Schutz und zur Verbesserung des Grundwassers ergriffen werden müssen. Von der primären Umsetzung der Maßnahmen ist die Bevölkerung unterschiedlich stark betroffen. In der Verantwortung stehen zunächst die Wasserversorger, die Gemeinden, die Landwirtschaft, die Betreiber von Gewerbe- und Industriezonen, die kommunalen Abwassersyndikate und Privathaushalte innerhalb von Schutzzonen. In der Folge sind es aber auch die Verbraucher, die über ihr Konsumverhalten die Umsetzung der Maßnahmen unterstützen müssen.

Die erfolgreiche Umsetzung der Maßnahmen steht somit im Interesse aller. Durch die Verbesserung und den Erhalt der Wasserqualität wird der erforderliche Umfang für die Aufbereitung des Trinkwassers bzw. die Kosten für den Ankauf von Wasser vermindert. Am Ende steht der Wasserpreis, der nach der europäischen Wasserrahmenrichtlinie die gesamten Kosten der Bereitstellung decken muss und somit von den Verbrauchern getragen wird. Da Vorsorge kostengünstiger ist, als die nötige Sanierung bei vorhandenen Grundwasserkontaminationen, muss dem vorsorgenden Grundwasserschutz eine hohe Priorität zugeteilt werden.

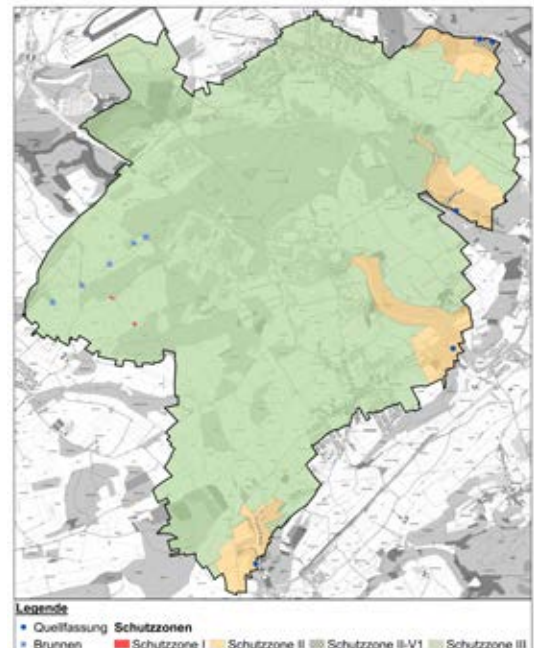
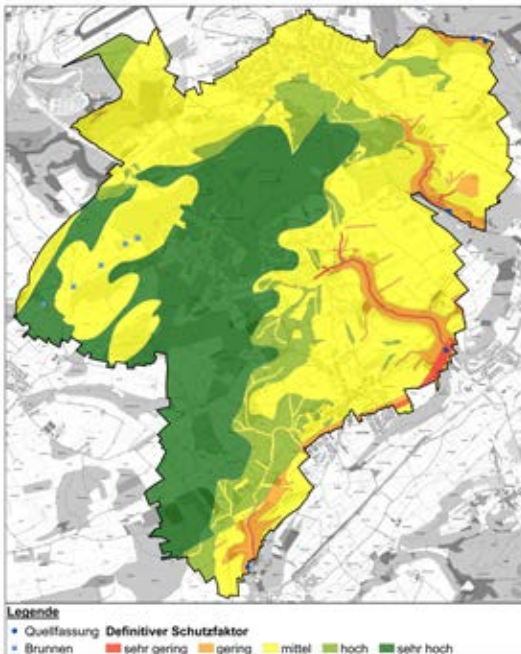


Abb. 1: Gliederung einer Trinkwasserschutzzone

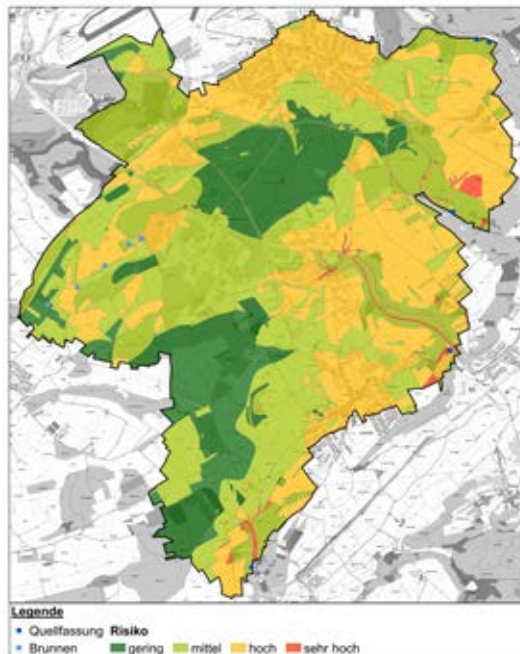
Rechtlicher Rahmen Wasserschutzzonen

Nach der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) (1), die mit dem Luxemburger Wassergesetz A-N°217 (2) und dessen Ergänzung AN°690 (3) in nationales Recht umgesetzt wurde, gilt, dass alle Grundwasserkörper vor einer Verschlechterung, sowohl qualitativ als auch quantitativ, geschützt werden müssen. Zu diesem Zweck muss für alle Trinkwasserfassungen die verbindliche Ausweisung von Wasserschutzzonen erfolgen. Die Einteilung der Schutzzonen ist in Gesetz A-N°141 (4) festgelegt. Es erfolgt eine Unterteilung in die Schutzzone I (Fassungsbereich), Schutzzone II (Engere Schutzzone) und Schutzzone III (Weitere Schutzzone) (Abb. 1). Bei hochempfindlichen Grundwasserverhältnissen ist es zusätzlich möglich eine „Engere Schutzzone mit hoher Vulnerabilität“ auszuweisen (Schutzzone II-V1). Hier gelten strengere Schutzmaßnahmen, als in der einfachen Schutzzone II.

Die rechtlichen Grundlagen für die Genehmigungs- und Verbotstatbestände innerhalb der Schutzzonen sind



_Abb. 2: Vulnerabilität des Grundwasserleiters



_Abb. 3: Verschmutzungsrisiko

ebenfalls im Gesetz A-N°141 (4) festgehalten. Explizite Regelungen, die auch über das Gesetz hinausgehen können, werden in der Wasserschutzverordnung der jeweiligen Schutzzone festgesetzt. Die Maßnahmen, die zur Umsetzung der gesetzlichen Vorgaben erforderlich sind, werden in speziellen Programmen festgehalten.

Maßnahmenprogramme

Nach Artikel 44 des Wassergesetzes (2) muss nach Inkrafttreten der Wasserschutzverordnung ein Maßnahmenprogramm für das jeweilige Schutzgebiet aufgestellt werden. Die Maßnahmenprogramme sind maßgebend für die zukünftige Gewässerbewirtschaftung. Sie sollen diese effektiv und gebietsorientiert gestalten und zu einer Qualitätsverbesserung des Wasserkörpers führen bzw. eine gute Qualität erhalten. Sie sind auf die Probleme der jeweiligen Wasserfassung und die Bedingungen innerhalb der Schutzzone angepasst. Generell wird unterschieden zwischen Maßnahmen in Bezug auf

- _Industrie und Gewerbe,
- _Abwasserbeseitigung und Abwasseranlagen,
- _Abfallentsorgung,
- _Siedlung und Verkehr,
- _Eingriffe in den Untergrund,
- _Land-, forstwirtschaftliche und gärtnerische Nutzung,
- _sonstige Nutzungen.

Entwicklung der Maßnahmenprogramme

Pilotgebiete

Um konkrete Vorgaben zur Erstellung der Maßnahmenprogramme zu entwickeln, wurde seitens der Wasserverwaltung (AGE) die Erstellung von Maßnahmenprogrammen in bereits bestehenden Wasserschutzzonen beauftragt. Es wurden fünf Pilotgebiete abgegrenzt, die sich aus bis zu sechs Schutzgebieten zusammensetzen.

Die konzeptionellen Vorgaben zur Entwicklung der Programme wurden von der Wasserverwaltung zur Verfügung gestellt. Durch die Anwendung dieser Vorgaben konnte die Umsetzbarkeit in der Praxis überprüft und überarbeitet werden.

Aus der Synthese der verschiedenen Maßnahmenprogramme aus den fünf Pilotgebieten werden die „Arbeitshilfe für die Erstellung von Maßnahmenprogrammen in Trinkwasserschutzgebieten im Großherzogtum Luxemburg“ sowie eine Förderfibel

entwickelt, die den Wasserversorgern von der AGE zur Verfügung gestellt werden.

Vulnerabilität und Verschmutzungsrisiko

Die wesentlichen Grundlagen zur Erstellung der Maßnahmenprogramme finden sich im jeweiligen Schutzzonengutachten und der dazugehörigen Verordnung. Die Belastungssituationen der einzelnen Wasserfassungen und deren aktuelle Gefährdungen sind dort im Detail ausgearbeitet. Über die Analyse der Rohwasserqualität werden mögliche Belastungsherde innerhalb der Schutzzone aufgezeigt.

Es wird zum einen die Vulnerabilität (Abb. 2) für jede einzelne Fläche in der Schutzzone bestimmt als auch das Verschmutzungsrisiko (Abb. 3), das von jeder dieser Flächen ausgeht.

Zur Minimierung der festgestellten Risiken müssen Maßnahmen festgelegt und im Rahmen der Maßnahmenprogramme umgesetzt werden.

Maßnahmenkatalog

Zur Ausarbeitung der Maßnahmenkataloge wurden von der Wasserverwaltung drei miteinander verknüpfte Tabellen zur Verfügung gestellt, die grundlegend für die einzelnen Arbeitsschritte zum Maßnahmenprogramm sind (Abb. 4) und für die Schutzzone der Pilotgebiete ausgefüllt wurden.

Als erster Schritt erfolgt im Maßnahmenprogramm die Erstellung eines Risikokatasters. In dieser ersten Tabelle wird jedem Risiko eine feste Identifikationsnummer zugewiesen. Das Risiko wird hinsichtlich seiner Lage, Geometrie, Art und seines Gefährdungspotenzials katalogisiert und bewertet. Aus diesem Risikokaster werden Tabellen zu den Akteuren und den notwendigen Maßnahmen erarbeitet. Jedes Risiko ist dabei über seine Identifikationsnummer in jeder Tabelle verknüpft.

In der Akteuranalyse werden flächendeckende Erfassungen angestrebt. Die Punktdaten, z.B. Haushalte, einzelne Gewerbe in Siedlungsgebieten und landwirtschaftliche Einzelflächen, werden im Hinblick auf Schlüsselakteure zusammengefasst. Schlüsselakteure können z.B. Gemeinden, Industrieverbände, Flusspartnerschaften und landwirtschaftliche Berater sein.

Im letzten Schritt erfolgt die Zuordnung von Maßnahmen für jedes einzelne Risiko. Dabei wird unterschieden zwischen gesetzlich verpflichtenden, freiwilligen (hierzu zählen ebenfalls die vorgezogenen obligatorischen Maßnahmen) und begleitenden Maßnahmen.

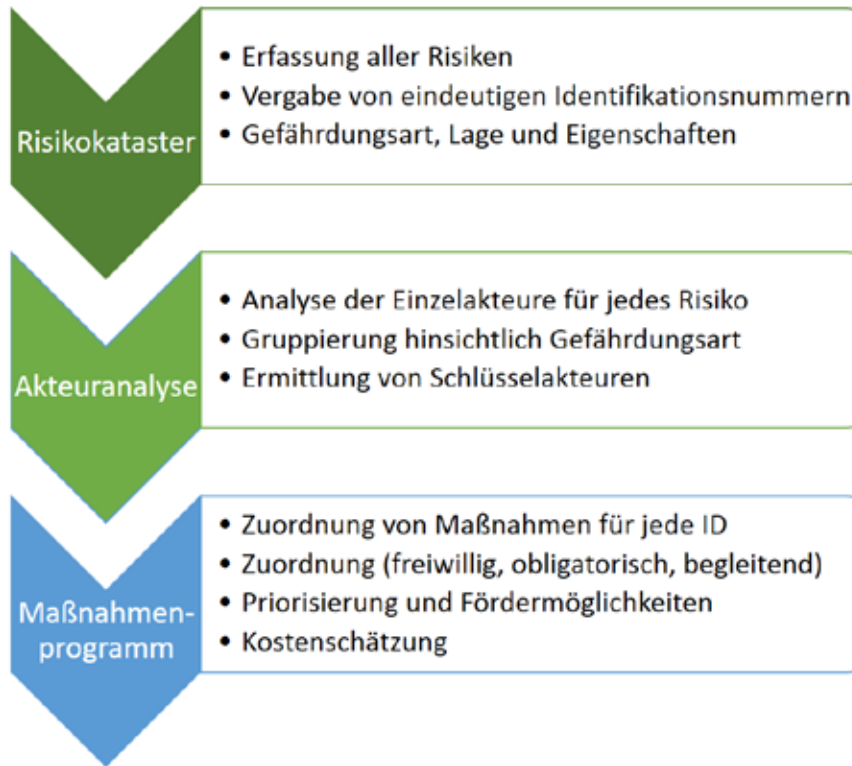


Abb. 4: Arbeitsschritte zum Maßnahmenprogramm

Hinsichtlich des Verschmutzungsrisikos und eventuell bereits vorhandener Kontaminationen werden die notwendigen Maßnahmen priorisiert in kurzfristige, mittelfristige und langfristige Maßnahmen, entsprechend gruppiert und im Detail dargestellt.

Eine weitgreifende Maßnahme stellt u.a. das Monitoring des Wasserkörpers dar. Hierzu wird ein Monitoringkonzept entwickelt und aufgebaut, das speziell an die Belange der jeweiligen Schutzzone angepasst ist. Es erlaubt die qualitative und quantitative Entwicklung des Grundwasserkörpers zu beobachten, die Wirksamkeit der ergriffenen Maßnahmen zu bewerten und ggf. anzupassen.

Eine abschließende Kostenschätzung gibt einen ersten Überblick über die zu erwartenden Ausgaben und deren Anteil an den verschiedenen Risikoklassen. Zur Finanzierung der Maßnahmen stehen verschiedene Fördermöglichkeiten zur Verfügung.

Finanzierung und Fördermöglichkeiten

In Artikel 32 des Wassergesetzes (3) ist festgehalten, dass die Finanzierung zur Erstellung und Umsetzung der Maßnahmenprogramme bis zu 75% über den Wasserfonds (FGE) gefördert werden kann. Die verschiedenen Fördermöglichkeiten und die wesentlichen Förderkriterien sind in einer Förderfibel festgehalten, die von der Wasserverwaltung zur Verfügung gestellt wird.

Im Gegensatz zu den obligatorischen Maßnahmen können die freiwilligen und begleitenden Maßnahmen in bestimmten Fällen über den Wasserfonds bezuschusst werden. Die Voraussetzungen für eine Förderung sind, ebenso wie die Rahmenbedingungen, in der Förderfibel dargelegt. Ziel der Förderfibel ist es, die finanziellen Mittel aus dem Wasserfonds effizient, auf die gebietsspezifischen Verschmutzungsrisiken und Belastungsherde abgestimmt, einzusetzen. Zusätzlich werden alle anderen Fördermöglichkeiten dargestellt (z.B. Agrarumweltprogramme (AUP), Fonds national pour la protection de l'environnement).

Neben dem Aufzeigen von Fördermöglichkeiten dient die Förderfibel auch zur klaren Strukturierung und Koordinierung der Finanzierung, um eventuelle Doppelfinanzierung auszuschließen.

Praktische Umsetzung der Maßnahmen

Im Rahmen der Pilotprojekte zeigte sich unter anderem, dass Zusammenschlüsse von mehreren benachbarten

Trinkwasserversorgern im Hinblick auf die Aufstellung von Maßnahmenprogrammen erstrebenswert sind. Dies gilt insbesondere auch im Bereich der Landwirtschaft, da die landwirtschaftlichen Betriebe oft Flächen in mehreren Wasserschutzgebieten besitzen.

Auch Siedlungsgebiete liegen teilweise in verschiedenen Schutzgebieten oder mehrere Siedlungen liegen in einem Schutzgebiet. Das gleiche gilt für Gewerbe- und Industriegebiete sowie für Entwässerungsbauwerke und Altlastenstandorte.

Schließen sich Wasserversorger von benachbarten Schutzgebieten zusammen, so stellt dies eine deutliche Effizienzsteigerung bei der Erstellung der Maßnahmenkataloge dar. Wichtig ist es dabei, dass der Zusammenschluss von einem Koordinator in allen Belangen fachgerecht gemanagt wird. Dies betrifft die Erstellung, Formulierung und Umsetzung der Maßnahmen, deren Kontrolle, die Verwaltung der Fördergelder, die Ausarbeitung und Durchführung des Monitorings, sowie die regelmäßige Berichterstattung und Evaluierung des Programms.

Kooperationen im Maßnahmenprogramm

Aufgabe des Koordinators ist es auch, eine Kooperation zwischen den Wasserversorgern und den landwirtschaftlichen Betrieben auf- und auszubauen. Die freiwillige Zusammenarbeit strebt die Verbesserung bzw. den Schutz des Grundwassers unter Berücksichtigung der Interessen der Landwirtschaft an. Die Zusammenarbeit der Interessengruppen wird in einer Kooperationsvereinbarung geregelt und schriftlich festgehalten. Diese Vorgehensweise kann zu einer höheren Akzeptanz und somit zu mehr Effizienz der angestrebten Maßnahmen führen. Die regionale Zusammenarbeit erleichtert die Umsetzung von Maßnahmen wie z.B. die Anschaffung von gemeinschaftlichen Maschinen und Regelungen zur Flächenbewirtschaftung. Der Aufbau einer landwirtschaftlichen Kooperation gehört zu den Maßnahmen, die durch den FGE gefördert werden können. Konkrete Maßnahmen zur Flächenbewirtschaftung werden im Rahmen der Kooperation ausgearbeitet. Der Beitritt in eine landwirtschaftliche Kooperation kann, neben der Verpflichtung zu einer gewässerschonenden Bewirtschaftung, auch die Lockerung von einzelnen Einschränkungen der spezifischen Verordnungen ermöglichen. Eine landwirtschaftliche Kooperation fördert weiterhin die freiwillige Umsetzung gezielter,

wasserschonender Maßnahmen durch den Anbau von extensiven Alternativkulturen (z.B. Miscanthus, Industriehanf, Leinöl, Hochstamm Streuobstwiesen). Diese Kulturen benötigen wenig bis gar keine Düngung bzw. Pflanzenschutzmittel und bedienen eine Marktnische unter anderem im Bereich des Baumaterials (z.B. Mulch, Bau- und Brennmaterial sowie Einstreu aus Miscanthus, Dämmmaterial aus Industriehanf, Farben auf Leinölbasis, Obstanbau für lokale Produzenten). In diesem Sinne stellt z.B. Miscanthus als Dauerkultur eine Alternative in der Schutzzone II-V1 dar, da dort nach Inkrafttreten der Schutzonenverordnung kein konventioneller Ackerbau mehr erlaubt ist.

Um den Anbau von extensiven Kulturen zu fördern, muss jedoch die Nachfrage nach den Produkten gesichert sein. Somit reicht es nicht aus, den Anbau der Alternativkulturen zu unterstützen, sondern die Wasserversorger und insbesondere die Gemeinden sowie die Endverbraucher müssen den Absatz der Produkte gewährleisten (z.B. durch die Nutzung von Mulch aus Miscanthus als Alternative zu Rindenmulch sowohl für die Gemeinden als auch für die privaten Haushalte).

Zusammenschlüsse in Flusspartnerschaften

Beispiele für gelungene Kooperationen im Bereich der Ressource Wasser gibt es in Luxemburg bereits in den Flusspartnerschaften Syr, Alzette, Attert, Our und Obersauer, deren gesetzliche Grundlagen Artikel 55 des Wassergesetzes (2) bildet.

Die Flusspartnerschaften haben zum Ziel, eine Partnerschaft zwischen allen Akteuren (z.B. Gemeinden, Vereinigungen, Privathaushalte, Unternehmen, Landwirte) innerhalb des Einzugsgebietes eines Gewässers zu gründen, um somit als regionales Instrument einen integrierten und nachhaltigen Wasserschutz zu gewährleisten.

Zu den Tätigkeitsfeldern einer Flusspartnerschaft gehören unter anderem die Information und Sensibilisierung der Bevölkerung, Schulungen sowie Beratungen. Somit könnte sie auch im Rahmen des Grundwasserschutzes als Medium für die Sensibilisierung der Öffentlichkeit genutzt werden. Neben allgemeinen Informationen zum Wasserschutz soll hier auch gezielt über die Verantwortung jedes Einzelnen gegenüber der Ressource Grundwasser sowie über den Aufwand und die Kosten, die z.B. bei der Umstellung von landwirtschaftlichen

Betrieben von der klassischen auf die wasserschonende Landwirtschaft anfallen, aufgeklärt werden. Dies ermöglicht, die Verbraucher über umweltbewusstes Handeln und Kaufverhalten nachträglich einzubinden.

Bibliographie

1. Das Europäische Parlament und der Rat der Europäischen Union. Richtlinie 2000/60/EG zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. 23 Oktober 2000.
2. Mémorial Journal Officiel du Grand-Duché de Luxembourg. A-N°217. Protection et Gestion des Eaux. Luxembourg: s.n., 30. décembre 2008. S. 3205-3239.
3. Mémorial Journal Officiel du Grand-Duché de Luxembourg. A-N° 690 du 3 août 2017. Loi du 20 juillet 2017 modifiant la loi modifiée du 19 décembre 2008 relative à l'eau. Luxembourg : s.n., 2017.
4. Mémorial Journal Officiel du Grand-Duché de Luxembourg. A-N°141. Règlement grand-ducal du 9 juillet 2013 a) relatif aux mesures administratives dans l'ensemble des zones de protection pour les masses d'eau souterraine. Luxembourg: s.n., 30.07.2013. S. 2807-2818.

www.best.lu

Im Zuge der fortlaufenden Umsetzung der Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (HWRM-RL) wird die Administration de la gestion de l'eau (AGE) eine neue Broschüre zum Thema Bauen innerhalb von Überschwemmungsgebieten veröffentlichen. Diese soll die Gefahren durch Hochwasser erläutern, den gesetzlichen Rahmen und die Genehmigungsprozeduren aufzeigen und das hochwasserangepasste Planen und Bauen darstellen. Somit richtet sich die Broschüre in erster Linie an betroffene und interessierte Bauherren, welche ein Projekt in einer ausgewiesenen Überschwemmungszone umsetzen wollen, aber auch an alle Ingenieure und Architekten, die mit solchen Projekten beauftragt werden.

BAUEN INNERHALB VON ÜBERSCHWEMMUNGSGEBIETEN_

Claude Schortgen, Christine Bastian



_Hochwasser 2011 an der Alzette

© Centre de recherche public – Gabriel Lippmann, 2011

Hochwasser sind Bestandteile des hydrologischen Kreislaufs und somit ein natürliches Phänomen. Für den Menschen jedoch bedeutet Hochwasser oft Gefahr. Dies liegt zum einen daran, dass sich der Mensch im Laufe der Zeit immer näher an die Gewässer angesiedelt hat. Zum anderen wurden in den Überschwemmungsgebieten Nutzungen (Wohnen, Arbeiten, ...) untergebracht, die gegen diese Art der Beanspruchung nicht resistent sind und im Schadensfall gravierende Auswirkung für Mensch und Umwelt haben können. Des Weiteren verschärft der Mensch die Gefahr, die von Hochwasser ausgeht. Flächenversiegelung, die Begradigung von Wasserläufen, die Vernichtung natürlicher Wasserrückhalte und der von Menschen verschärfte Klimawandel führen zu einer Erhöhung des Hochwasserscheitelabflusses (d.h. der Wasserstände) und zur Vergrößerung der Ausbreitungsfläche des Wassers bei Hochwasser.

Auch in Luxemburg kommt es mehr oder weniger regelmäßig zu Hochwasser. Allein im Jahr 2016 gab es in Luxemburg drei Hochwasserereignisse, die unterschiedliche Ausmaße und Schadensbilder zur Folge hatten. In früheren Jahren kam es in Luxemburg zu größeren Hochwasserereignissen, wie etwa die Hochwässer von 1993 (Attert, Eisch und Sauer), von 1995 (Eisch, Wark, Sauer, Alzette und Our), 2003 (Attert, Eisch, Alzette und Sauer), sowie das Hochwasser von 2011 (u.a. Alzette, Sauer und Wiltz). Zur Schaffung eines Rahmens für die Umsetzung von Maßnahmen, die die Risiken von Hochwasserschäden

verringern sollen, wurde vom europäischen Parlament die Richtlinie 2007/60/EG vom 23. Oktober 2007 über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken (Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie, kurz: HWRM-RL) erlassen. Ziel der Richtlinie ist die Vermeidung und Verringerung nachteiliger Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit, die Umwelt, das Kulturerbe und wirtschaftliche Tätigkeiten durch Hochwasser. Um dies auf nationaler Ebene zu erreichen, wurden in Luxemburg aus den Schwerpunkten des HWRM (Vermeidung, Schutz und Vorsorge) Maßnahmen erarbeitet, welche auf folgenden Leitlinien ruhen:

- _Vermeidung neuer Risiken im Hochwasserrisikogebiet
- _Reduktion bestehender Risiken im Hochwasserrisikogebiet
- _Reduktion nachteiliger Folgen während eines Hochwassers
- _Reduktion nachteiliger Folgen nach einem Hochwasser

Als wichtiger Punkt zur Vermeidung neuer Risiken in einem Überschwemmungsgebiet dient die Bauvorsorge, beziehungsweise das hochwasserangepasste Bauen. Hierbei gilt es das Schadenspotential an Gebäuden im Hochwasserfall deutlich zu reduzieren. Dies bedeutet jedoch keinen vollkommenen Schutz vor Hochwasser, beziehungsweise Hochwasserschäden, sodass bei jedem Bauprojekt innerhalb von Überschwemmungsgebieten ein Restrisiko für Schäden bestehen bleibt.

Aufgrund der unterschiedlichen Arten von Hochwasser (Flusshochwasser, Starkregen, aufsteigendes Grundwasser, Versagen von technischem Hochwasserschutz) kann jede Fläche des Landes infolge eines Hochwasserereignisses von einer Überschwemmung betroffen sein. Artikel 38 des geänderten Gesetzes vom 19. Dezember 2008 über die Bewirtschaftung des Wassers (Loi modifiée du 19 décembre 2008 relative à la gestion de l'eau) definiert Überschwemmungszonen als die Flächen, welche im Zuge der Umsetzung der HWRM-RL explizit als solche ausgewiesen wurden.

Dies geschah nur an den Gewässern Luxemburgs, an denen ein signifikantes Hochwasserrisiko (Stand Dezember 2011) festgestellt wurde. Die Überschwemmungszonen wurden, konform zur HWRM-RL, für drei Hochwasserszenarien bestimmt, von hoher, mittlerer und niedriger Eintrittswahrscheinlichkeit erstellt. Innerhalb dieser Zonen gelten die hier vorgestellten Regeln.



_Hochwassergefahrenkarte des Szenario HQ100 auf dem luxemburger Geoportal

© www.geoportal.lu



_Deckblatt der Broschüre

© AGE



_Überschwemmung in Itzig im Mai 2013

© L.Blum/Wort, 2014

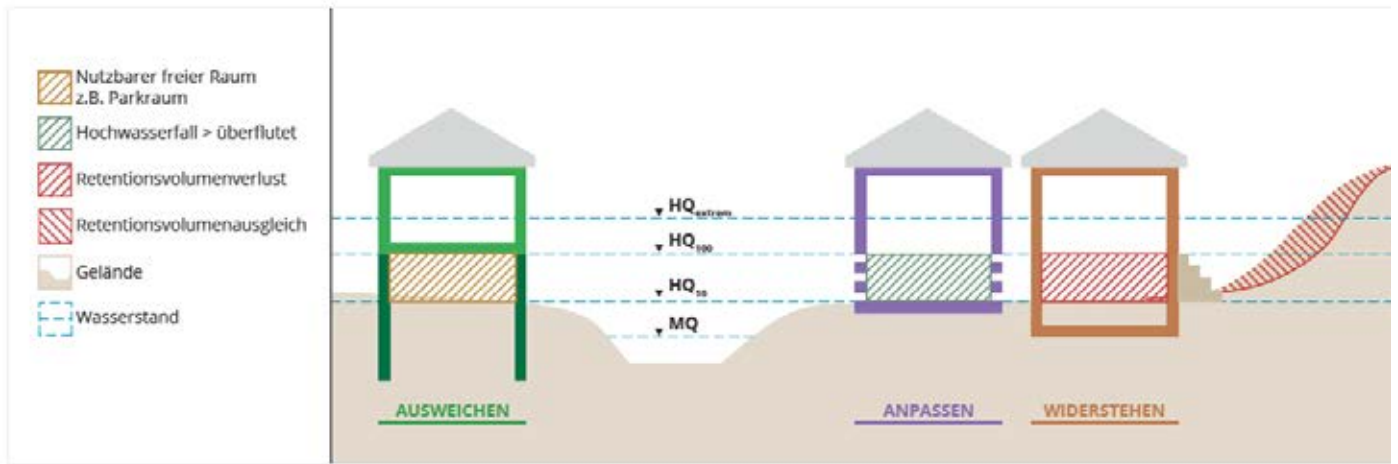
Ob ein Baugrund innerhalb einer solchen Überschwemmungszone liegt, lässt sich anhand der Hochwassergefahren- und risikokarten ermitteln. Diese wurden anhand hydraulisch-numerischer Berechnungsverfahren erstellt und können unter dem Wasser-Layer des luxemburgischen Geoportals (www.geoportal.lu) aufgerufen werden. Des Weiteren kann man sich Querprofile der Gewässer anzeigen lassen aus denen man die Wasserstandshöhen für die unterschiedlichen Szenarien entnehmen kann. Die Hochwassergefahren- und risikokarten sind per großherzogliche Verordnung bindend und integrierender Bestandteil eines jeden kommunalen Bebauungsplans. Im Zuge der Weiterführung der HWRM-RL werden die Hochwassergefahren- und risikokarten alle 6 Jahre überprüft und gegebenenfalls erneuert. Die Erneuerung der aktuellen Karten ist für Ende 2019 vorgesehen.

Für das Ausweisen neuer Siedlungsgebiete, das Bauen allgemein und die Unterbringung von Installationen oder Anlagen innerhalb von Überschwemmungsgebieten gelten spezifische Auflagen, welche durch das luxemburgische Wassergesetz vorgegeben werden. Sie sollen verhindern, dass sich die nachteiligen Auswirkungen von Hochwasser auf die menschliche Gesundheit, die Umwelt, das Kulturerbe und wirtschaftliche Tätigkeiten durch ein geplantes Vorhaben verschlechtern. Allgemein gilt, dass die aktuelle Hochwassersituation nicht in einer Form verändert werden darf, dass sich an anderer Stelle höhere Wasserstände ergeben oder Flächen überschwemmt werden die bisher nicht von Hochwasser

gefährdet waren. Dies erreicht man indem ein Bauvorhaben so geplant wird, dass dem Gewässer kein Ausbreitungsraum oder Retentionsraum genommen wird oder aber dafür gesorgt wird, dass verloren gegangener Retentionsraum äquivalent ausgleichend wird. Man spricht vom hochwasserangepassten Planen und Bauen.

Des Weiteren soll hochwasserangepasstes Bauen auch dem Schutz der Bauwerke dienen. Bei Hochwasser wirken unterschiedliche Belastungen wie Wasserdruck, Strömungskräfte oder mitreibendes Geschiebe auf ein Gebäude ein. Typische Hochwasserschäden sind dabei neben Feuchte- und Wasserschäden, auch die Gefährdung der Standsicherheit oder die Beeinträchtigung der Gebäudenutzung durch eingeschränkte Ver- oder Entsorgung. Ein Großteil der Schäden an und im Gebäude ist darauf zurückzuführen, dass das Gebäude entweder unzureichend vor Wassereintritt geschützt ist oder aber die gefährdeten (unteren) Bereiche eine nicht hochwasserangepasste Nutzung und demnach ein hohes Schadenspotential aufweisen. Die bei Hochwasser auf ein Gebäude wirkenden Kräfte wie Wasserdruck und Auftrieb können ebenfalls zu großen Schäden an der Bausubstanz führen, ebenso wie die Gefahr eines hydraulischen Grundbruches oder der Freispülung der Fundamente. Hochwasserangepasstes Planen und Bauen zielt demnach auch darauf ab die Verletzbarkeit eines Bauwerkes zu verringern, um so das Schadensausmaß, die Schadensintensität, die Kosten und den Zeitaufwand für die Schadenbeseitigung zu minimieren.

Um zu überprüfen ob die, für ein einheitliches Hochwasserrisikomanagement entscheidenden Regeln



Die unterschiedlichen Strategien zum Bauen in Überschwemmungsgebieten

© AGE



Anhebung eines Gebäudes über das Hochwasser durch aufgeständerte Bauweise

© Hind House, John Pardey Architects

bei der Umsetzung eingehalten werden, sind jegliche Arbeiten, Bauten und Installationen innerhalb einer Überschwemmungszone genehmigungspflichtig. Die geltenden Auflagen lassen sich in drei Strategiegruppen unterteilen:

Ausweichen Anpassen Widerstehen

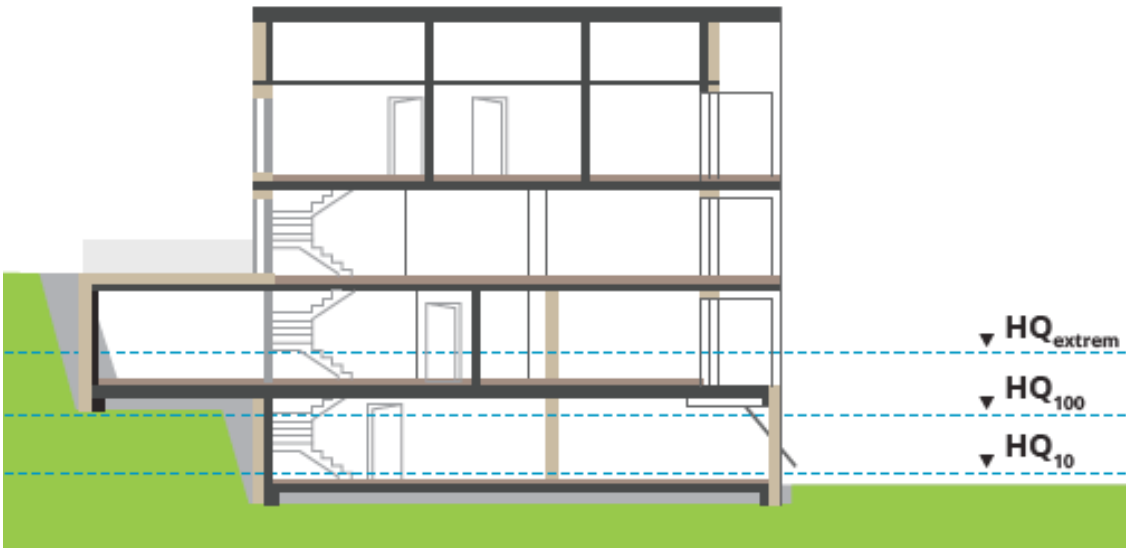
Diese Aufzählung ist auch als Reihenfolge zu verstehen nach der ein Objekt in Überschwemmungsgebieten zu planen ist. Als Vorsatzstrategie gilt die Methode „Ausweichen“, da es die die geringste Auswirkung auf die bestehende Hochwassersituation hat, da (fast) kein Retentionsvolumen verloren geht, und gleichzeitig Hochwasserschäden an der Bausubstanz am wirksamsten vermieden werden können. Umgesetzt wird diese Maßnahme dadurch, allgemein außerhalb von Überschwemmungsgebieten zu bauen oder die Gebäude über den Gefährdungsbereich (Wasserstand eines bestimmten Szenarios, beispielsweise HQ_{100}) zu heben. Letzteres geschieht durch die aufgeständerte Bauweise oder den sogenannten Kriechkeller (fr.: vide sanitaire).

Ist die Methode „Ausweichen“ keine Option, kann auf die Strategie „Anpassen“ zurückgegriffen werden. Hier ist das Gebäude dem Hochwasser direkt ausgesetzt, wobei das Wasser jedoch nicht vom Eindringen abgehalten wird. Die gewollte Flutung des Gebäudes schützt das

Gebäude vor Schäden durch Auftriebskräfte, da das einströmende Wasser einen Gegendruck bildet. Da die Gefahr und die Wirkung von Hochwasser bekannt sind, kann ein Gebäude so geplant werden, dass die Schäden minimiert und die Nutzung eines Gebäudes nach einem Hochwasserereignis mit (relativ) geringem Aufwand wiederhergestellt werden.

Zusätzlich ergibt sich der Vorteil, dass kaum Retentionsvolumen verloren geht, das aufwändig ausgeglichen werden müsste. Bei dieser Strategie wird ohne Keller gebaut und hochwasserempfindliche Nutzungen (z.B. Wohnen und Schlafen) und Anlagen (z.B. Heizöltank, Klimaanlage oder teure Elektrogeräte) außerhalb des Gefahrenbereichs in den oberen Stockwerken untergebracht. Auch muss darauf geachtet werden welche Baumaterialien verwendet werden. Holz oder allgemein wasserabsorbierende Materialien sind hierbei beispielsweise nicht zu empfehlen.

Können beide Strategien nicht in Betracht gezogen werden, kann die Strategie „Widerstehen“ angewendet werden. Das Gebäude wird dabei weder außerhalb des Gefahrenbereiches gebaut, noch wird eine gewollte Flutung zugelassen. Im Falle einer Überschwemmung muss daher das Eindringen des Wassers verhindert oder begrenzt werden. Dies wird durch Schutzmaßnahmen



_Seitenansicht eines Gebäudes mit Angabe der Wasserstände für die drei Hochwasserszenarien

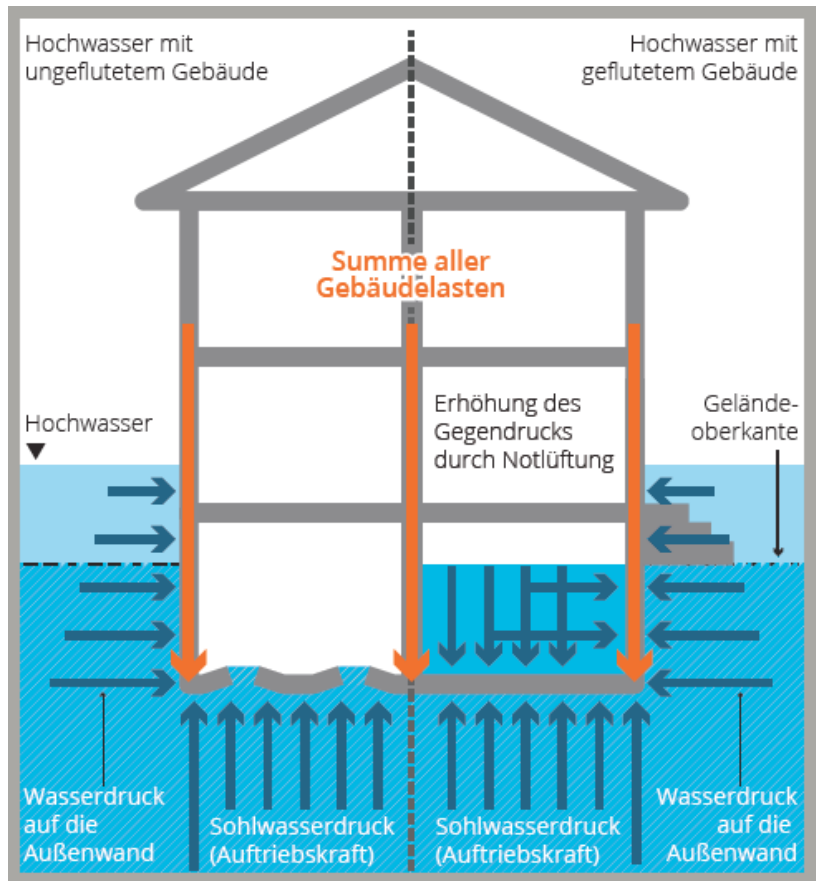
© AGE

wie Abdichtungssysteme für Türen und Fenster und/oder einer wasserdichten Gebäudebauweise (weiße oder schwarze Wanne) erreicht. Dies hat jedoch zur Folge, dass das Gebäude gegen Auftrieb und Wasserdruck gesichert werden muss.

Als Konsequenz dieser Bauweise geht das Retentionsvolumen, welches dem Wasser zur Verfügung stand verloren und muss ersetzt werden, um auszuschließen, dass das verdrängte Wasser anderen Bauwerken oder Menschen Schaden anrichtet. Für den Retentionsausgleich wiederum gelten ebenfalls Vorgaben. So muss der Ausgleich zeitgleich mit der Baumaßnahme erfolgen. Des Weiteren muss er so gestaltet werden, dass „neuer“ durchströmbarer Raum für das Wasser entsteht. Dies gelingt indem man die Ausgleichsmaßnahme an den Rand der Überschwemmungszone plant. Das Ausheben einer Grube ist dabei aber kein adäquater Ausgleich, da dieser Raum nach Volllaufen nicht mehr verfügbar ist. Zur Sicherheit sollte das jeweilige Konzept des Retentionsausgleiches immer mit der Administration de la gestion de l'eau abgesprochen werden. Kann der Volumenausgleich nicht gewährleistet werden, wird die Genehmigung nicht erteilt.

Die hier vorgestellten Vorsorgemaßnahmen gelten natürlich nicht ausschließlich innerhalb der gesetzlich festgesetzten Überschwemmungsgebiete, sondern sollten auch an Standorten, an denen ein geringeres potentielles Hochwasserrisiko herrscht, Anwendung finden.

www.waasser.lu
www.eau.public.lu



_Kräfte, die im Hochwasserfall auf ein Gebäude wirken

© AGE

Le sidere exploite le forage-captage doudboesch comme appoint pour son alimentation en eau potable. Afin de garantir la bonne qualité de l'eau, le syndicat doit prendre toutes les mesures pour réduire les risques d'infiltration de polluants et suivre la qualité de l'eau au plus près des différentes sources de pollution et ainsi pouvoir prendre les mesures adéquates le plus rapidement possible.



SÉCURISATION DE LA RESSOURCE EN EAU SOUTERRAINE EXPLOITÉE PAR LE FORAGE-CAPTAGE DOUDBOESCH



© Schroeder & Ass.

Le Syndicat Intercommunal pour la Distribution d'Eau dans la Région de l'Est (SIDERE) assure l'approvisionnement en eau potable de 16 communes de l'Est du pays. Il leur distribue quotidiennement plus de 8100m³ d'eau. L'approvisionnement du syndicat est assuré à 81,5% par le SEBES (Syndicat des Eaux du Barrage d'Esch-sur-Sûre), à 9,1% par le syndicat de Konz (Allemagne) et à 9,4% par ses ressources propres. Le SIDERE dispose de deux forages-captages dont le forage Doudboesch (FCS-123-16) situé en bordure de la localité de Beyren.

Ce forage d'une profondeur de 128 mètres, est utilisé comme ouvrage d'appoint pour compenser les pics de consommation estivale. En été, il fonctionne au maximum de ses capacités (27m³/h) et en hiver, la production est limitée à 5m³/h pour permettre une régénération de la ressource en eau.

En tant que producteur d'eau, le SIDERE est tenu selon l'article 44 de la Loi sur l'Eau du 19 décembre 2008, de délimiter les zones de protection des eaux souterraines. Les objectifs de cette délimitation effectuée par le bureau Schroeder & Associés sont de protéger la masse d'eau souterraine exploitée pour la production d'eau potable contre d'éventuelles pollutions et d'apporter à terme, une amélioration de la qualité chimique et bactériologique de la ressource. Le forage Doudboesch exploite les eaux qui circulent librement (absence de matériel de remplissage) dans les fissures des dolomies du Muschelkalk supérieur

(formation aquifère). Au niveau du forage, cette formation est recouverte par une couche marno-calcaire d'une épaisseur de 60 mètres environ qui en font un aquifère captif (nappe d'eau souterraine emprisonnée entre 2 couches imperméables). Cette couche protectrice s'amincit progressivement en direction du Sud-Est pour disparaître complètement au niveau de la localité de Beyren où les dolomies affleurent et constituent la zone d'infiltration principale.

Comme le montre le résultat des analyses chimiques et bactériologiques, les eaux pompées dans le forage Doudboesch ne sont pas impactées par les activités anthropiques. Les nitrates restent avec 5,6mg/l au niveau du bruit de fond naturel et les concentrations des produits phytosanitaires d'origine agricole restent inférieures aux limites de détection.

Les essais de traçage effectués depuis le piézomètre Sauerviss (forage de faible diamètre destiné à suivre les niveaux d'eau), situé à 310 mètres en amont du forage-captage, a confirmé une vitesse de transit au sein de l'aquifère de l'ordre de 3,7 mètres par 24 heures. Par conséquent, le temps de transit entre la principale zone de recharge (affleurement des dolomies) et le forage Doudboesch est probablement supérieur à 2 ans. Il est probable qu'une partie de l'eau mette plus de 10 ans pour atteindre le forage.

La loi sur l'Eau (article 44) impose la délimitation de 3 zones de protection pour chaque ressource en eau souterraine exploitée pour la production d'eau potable, à savoir:

- _une zone immédiate (ou zone I) pour protéger les installations de captage,
- _une zone rapprochée (ou zone II) qui doit protéger l'ouvrage contre les pollutions bactériologiques (l'extension de cette zone correspond au trajet effectué par l'eau souterraine en 50 jours),
- _une zone éloignée (ou zone III) qui couvre l'ensemble de la zone d'alimentation qui n'est pas concernée par les autres zones.

Le législateur a aussi prévu la possibilité de délimiter une zone à vulnérabilité très élevée (zone II-v1) si des zones d'infiltrations préférentielles sont clairement identifiées sur le terrain.

La couverture marno-calcaire protège l'aquifère du Muschelkalk contre toute pollution bactériologique ce qui

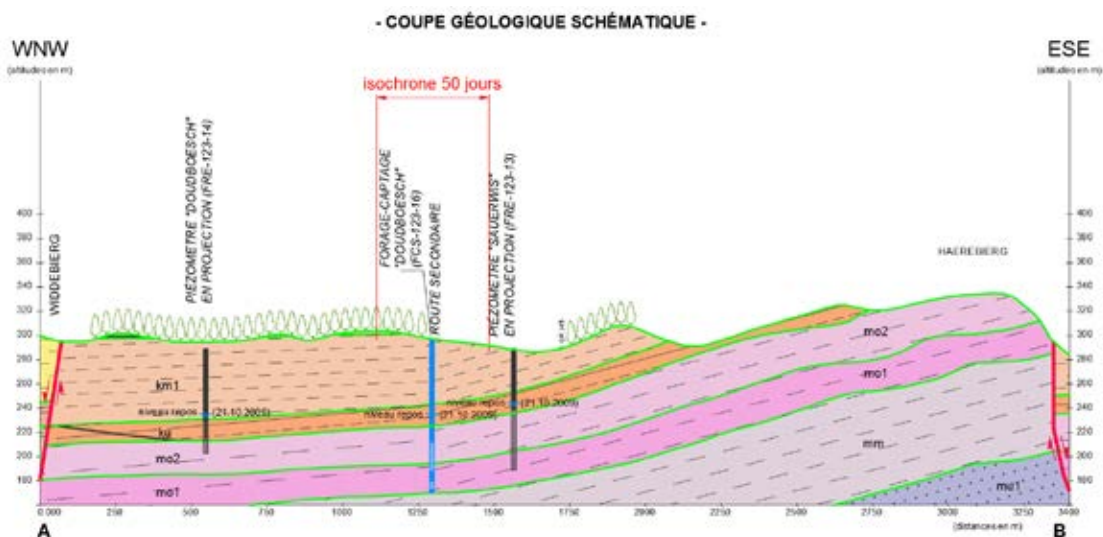


Fig. 1: Coupe géologique schématique montrant l'aquifère du Muschelkalk supérieur (M0 1+2, en Violet) recouvert par une couche marno-calcaire du Kéuper (ku et km1, en orange)- Schroeder & Associés, 2010

a permis de supprimer la zone de protection rapprochée (zone II). Ainsi l'ensemble de la zone d'alimentation a été classée en zone de protection éloignée (zone III) réduisant ainsi les contraintes imposées aux différents utilisateurs des sols.

La zone éloignée du forage Doudboesch englobe la localité de Beyren ainsi que sa zone artisanale et les terres agricoles des lieux-dits: Bëschaker/Mäs et Brill.

Le Règlement Grand-Ducal du 9 juillet 2013 fixe les mesures administratives à respecter (activité interdite ou réglementée) dans les zones de protection. Cependant, ces mesures s'imposent à l'ensemble des zones de protection du pays et ne tiennent pas compte des spécificités locales et en particulier du contexte géologique.

La Loi sur l'Eau (article 44) prévoit, en plus des mesures administratives générales, l'élaboration dans un délai de 2 ans après la promulgation du Règlement Grand-Ducal portant sur la délimitation des zones de protection, d'un catalogue de mesures dont l'objectif est de définir les mesures concrètes à mettre en œuvre pour protéger l'aquifère de toute introduction de substances polluantes et éviter ainsi une dégradation de la qualité de l'eau. L'efficacité de chaque mesure devra être réévaluée

périodiquement et réadaptée si elle n'apporte pas les résultats escomptés. L'Administration de la Gestion de l'Eau (AGE) a sélectionné 5 zones de protection pilotes dont celle du forage Doudboesch pour établir les lignes directrices du Guide technique pour l'élaboration du catalogue de mesures (Arbeitshilfe für die Erstellung von Massnahmenprogrammen in Trinkwasserschutzgebieten im Grossherzogtum Luxemburg). L'objectif de cette procédure était d'analyser les différents problèmes qu'allaient rencontrer les bureaux d'études pour:

- _définir pour chaque risque, les mesures à mettre en œuvre et identifier les acteurs-clés;
- _définir les mesures prioritaires (mise en œuvre dans un délai de 1 à 3 ans), les mesures à moyen terme (mise en œuvre dans un délai de 3 à 5 ans) et les mesures à long terme (mise en œuvre dans un délai de 5 à 10 ans);
- _définir les coûts de mise en œuvre de chaque mesure.

L'Administration pourra ainsi disposer d'une estimation du montant des subventions à prévoir par zone de protection. En effet, l'Etat prévoit de subventionner via le Fonds pour la Gestion de l'Eau (FGE) les mesures non obligatoires à hauteur de 75%. Les sources potentielles de pollution mise en évidence par le bureau d'études dans les zones de protection du forage Doudboesch sont constituées par:

- _le transport et le stockage des hydrocarbures (oléoduc de l'OTAN – citernes à mazout des particuliers),
- _les activités agricoles et en particulier l'épandage de produits phytosanitaires (herbicide),
- _le trafic routier sur les CR 134 et CR 145 et en particulier les accidents de véhicules transportant des substances polluantes,
- _les activités liées à la localité de Beyren (réseaux d'eaux usées) ou à la zone artisanale (menuiserie),
- _les anciennes décharges pour déchets inertes et ménagers.

Les mesures les plus urgentes à mettre en place en vue de la protection du captage sont:

- _le monitoring des eaux souterraines avec un suivi en continu des concentrations en hydrocarbures dans le forage Doudboesch ;
- _la réalisation d'un inventaire des citernes à mazout présentes dans la localité;
- _l'interdiction du transit de substances potentiellement polluantes sur le CR 134 pendant la durée nécessaire à la sécurisation selon les normes allemandes RistWag (mise en place de cunettes de récupération des eaux pour éviter qu'elles s'infiltrent directement dans les dolomies);
- _la mise en place d'une coopération agricole sur l'ensemble des terres concernées pour réduire l'utilisation des produits phytosanitaires dans la zone de protection III.

Un suivi de la qualité de l'eau directement dans le forage-captage est totalement insuffisant car en raison du fonctionnement très lent de l'aquifère, une pollution détectée dans le forage signifie que l'ensemble de l'aquifère est pollué. Cela pourrait conduire à un abandon de la ressource. En effet, dans un aquifère de fissures ouvertes, les molécules de polluants ne sont pas retenues par les matériaux fins et seule la dégradation naturelle pourra éliminer le polluant sur le long terme.

Le SIDERE a chargé le bureau d'études Schroeder & Associés de réaliser deux piézomètres et de les équiper d'une pompe préleveurs pour échantillonner les eaux en aval immédiat des terres agricoles et en aval de la localité de Beyren. Avec 4 analyses par an adaptées aux types d'activités présentes, le bureau d'études pourra suivre les évolutions de la qualité chimique de l'eau et avertir le SIDERE en temps voulu. Le syndicat pourra ainsi prendre les mesures adéquates avant que la pollution atteigne la partie captive de l'aquifère. Il disposera par conséquent d'un délai nécessaire pour mettre en place une solution d'approvisionnement alternative.

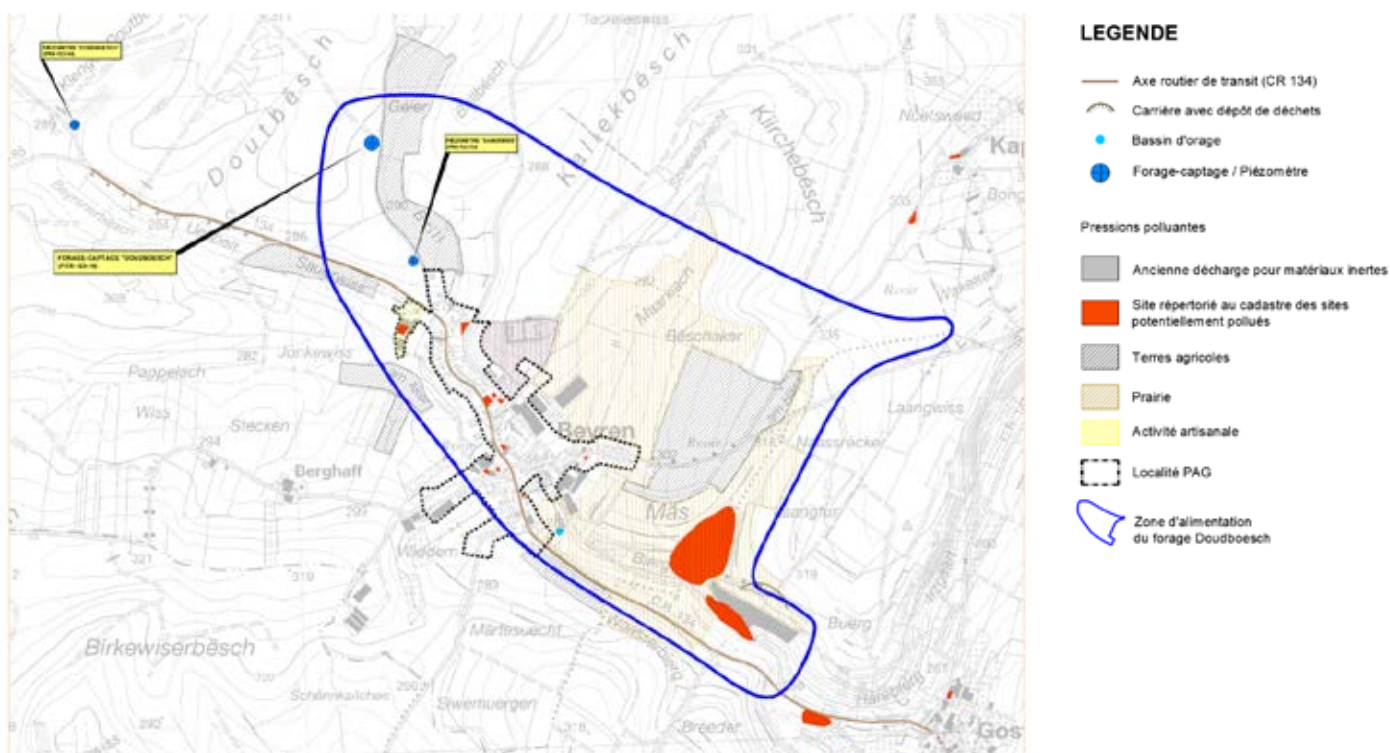
L'oléoduc de l'OTAN représente un grand risque de pollution des eaux souterraines. Dans ce tuyau DN150 simple paroi, situé à 80 centimètres de profondeur, transite 150m³/h de kérosène. Les systèmes de contrôle comportent une station de mesure du débit à l'entrée et à la sortie du territoire luxembourgeois. Une différence de débit entre les deux stations de mesure révélerait une fuite et les vannes seraient automatiquement fermées. La sensibilité de ce système de surveillance n'est pas en mesure de détecter des fuites de l'ordre de 100 litres par jour. Ce volume serait suffisant pour provoquer une pollution de l'ensemble du réseau du SIDERE. Lors de la discussion avec l'acteur-clé, un assainissement de l'oléoduc avec la mise en place d'un tubage à double paroi à plus grande profondeur n'est pas planifié dans les prochaines années.

Un échantillonnage même très régulier des hydrocarbures dans les eaux pompées, n'est pas suffisant pour garantir la bonne qualité des eaux distribuées. Par conséquent, le SIDERE en collaboration avec l'entreprise EWTS/ société Albillia affiliée au Centre HYdrogéologique de l'université de Neuchâtel – CHYN (Suisse) et le bureau d'études Schroeder & Associés, va développer un système de surveillance en continu des hydrocarbures par fluorescence.

Les hydrocarbures ont la faculté de dévier certains signaux lumineux dans le spectre de l'ultra-violet (onde à 280nm). Une sonde équipée de 4 optiques distinctes dont une à 280nm et 3 autres avec des longueurs d'ondes différentes qui serviront à discriminer la présence des hydrocarbures de toute autre perturbation naturelle qui donnent aussi une fluorescence dans l'ultra-violet (matière organique dissoute - MOD) sera installée directement dans l'ouvrage de captage, au niveau de la pompe.

La fluorescence des hydrocarbures dépend aussi du type de produit transitant dans l'oléoduc (essence, kérosène, diesel...). La sonde sera calibrée en laboratoire par spectro-fluorimétrie EEM (excitation-emission matrix) pour caractériser au mieux la réponse de la substance qui transite.

Une procédure d'intervention en cas d'alerte sera mise en place avec le SIDERE afin de définir l'interlocuteur qui sera averti et qui prendra la décision d'arrêter le pompage et la distribution de l'eau (arrêt automatique ou arrêt après analyse de confirmation).



_Fig. 2: recensement des sources potentielles de pollution dans la zone d'alimentation du forage Doudboesch (Schroeder & Associés, 2017)

L'aquifère qui alimente le forage Doudboesch fournit une eau d'excellente qualité grâce à la présence d'une bonne couverture. Cependant, cette situation géologique peut aussi s'avérer problématique en cas d'une pollution massive car l'aquifère n'a pas la capacité à filtrer les eaux souterraines et un polluant persistant peut atteindre le forage. Cette pollution mettrait en péril la poursuite de l'exploitation. Par conséquent, le SIDERE doit tout mettre en œuvre pour éviter qu'un polluant atteigne la partie captive de l'aquifère. La réalisation d'un monitoring de la qualité chimique avec prélèvement d'échantillons d'eau n'offre pas les garanties nécessaires et le SIDERE doit développer avec ses partenaires les outils nécessaires à un contrôle en continu de la qualité de l'eau et définir une chaîne de responsabilité pour pouvoir prendre les mesures nécessaires à la moindre alerte.

Die Anpassung des Trinkwassernetzes an den zukünftigen Bedarf des Einzugsgebietes der Gemeinde Hesperange sieht eine, hinsichtlich der Versorgungssicherheit optimierte, Netzeinspeisung vor. Auf der Basis dieser Überlegungen fand eine umfangreiche technische und bauliche Sanierung des Erdbehälters Howald statt.

ERHÖHUNG DER VERSORGUNGSSICHERHEIT DER GEMEINDE HESPERANGE DURCH DEN EINSATZ MODERNER STEUERUNGSTECHNIK_

Juliane Linz, B.E.S.T. Ingénieurs-conseils



Die Gemeinde Hesperange bezieht ihr Trinkwasser aus Hochbehältern der Ortslagen Espen und Howald. Der Standort Howald bedient aus einem Erdbehälter die Tiefzonen Fetange/Hesperange-bas, sowie über einen Wasserturm die Hochzonen Hesperange-haute, Howald-haute und die Industriezone Howald. Damit kommt ihm eine zentrale Stellung in der Wasserversorgung der Gemeinde zu.

Der Erdbehälter erhält seinen Trinkwasservorrat direkt aus dem Réservoir Espen, der Wasserturm aus dem Netz des Syndikats SEBES. Eine redundante Versorgungsschiene sollte die Einspeisung der Behälter zusätzlich absichern. Durch Förderpumpen in der Schieberkammer des Erdbehälters ließ sich der Turm mittelbar mit Wasser aus dem Réservoir Espen befüllen. Des Weiteren sah man für den Erdbehälter über eine Verbindungsleitung zu dem Überlauf des Turms einen indirekten Zugang zu der Zuleitung des Syndikat SEBES vor, was sich allerdings hydraulisch als nicht praktikabel erwies.

Ursprünglich sollten die Förderpumpen des Erdbehälters bei Ausfall des Wasserturms auch das Netz Howald/Hesperange-Haute versorgen, was aber bei den damaligen Regelungsmöglichkeiten an der Förderleistung der Pumpen scheiterte. Das bestehende Anlagenkonzept des Erdbehälters sowie Wasserturms wies daher nachstehende Defizite in der Versorgungssicherheit auf:

_Der Wasserturm speiste mit nur einer Wasserkammer die Netze der Bezirke Howald/Hesperange-Haute. Bei Ausfall



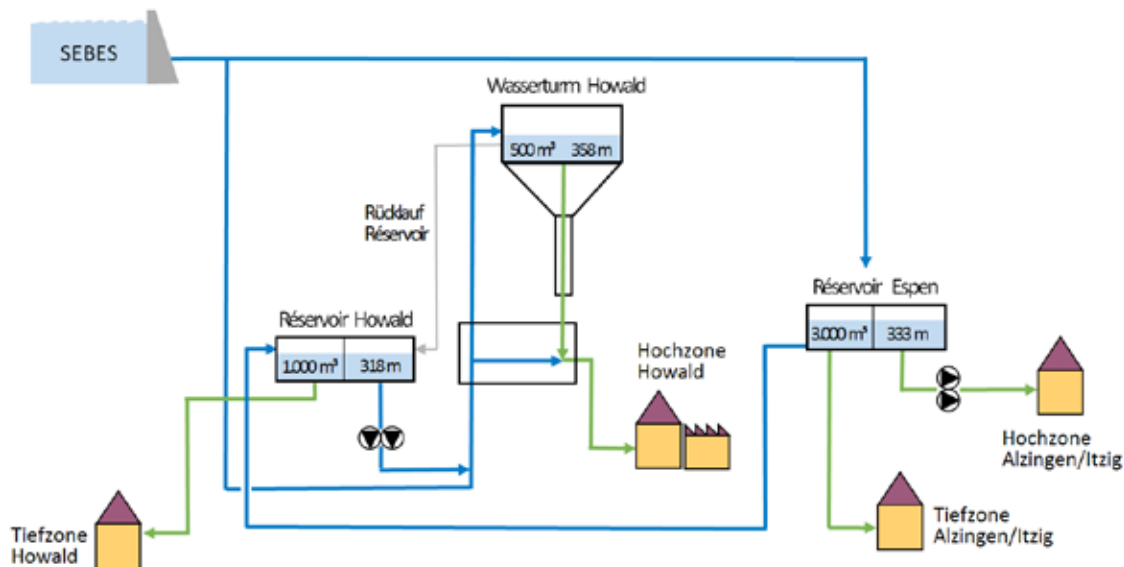
der Kammer, sei es durch Schäden oder mikrobiologische Problematiken, wäre die Trinkwasserversorgung des Gebietes ersatzlos entfallen. Diese Tatsache machte auch Reinigungs- bzw. Sanierungsarbeiten in der Wasserkammer und dem dazugehörigen Rohrsystem unmöglich. Des Weiteren fehlte der Wasserkammer ein Notüberlauf.

_Durch den Defekt einer Förderpumpe im Erdbehälter bestand keine Reserve bei der zweiten Versorgungsschiene des Wasserturms.

_Das System ließ bei Ausfall des HB Espen keine direkte Einspeisung des Syndikat SEBES in den Erdbehälter zu.

_Es bestand keine Möglichkeit aus dem Erdbehälter Howald in den HB Espen zurückzuspeisen und damit dessen Versorgungssicherheit zu erhöhen.

Die mechanische sowie elektrische Ausrüstung des Erdbehälters befand sich größtenteils noch auf dem ursprünglichen Stand der Technik. Wie zur Entstehungszeit des Behälters üblich, lag das Hauptaugenmerk der



Konstruktion nicht auf einer barrierefreien Zugänglichkeit der Armaturen und Aggregate. So ließen sich die Armaturen und Förderaggregate im Untergeschoss lediglich über eine Leiter und nach Überquerung diverser Rohrleitungen erreichen.

Die Zulaufleitung des Syndikats SEBES schloss sich im Erdbehälter an die Druckleitung der Förderpumpen zum Wasserturm an. Von dort aus verlief die gemeinsam genutzte Leitung unter der Erdoberfläche in einen Verteilerschacht, welcher wahlweise eine Einspeisung in die Wasserkammer des Turms, oder aber das Netz der Hochzone erlaubte. An dieser Stelle bestand die Gefahr, dass bei Ausfall der Regelventile der Versorgungsdruck des SEBES (20bar) direkt in das Trinkwassernetz der Gemeinde gelangen konnte.

Die bestehenden infrastrukturellen und technischen Schwachpunkte stellten ein nicht unerhebliches Risiko für die Wasserversorgung der Gemeinde dar. Die Planung sah daher, neben dem Einbau einer neuen Druckerhöhungsanlage, die Optimierung des gesamten Systems vor. Dies erforderte eine Komplettanierung des Erdbehälters und Verteilerschachtes. Eine strikte Trennung der Syndikats- und Gemeindeleitungen war zu gewährleisten.

Die Abhängigkeit des Einzugsgebietes Howald-haute von dem Wasserturm als alleinige Versorgungsquelle

machte einen Umbau im laufenden Betrieb unumgänglich. Die Baumaßnahme umfasste neben der Maschinen- und Elektrotechnik auch die Neuverlegung der Verbindungsleitungen zum Wasserturm, die Sanierung der Wasserkammern, sowie Rohbau- und Erdarbeiten. Im Verlauf der Ausarbeitung des Gesamtkonzepts erwies sich der Einsatz der 3D Konstruktion sowohl während der Bestandserfassung, als auch bei der darauf aufbauenden Neuplanung und Visualisierung der einzelnen Bauphasen als wertvolle Hilfe. Das digitale Bauwerksmodell ermöglichte die Erstellung eines detaillierten Bauzeitenplans, welcher die Zusammenarbeit der einzelnen Gewerke exakt koordinierte. So konnte das Projekt von den ersten Demontagearbeiten bis zur Inbetriebnahme in einem Zeitraum von knapp 10 Monaten abgewickelt werden.

Nach den Umbauarbeiten befindet sich die Anlage wieder auf dem neuesten Stand der Technik. Neben der Erhöhung der Versorgungssicherheit durch den Einbau einer frequenzgeregelten Druckerhöhungsanlage ermöglicht eine weitreichende Automatisierung die Auswahl zwischen diversen Betriebsarten, welche im Folgenden auszugsweise aufgelistet werden.

Normalbetrieb:

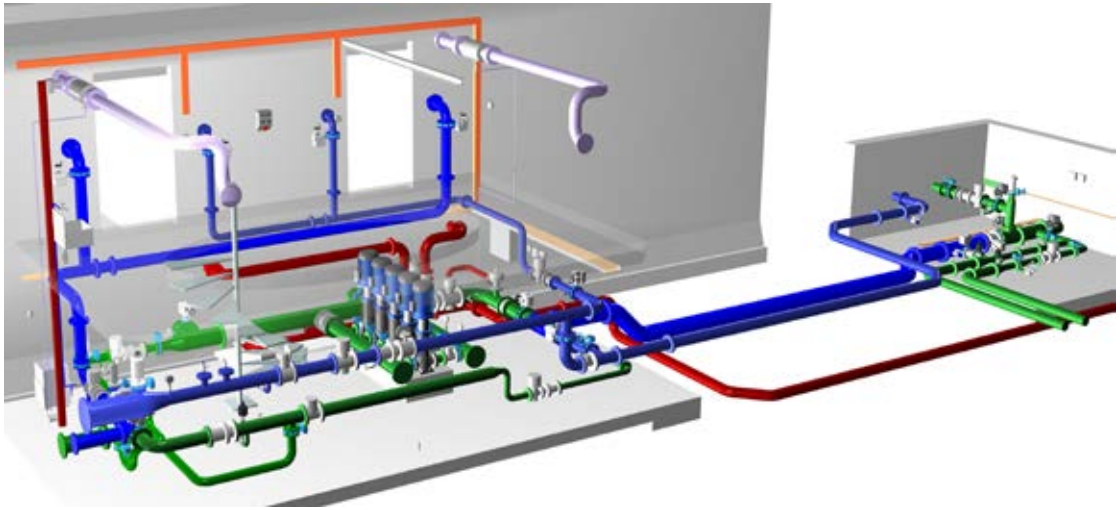
- _Einspeisung Erdbehälter über Zulauf HB Espen.
- _Einspeisung Wasserturm über Syndikat SEBES.
- _Des Weiteren besteht die Möglichkeit, den Erdbehälter über einen Bypass und getrennter Zuleitung, bei Störung der Förderung aus HB Espen, ebenfalls durch das Syndikat SEBES zu füllen. In Abhängigkeit des Höhenstandes im Wasserturm sowie Erdbehälter, erfolgt periodische eine automatische Umstellung der Einspeisung um Stagnation in der Zulaufleitung zum Erdbehälter zu vermeiden.
- _Zeitlich gesteuerte Anlaufoutine der Druckerhöhungsanlage als Funktionsprüfung und zur Vermeidung von Stagnation.

Druckerhöhungsanlage:

- _Versorgung der „Zone Haute“ bei Ausfall des Wasserturms.
- _Einspeisung Wasserturm bei Ausfall der SEBES-Zuleitung.
- _Rückspeisung in den Gegenbehälter Espen.

Aus den genannten Einsatzbedingungen der Druckerhöhung ergeben sich 3 Steuerungsvarianten:

Betriebsfall	Solldruck	Fördermenge
Wasserversorgung Hochzone	fix	variabel
Einspeisung Wasserturm	variabel	fix
Rückspeisung Espen	≤ max. Wert	≤ max. Wert



Die Pumpen arbeiten im redundanten Reglerbetrieb mit der Funktion Master-Aux-Master. Der Aux Master kann bei Ausfall des Masters die Regelung übernehmen. Ein automatischer Pumpenwechsel stellt die gleichmäßige Auslastung der Aggregate sicher.

Neben weiteren Zusatzfunktionen wie Leckage-Erkennung, Außerbetriebnahmeautomatik der Wasserkammern, Zutrittsüberwachung und Anlaufrotinen, erleichtern die bedienerfreundlich gestaltete Zugänglichkeit aller Armaturen und Aggregate sowie der Einbau einer Wendeltreppe, den Betrieb und Unterhalt. Auch ohne speicherprogrammierbare Steuerung bzw. bei einer Störung derselben, lässt sich die Anlage weitestgehend von Hand über Vorort-Bedienungen betreiben.

Das Einzugsgebiet der Hochzone verursacht durch seine industrielle Prägung schnell wechselnde Lastfälle. Der Verbrauch kann innerhalb weniger Sekunden um mehr als $100\text{m}^3/\text{h}$ steigen oder fallen. Die Druckerhöhungsanlage deckt diesen als „Fall-back“ Komponente der Versorgungssicherheit, mit einem Leistungsspektrum von 10 bis $300\text{m}^3/\text{h}$ ab. Trotz eingehender hydraulischer Berechnungen, lies sich erst im praktischen Betrieb testen, ob die theoretische Auslegung allen realen Anforderungen eines solchen Netzes gerecht wird. Nachdem die Druckerhöhungsanlage kurz nach ihrer Inbetriebnahme während eines Wasserrohrbruchs über Stunden die Versorgung der Zone Howald-haute mit Industriegebiet aufrechterhielt, betrachten alle Beteiligten die Praxistauglichkeit als eindrucksvoll unter Beweis gestellt.



Auch bei sorgfältiger Vorplanung stellt der Umbau im laufenden Betrieb einer derart zentralen Anlage immer eine Herausforderung für das Planungsbüro dar. Wir möchten uns in diesem Zusammenhang für die gute Zusammenarbeit bei dem Syndikat SEBES sowie der Gemeinde Hesperange, insbesondere den Mitarbeitern des Service des eaux, bedanken, deren Unterstützung wesentlich zu dem reibungslosen Ablauf der Maßnahme beigetragen hat.

www.best.lu

Your reliable partner for
bringing projects forward



PAUL WURTH
GEPROLUX

geprolux@paulwurth.com
Phone: (+352) 4970 2602

Project development /
Project strategy consulting /
Project management /
Building auditing /
Technical engineering

www.geprolux.com

Confident with complexity.

Bei der kommunalen Abwasserreinigung in Kläranlagen entsteht Lachgas (N_2O) als natürlich vorkommendes Zwischenprodukt. Jenes verbleibt in der Flüssigphase gelöst, oder kann durch Turbulenzen ausgestrippt werden. Zur Quantifizierung gasförmigen Lachgases wird auf Kläranlagen oftmals Infrarottechnik eingesetzt, die letztlich nur die gasförmigen Emissionen erfassen kann. Für die Flüssigphase hat Pascal Kosse, Doktorand im NRW-Forschungskolleg Future Water am Lehrstuhl für Siedlungswasserwirtschaft und Umweltechnik der Ruhr-Universität Bochum (RUB), eine neue Methode entwickelt die auf Aussalzung beruht.



QUANTIFIZIERUNG VON GELÖSTEN N_2O -EMISSIONEN IM ABWASSER DURCH AUSSALZUNG

Pascal Kosse, M. Sc.

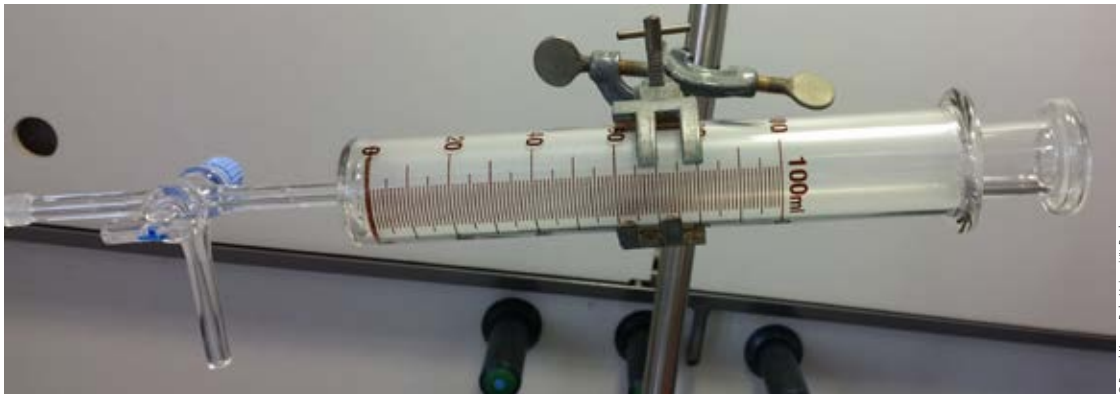


Abb. 1: Kernelement des Versuchsaufbaus: Kolbenprober mit Dreivegehahn (100mL Gesamtvolumen, WINLAB, Windaus-Labortechnik GmbH & Co. KG, Clausthal-Zellerfeld, Deutschland).

Der globale Klimawandel ist ein Prozess, der auf die Freisetzung von anthropogenen Treibhausgasen in die Atmosphäre zurückzuführen ist. Hierbei sind die wichtigsten gasförmigen Treibhausgase Kohlenstoffdioxid (CO_2), Distickstoffmonoxid (trivial: Lachgas, N_2O) und Methan (CH_4). Lachgasemissionen haben in den vergangenen Jahren besonders viel Aufmerksamkeit im Bereich Forschung erhalten, was u. a. an den speziellen Eigenschaften liegen mag.

Im Vergleich zu Kohlenstoffdioxid hat Lachgas ein 264-fach stärkeres Treibhausgaspotential (englisch: Global Warming Potential, GWP_{100}) über einen Zeitraum von 100 Jahren. Ferner haben Lachgasemissionen eine große Bedeutung im Hinblick auf die Ozonschicht, da N_2O in der Stratosphäre zu Stickstoffmonoxid (NO) abgebaut werden, welches letztlich für den Abbau der Ozonschicht verantwortlich ist. Auch Kläranlagen stellen Emissionsquellen für Lachgas dar.

Entstehungswege für Lachgas während der Abwasserreinigung

Auf kommunalen Kläranlagen ist Lachgas ein natürlich vorkommendes Zwischenprodukt während der biologischen Abwasserreinigung. In größeren Konzentrationen ist die Lachgasbildung meist auf ungünstige Prozessbedingungen zurückzuführen. Das Wissen um die Entstehungswege von Lachgas ist daher von großer Bedeutung, um Emissionen durch eine Optimierung der Betriebsbedingungen zu vermeiden. Nach heutigem Wissen wird Lachgas sowohl während der heterotrophen

Denitrifikation als auch bei der autotrophen Nitrifikation gebildet. Auch die sog. Nitrifikanten-Denitrifikation stellt einen wichtigen Beitrag zu den N_2O -Emissionen bei, wenngleich dieser Entstehungsweg noch nicht vollständig für den Bereich Kläranlagen untersucht worden ist. Während der autotrophen Nitrifikation katalysieren Ammoniumoxidierer in einem zweistufigen Reaktionsweg die Oxidation von Ammonium (NH_4^+) zu Nitrit (NO_2^-) über die Zwischenstufe des Hydroxylamin (NH_2OH). Hierbei wirken NH_4^+ und NO_2^- als Elektronendonatoren. In diesem Zusammenhang kann N_2O auf zwei Wegen entstehen. Zum einen durch die Oxidation des Hydroxylamin, oder als Nebenprodukt während der Nitrifikanten-Denitrifikation.

Bei der Oxidation des Hydroxylamin wird angenommen, dass jenes zunächst zur instabilen Zwischenform NOH reagiert, welche dann weiter zu N_2O reagieren kann. Alternativ kann Lachgas auch nach der biologischen Reduktion von Hydroxylamin zu Stickstoffmonoxid entstehen. Eine vollständige Aufklärung des Reaktionswegs bleibt jedoch noch offen.

Bei der Nitrifikanten-Denitrifikation wird das entstandene NO_2^- zunächst zu NO reduziert und anschließend zu N_2O . Vor allem bei niedrigen Sauerstoffkonzentrationen im Abwasser ist letzterer der dominierende Entstehungsweg, während die Oxidation von Hydroxylamin potenziell eher bei relativ hohen Sauerstoffkonzentrationen von 1,5 bis 5,0mg/L dominiert.



Abb. 2: Darstellung der anorganischen Salze für die Versuchsdurchführung. Von oben links beginnend nach unten, Eisen(III)-chlorid Hexahydrat ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), Kaliumdihydrogenphosphat (KH_2PO_4), Magnesiumsulfat-Heptahydrat ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) und Natriumchlorid (NaCl). Rechte Seite von oben nach unten, Kaliumchlorid (KCl), Magnesiumchlorid-Hexahydrat ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), Natriumbromid (NaBr) und Natriumdihydrogenphosphat (NaH_2PO_4).

© Pascal Klose & Stephan Berroz, Ruhr-Universität Bochum

Quantifizierung von Lachgas

Die Quantifizierung von N_2O -Emissionen auf Kläranlagen ist die Grundlage für die Entwicklung wirkungsvoller Reduktionsmaßnahmen. Um bei der Abwasserbehandlung auftretende N_2O -Emissionen zu quantifizieren, stehen derzeit eine Reihe von Messmethoden sowohl im Labormaßstab als auch für online Messkampanien auf Kläranlagen zur Verfügung. Die Schwierigkeit der Quantifizierung besteht vor allem darin, dass die Emissionen diffus auftreten, so dass Messergebnisse von Einzelstandorten nicht ohne weiteres auf das Gesamtsystem Kläranlage übertragen werden können.

Des Weiteren treten sowohl jahreszeitabhängige als auch tagesabhängige Emissionsschwankungen auf, die u.a. auf variierende Stickstoffzuladungen zurückzuführen sind. Hierdurch können auch die starken Schwankungen bei bisher veröffentlichten Messergebnissen begründet werden, welche typischerweise als Anteil an der

Stickstoffzuladung angegeben werden. Eine weitere Schwierigkeit ergibt sich durch die hohe Löslichkeit von N_2O (1,2g/L bei 20°C und 1,013bar), was zur Folge hat, dass Entstehungsort und Emissionsort voneinander abweichen können, wodurch eine Zuordnung der N_2O -Emissionen zu den Verfahrensstufen der Abwasserbehandlung erschwert wird. Für eine vollständige Quantifizierung und Zuordnung des entstandenen N_2O ergibt sich hierdurch die Notwendigkeit die Messungen in der Gasphase durch Messungen in der Flüssigphase zu ergänzen.

Der Aussalzeffekt

Die Löslichkeit von N_2O im Abwasser wird prinzipiell durch drei Faktoren bestimmt: Temperatur, Umgebungsdruck über der flüssigen Phase und dem Salzgehalt. Letzterer bildet die Grundlage für die Entwicklung einer Messmethode, da mit steigendem Salzgehalt in einer wässrigen Lösung die Gaslöslichkeit im Allgemeinen bei konstanter Temperatur und konstantem Druck sinkt. Dieser Effekt, bei dem sich das Lösungsgleichgewicht von Gasen in Richtung der Gasphase

verschiebt, wird als „Aussalzen“ bezeichnet. Grund für das Phänomen des Aussalzens ist das Verdrängen des Gases aus der flüssigen Phase durch die in Lösung gehenden Ionen. Dabei lagern sich zunächst Wassermoleküle am Kristallgitter an und richten sich aufgrund ihrer Dipoleigenschaft entsprechend ihrer Teilladung an den Ionen am Rand des Kristallgitters aus. Aufgrund der sich ausbildenden Ionen-Dipol-Wechselwirkung werden die Ionen aus dem Kristallgitter herausgelöst, was als Dissoziation bezeichnet wird. In einem zweiten Schritt bilden sich eine Hydrathülle um die gelösten Ionen. Jene Hydrathüllen verteilen sich anschließend in der wässrigen Phase, da ihre gegenseitige Anziehung durch die Ausbildung der Hydrathüllen sehr stark verringert ist. Dieser Prozess wird daher als Hydratation bezeichnet.

Da Ionen-Dipol-Bindungen (ca. 50 – 200kJ/mol) deutlich stärker sind als beispielsweise Dipol-Dipol-Bindungen (ca. 5 – 50kJ/mol), die bei gelösten Gasen häufig vorliegen, verdrängen die Ionen das Gas aus der wässrigen Phase, da weniger freie Wassermoleküle für das Lösen des Gases zur Verfügung stehen.

Der Aussalzeffekt wird mit zunehmender Ionenstärke größer, während zusätzlich eine Abhängigkeit von der Ionensorte besteht. Hierbei ist der Einfluss der Kationen höher zu bewerten als der der Anionen. Da mehrfach geladene Ionen, durch die verstärkte Ausbildung von Wasserstoffbrückenbindungen, mehr Wassermoleküle binden können als einfach geladene Ionen, ist ihr Einfluss auf die Herabsetzung der Löslichkeit größer. Es besteht also nicht nur eine Abhängigkeit von der Ionenkonzentration, sondern auch von der Ionenstärke und -aktivität. Bei Gasen, steigt der Aussalzeffekt mit der Größe der Gasmoleküle und sinkt mit der Polarität. Im Fall von N_2O handelt es sich um ein Gasmolekül mit mesomerer Struktur, d.h. die Bindungsverhältnisse im N_2O Molekül können nicht durch eine einzige Strukturformel dargestellt werden, sondern nur durch mehrere Grenzformeln. Daher weist es ein schwaches Dipolmoment auf, was seine Löslichkeit in Wasser erklärt.

Auswahl anorganischer Salze

Bei der Entwicklung einer Aussalzmethode ist die Wahl der anorganischen Salze besonders wichtig, da eine Reihe von Bedingungen erfüllt sein müssen. Die Salze dürfen die Probenlösung während des Lösungsvorgangs weder erwärmen noch abkühlen. Andernfalls droht eine Veränderung des Volumens des ausgestrippten Gases. Die angewandten Salze dürfen zudem keine chemischen Reaktionen eingehen mit den übrigen Komponenten des Abwassers die zu einer Bildung des zu bestimmenden Gases führt. Das verwendete Salz sollte nach Möglichkeit umweltverträglich sein und für den Anwender ungefährlich. Von einer Zusammenstellung von 34 anorganischen Salzen konnten so zunächst 21 für eine nähere Betrachtung herangezogen werden. Wie zuvor erwähnt hängt der Aussalzeffekt stark von der Menge der gelösten Ionen ab. Je mehr Wassermoleküle durch die sich um die Ionen ausbildenden Hydrathüllen gebunden werden, desto geringer ist die Restlöslichkeit des N_2O . Somit sollte ein Salz mit einer hohen Löslichkeit in einem adäquaten Temperaturbereich gewählt werden. Durch die Auswahl von Salzen mit einer hohen Löslichkeit konnte eine weitere Vorauswahl geeigneter Salze vorgenommen werden. Bei den im Versuch untersuchten Salzen handelte es sich letztendlich um Eisen(III)-chlorid Hexahydrat, Kaliumdihydrogenphosphat, Magnesiumsulfat-Heptahydrat, Natriumchlorid, Kaliumchlorid, Magnesiumchlorid- Hexahydrat, Natriumbromid und Natriumdihydrogenphosphat (Abb 2). Obwohl sich jene anorganischen Salze optisch kaum unterscheiden, sind die chemischen Unterschiede sehr groß, wie z. B. die chemische Löslichkeit.

Versuchsaufbau, Durchführung und Ergebnisse

Der Versuchsaufbau für den Aussalzversuch besteht im Wesentlichen aus einer Schottflasche mit einem Gesamtvolumen von 100mL, in der zunächst die spezifische Salzmenge vorgelegt wird. Anschließend

wird die zu untersuchende Abwasserprobe über eine 50mL Spritze zugeführt. Über eine Schlauchverbindung, die die Schottflasche mit einem Kolbenprober (Abb 1) verbindet, kann die ausgestrippte Lachgas Menge zunächst quantifiziert werden.

Anschließend wird das gewonnene Gas in einen Gassack überführt, der mit einem Ventil und einem austauschbaren Septum versehen ist. Über das Septum kann mittels einer gasdichten Hamiltonspritze eine 500 μ L Gasprobe entnommen werden und einem Gaschromatographen mit Wärmeleitfähigkeitsdetektor (GC-WLD) zur Analyse zugeführt werden. Aus der Analyse der Gaszusammensetzung und der ausgestrippten Gasmenge kann die Konzentration von Lachgas rechnerisch ermittelt werden.

Mit dem zuvor beschriebenen Versuchsaufbau wurden die acht ausgewählten anorganischen Salze evaluiert mit Hinblick auf eine vollständige Ausstrippung von N_2O aus einer gesättigten Testlösung. Hierbei stellte sich heraus, dass durch die Zugabe von Natriumbromid etwa 98% des gelösten Lachgases ($= 1,14 \pm 0,05\text{g/L}$) aus einer gesättigten N_2O -Lösung ($= 1,16\text{g/L}$) ausgestrippt werden konnten. Das Ergebnis mag vor allem an der relativ hohen Löslichkeit von Natriumbromid liegen, die etwa zweieinhalbfach höher ist als beispielsweise die von Natriumchlorid (NaBr: 922g/L zu NaCl: 359g/L bei 20°C und 1013hPa). Die zweithöchste Konzentration konnte mit $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ erreicht werden mit $0,76 \pm 0,01\text{g/L}$. Darauf folgen $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ mit $0,70 \pm 0,03\text{g/L}$, NaH_2PO_4 und KH_2PO_4 mit jeweils $0,61 \pm 0,02\text{g/L}$, KCl mit $0,56 \pm 0,01\text{g/L}$ und NaCl mit $0,50 \pm 0,01\text{g/L}$. $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ war relativ weit abgeschlagen mit $0,22 \pm 0,01\text{g/L}$. Durch die Quantifizierung von N_2O durch Aussalzen steht eine weitere Messtechnik für die Flüssigphase zur Verfügung. Für eine längerfristige Etablierung dieser Methode ist es jedoch notwendig eine längere und ausgiebige Messkampagne auf einer kommunalen Kläranlage durchzuführen. Ferner bietet es sich an, bestehende Messkampagnen, die sich auf N_2O -Messungen in der Gasphase konzentrieren, mit der Aussalzmethode zu erweitern, um ein Gesamtbild aller N_2O Emissionen zu bekommen. Dies ist sinnvoll, da nicht entschieden werden kann, ob die gemessenen N_2O Konzentrationen in der Flüssigphase auf der Kläranlage tatsächlich emittiert werden oder aber an anderer Stelle.

www.siwawi.ruhr-uni-bochum.de

Original Publikation

Kosse, P., Lübken, M., Schmidt, T. C., Wichern, M., 2017. Quantification of nitrous oxide in wastewater based on salt-induced stripping. Science of The Total Environment (601 – 602), 83 – 88. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.05.053

Anmerkung

Das Forschungskolleg Future Water wird gefördert durch das Ministerium für Kultur und Wissenschaft des Landes Nordrhein-Westfalen (NRW)

FAITES CONNAITRE
VOS PROJETS

RT 02 | 2018

THÈMES

COLOURS + FORMS_

**REVUE TECHNIQUE
LUXEMBOURGEOISE**

ANNONCES VOS
RECHERCHES D'EMPLOI

PUBLIEZ VOS
ANNONCES

Architect: Camenzind Evolution Ltd., Zurich
Photo: © Peter Würmli, Zurich

FILTRATION VON OBERFLÄCHENABFLÜSSEN_

Thorsten Schmitz, M.Eng.



_Abb. 1: Filtersäulen zur Untersuchung der Schwermetallreduktion

Beim Abfluss über Verkehrs- und Dachflächen nimmt das Regenwasser eine Reihe von Schadstoffen auf. Bei Einleitung der Oberflächenabflüsse in die Trennkanalisation gelangt das Wasser nicht zur Kläranlage, sauber ist es jedoch nicht. Je nach Nutzung und Beschaffenheit der Oberflächen können unterschiedliche Behandlungen notwendig sein. Bei gering verschmutzten Oberflächen kann in der Regel von einer Behandlung abgesehen werden und der Abfluss direkt in ein Oberflächengewässer eingeleitet werden. Bei mittel bis stark verschmutzten Oberflächen ist eine entsprechende Behandlung vorzusehen (vgl. DWA-M 153, 2012; AGE, o.J.).

Ist der Oberflächenabflussbehandlungspflichtig, kann dieser je nach Verschmutzung versickert werden oder in einem Regenklärbecken oder mit einem Retentionsbodenfilter behandelt werden. Mit dem Erlass „Anforderungen an die Niederschlagsentwässerung im Trennverfahren“ aus

dem Jahr 2004 wurde in Nordrhein-Westfalen zusätzlich die Möglichkeit der dezentralen Behandlung von Oberflächenabflüssen geschaffen. Hieraus resultieren eine Reihe von Herstellerentwicklungen zur Behandlung des Regenwassers. Zum Einsatz kommen Systeme die unterschieden werden können in:

- _Schachtsysteme
- _Rinnensysteme
- _Straßenablaufeinbauten
- _Sedimentationsanlagen
- _Durchlässige Flächenbeläge

Diese Systeme unterscheiden sich vornehmlich in Anschlussfläche, Wartungsintervall und Wirkprinzip. Durch den Einsatz einer Filterstufe, welche in den meisten Systemen zum Einsatz kommt, besteht die Möglichkeit die Regenwasserbehandlung gezielt auf die besonders relevanten Schadstoffe im Oberflächenabfluss abzustimmen.

Wasserwirtschaftliche Relevanz der Regenwasserbehandlung

Der maßgebende Parameter in der Regenwasserbehandlung sind die abfiltrierbaren Stoffe (AFS). Ein Großteil der Schadstofffracht liegt im Oberflächenabfluss adsorbiert an Partikeln vor. Ein besonderer Fokus liegt hierbei auf den feinstpartikulären Stoffen (< 63µm) im Abfluss welche häufig bis zu 75% der Gesamtschadstofffracht transportieren (Xanthopoulos, 1990; Jakobs et al., 1995). Regenklärbecken, in denen ein Großteil der Oberflächenabflüsse behandelt wird, können diese Feinststoffe jedoch kaum wirksam zurückhalten (Schmitt et al., 2013). Hinzu kommt, dass Schwermetalle zu großen Teilen gelöst im Abfluss vorliegen können. Bei Zink und Kupfer kann der gelöste Anteil über 50% der Gesamtfracht ausmachen (Schmitz und Grüning, 2018). Gleichzeitig stellen Zink und Kupfer eine Herausforderung bei der Einhaltung der EG-Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) dar. Beide Schwermetalle werden aufgeführt unter den flussgebietsspezifischen Schadstoffen der EG-WRRL. In NRW führen Zink auf 24% der Gewässerlänge und Kupfer auf 8% der Gewässerlänge zu einer „mäßigen“ Beurteilung. Gleichzeitig dominiert für diese beiden Stoffe der Eintrag aus Oberflächenabflüssen aus Trenngebieten mit 43% bei Kupfer und 50% bei Zink (MKULNV, 2015). Laut Hillenbrand et al. (2005) ist mit einem stetig zunehmenden Einsatz von Metallen im Dach- und Fassadenbereich zu rechnen

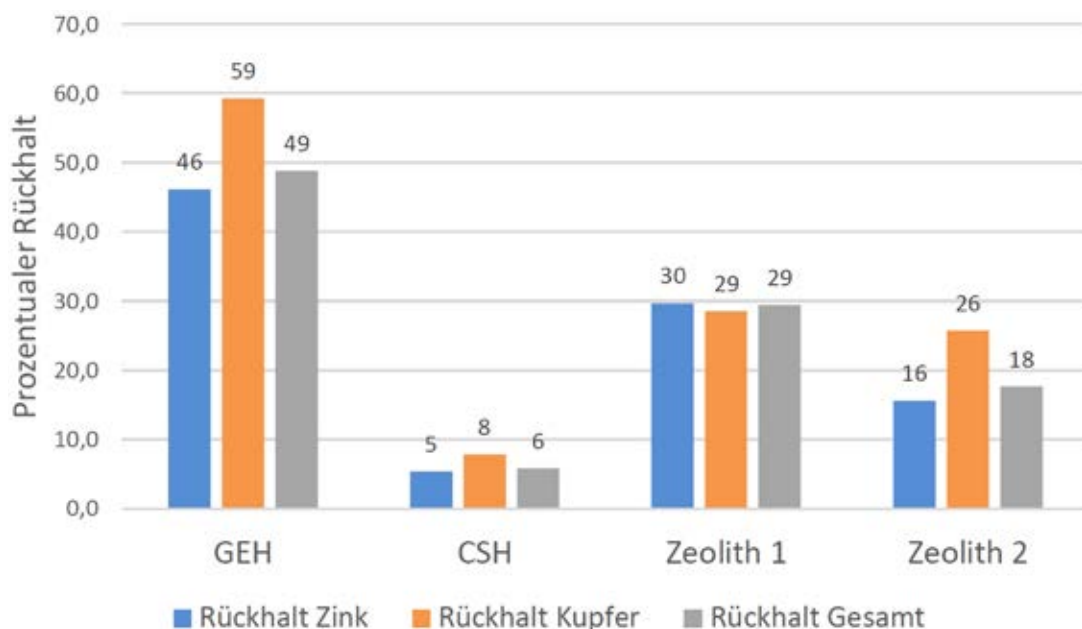


Abb. 2: Mittlerer Rückhalt von gelöstem Zink und Kupfer im Säulenversuch mit drei Prüfrengspenden (unterschiedliche Korngrößen)

und einem daraus resultierenden höheren Eintrag von Metallen in Böden und Gewässer. Der Eintrag durch Regenwassereinleitungen aus Trenngebieten wird daher zunehmend an Relevanz gewinnen.

Kommt es zu Überschreitungen der Umweltqualitätsnormen der EG-WRRRL kann die Behandlung der Oberflächenabflüsse mit Filtersystemen eine wirksame Möglichkeit zur Reduzierung der Frachten darstellen.

Untersuchungen zur Reduzierung der Schwermetallkonzentration

Zur Untersuchung der Adsorption gelöster Schwermetalle aus Oberflächenabflüssen wurde ein Säulenversuch durchgeführt. Im Versuchsaufbau wurden vier Substrate jeweils mit einer Schütthöhe von 10cm in eine Filtersäule eingebracht (Abbildung 1).

Die Substrate wurden mit drei Prüfrengspenden beschickt (2,5; 6 und 15 (l/s·ha)). Die Beschickung erfolgte mit einer Kupferkonzentration von 0,5mg/l und 2,0mg/l Zink. Die maximale Oberflächenbeschickung betrug 20m/h (bei 15 (l/s·ha)). Die Kontaktzeiten im Versuch lagen zwischen 18 und 108 Sekunden. Abbildung 2 zeigt den mittleren Rückhalt für Zink und Kupfer über die drei Prüfrengspenden. Die Untersuchungen haben gezeigt, dass bereits mit der geringen Schütthöhe von 10cm gute Rückhalte bei gelösten Schwermetallen erzielt werden können. In der Prüfung mit 2,5l/s·ha wurden Reduzierungen von bis zu 80% erzielt. Neben der wirksamen Reduzierung von gelösten Schwermetallen werden mit Filtersubstraten auch die feinpartikulären Stoffe effektiv entfernt, sodass gegenüber Sedimentationsanlagen mit einem besseren Rückhalt über das gesamte Schadstoffspektrum ausgegangen werden kann.

Ausblick

In der dezentralen Regenwasserbehandlung haben Systeme mit Filtersubstraten bereits heute einen festen Platz. Sie ermöglichen eine weitergehende Behandlung und stellen eine wirksame Alternative zu konventionellen Systemen dar. Die Wirksamkeit eines technischen Regenwasserfilters wird vor allem durch das eingesetzte Substrat und die Schütthöhe bestimmt. Das macht Filtersysteme zukunftssicher. Ändern sich die wasserrechtlichen Anforderungen an die Behandlung, so kann das Substrat an diese Anforderungen angepasst werden. Aufgrund der Herausforderung die

Umweltqualitätsnormen der EG-WRRRL künftig einhalten zu müssen wird eine Etablierung von Filtersystemen auch im Bereich der zentralen Regenwasserbehandlung unumgänglich sein.

www.fh-muenster.de/fb4

Literatur

- AGE (o.J.) Leitfaden zum Umgang mit Regenwasser in Siedlungsgebieten Luxemburgs, Ministère de l'Intérieur et à la Grande Région, Administration de la Gestion de l'Eau
- DWA-M 153 (2012) Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser, Merkblatt, Stand 2012, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef
- Hillenbrand, T., Toussaint, D., Böhm, E., Fuchs, S., Scherer, U., Rudolphi, A., Hoffmann, M. (2005) Einträge von Kupfer, Zink und Blei in Gewässer und Böden, Analyse der Emissionen und möglicher Emissionsminderungsmaßnahmen, Forschungsbericht 202 242 20/02, UBA-FB 000824, Umweltbundesamt, Dessau
- Jakobs, J., Karavokiros, G., Zimmermann, J. (1995) Konzept und Aufbau des Schmutzfrachtmodells HAUSS. Schadstoffe im Regenabfluss III Präsentation des BMFT Verbundprojektes NIEDERSCHLAG am 24.-25.10.1995 in Karlsruhe, Schriftenreihe des Instituts für Siedlungswasserwirtschaft der Universität Karlsruhe, Bd. 73
- MKULNV (2015) Entwicklung und Stand der Abwasserbeseitigung in Nordrhein-Westfalen, 17. Auflage, Stand 31.12.2014, Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MKULNV), Düsseldorf
- Schmitt, T. G., Fuchs, S., Uhl, M., Mohn, R. (2013) Reduktion des Feststoffeintrages durch Niederschlagswassereinleitungen, Phase 1, Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
- Schmitz, T., Grüning, H. (2018) Schwermetalleinträge durch Regenwassereinleitungen - Eine Herausforderung bei der Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie, Herausforderung Regenwasser, gwf Praxiswissen, Hella Runge (Hrsg.)
- Xanthopoulos, C. (1990) Niederschlagsbedingter Schmutzstoffeintrag in Kanalsystemen - Erneute Bilanzierung aufgrund weitergehender Erfassung von Ereignissen, Schriftenreihe des Instituts für Siedlungswasserwirtschaft der Universität Karlsruhe, Bd. 58

Trinkwasser ist das Lebensmittel Nummer eins. Darum ist jeder Versorger bestrebt seine Ressourcen zu schützen und zu erhalten, denn sein Ziel ist es, zu jeder Zeit Trinkwasser in ausreichender Menge, geschmacklich anregend und bester Qualität zur Verfügung zu stellen. Aber was geschieht wenn der Versorger an die Grenzen seiner Ressourcen stößt?



INTERNATIONALE KOOPERATION ZUR GEGENSEITIGEN WASSERLIEFERUNG ZWISCHEN DEN NACHBARLÄNDERN DEUTSCHLAND UND LUXEMBURG_

Stephan Weber, B.E.S.T. Ingénieurs-conseils

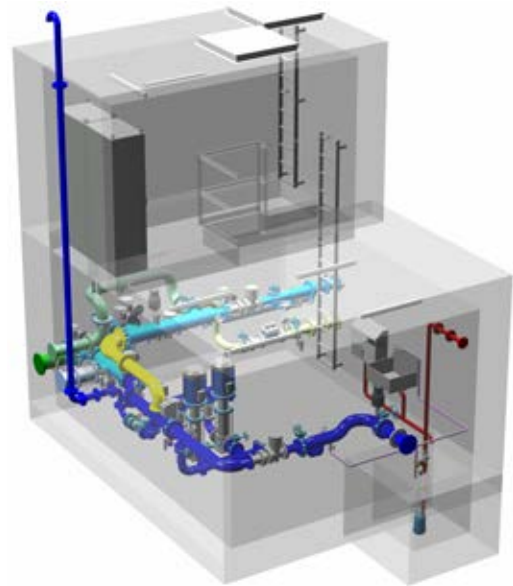


_Moseltal bei Remerschen

Für das Land Luxemburg gilt: der Bedarf an Trinkwasser für die gesamte Bevölkerung von rund 600.000 Einwohner beläuft sich auf durchschnittlich 120.000 m³/d. Studien zum zukünftigen Trinkwasserbedarf [SEBES, Détermination des besoins futurs en eau potable du Grand-Duché de Luxembourg, 2009] schätzen, dass der Wasserverbrauch bis ins Jahr 2040 auf 170.000 m³/d steigt. Dies würde einer Zunahme des Trinkwasserverbrauchs von jährlich 1,8 % entsprechen. Tatsächlich hat die Bevölkerung jedoch derzeit ein Wachstum von 2,4 %. Dieses Wachstum als Grundlage würde bedeuten, dass der Wasserverbrauch der luxemburgischen Bevölkerung im Großherzogtum schon im Jahr 2033 den Verbrauch von 170.000 m³ pro Tag erreicht. Das Wasserangebot im Großherzogtum Luxemburg ist jedoch nicht unbegrenzt. Aus diesem Grund machen sich die Versorger im Land auf die Suche nach Alternativen.

Eine Möglichkeit den steigenden Bedarf zu decken, ist es Trinkwasser aus dem nahen Ausland mit Hilfe einer internationalen Trinkwasserkooperation ins Land zu transferieren.

Dieser Artikel befasst sich mit einer solchen Kooperation zwischen dem Großherzogtum Luxemburg und der Bundesrepublik Deutschland, konkret mit dem Wasserverband SESE (Syndicat des eaux du sud-est) und der Gemeinde Perl. Beiden Wasserversorger haben entschieden, sich in einem möglichen Notfall gegenseitig mit Trinkwasser auszuweichen. Darüber hinaus besteht über lange Sicht die



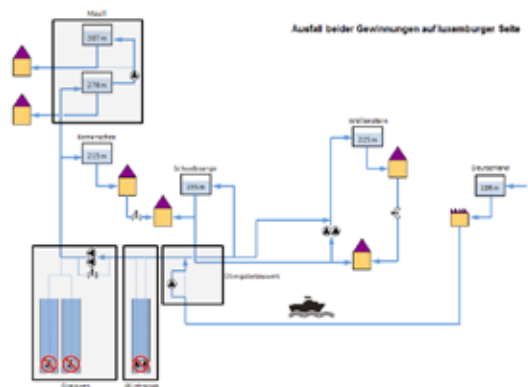
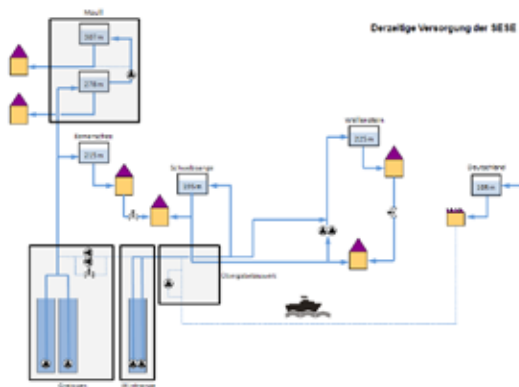
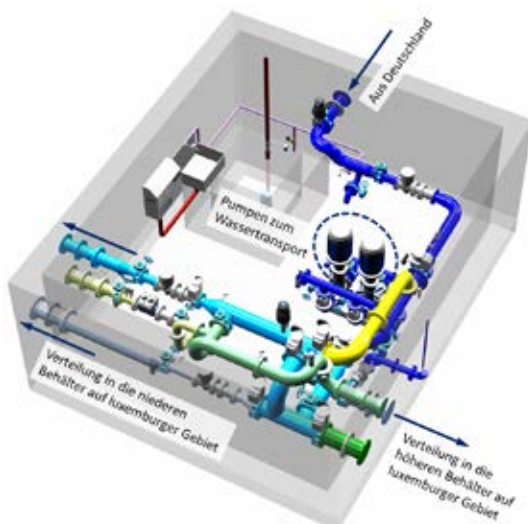
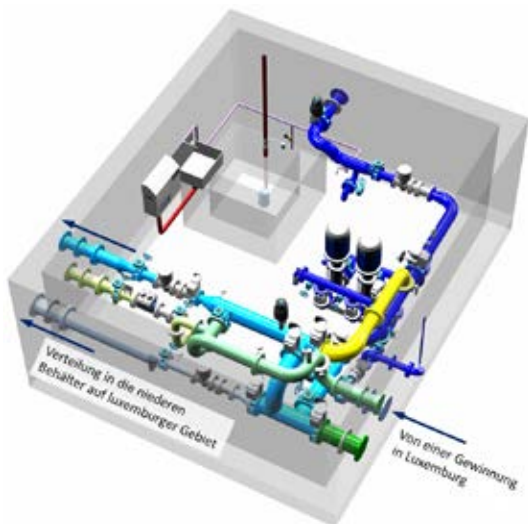
Option diese gegenseitige Hilfestellung in eine permanente Wasserlieferung umzuwandeln. Hierbei folgen beide Wasserversorger vorangegangenen Beispielen wie z.B. dem zwischen dem SIDERE (Syndicat intercommunal pour la distribution d'eau dans la région de l'est) und der VG Konz oder den Gemeinden Rosport-Mompach mit der VG Trier-Land.

Für diesen vielseitigen Einsatz wird auf der Luxemburgischen Seite ein multifunktionales Bauwerk zur Abdeckung aller möglichen eintretenden Ereignisse benötigt.

Versorgung der Verbraucher durch den SESE

Das Wassersyndikat SESE ist ein Zusammenschluss der beiden Gemeinden Schengen und Mondorf-les-Bains, die ihre Bürger aus zwei Tiefbrunnen nahe der Mosel mit Trinkwasser versorgen.

Im alltäglichen Betrieb, in dem die Hochbehälter an der Mosel aus der zweiten Gewinnung und die Hochbehälter bei Mondorf aus der ersten Gewinnung gespeist werden, wird das Übergabebauwerk Moseldüker, ab dem Sommer 2018, als Knotenpunkt der Transportnetze genutzt. An dieser Stelle kann der Wasserfluss zentral gesteuert, gemessen und verteilt werden.



Versorgungsengpass beim Wasserverband SESE

Für den Fall, dass eine oder beide Wassergewinnungen nicht zur Verfügung stehen, sei es durch einen Ausfall der Pumpen oder einer planmäßigen Wartungs- oder Reaktivierungsmaßnahme, ist es von Vorteil ein weiteres Standbein, bzw. eine weitere Absicherung der Trinkwasserversorgung zu haben.

Hier tritt der Notverbund über den Moseldücker auf den Plan, um diese Lücke ab dem Sommer 2018 zu schließen und mit Hilfe des Bauwerks das Trinkwasser aus Deutschland in Luxemburg zu verteilen. In diesem Fall wird davon ausgegangen, dass die Wasserversorgung der Bürger, aus einem oder sogar beiden Gewinnungen nicht gewährleistet werden kann. Für dieses Ereignis muss das Trinkwasser aus dem Hochbehälter auf der deutschen Seite, der bei einer Höhe von 195 m liegt, durch den Dücker über das Übergabebauwerk an die beiden Hochbehälter an der Mosel mit einer Höhe von 195 m und 225 m oder sogar bis auf eine Höhe von maximal 307 m in Richtung Mondorf verteilt werden.

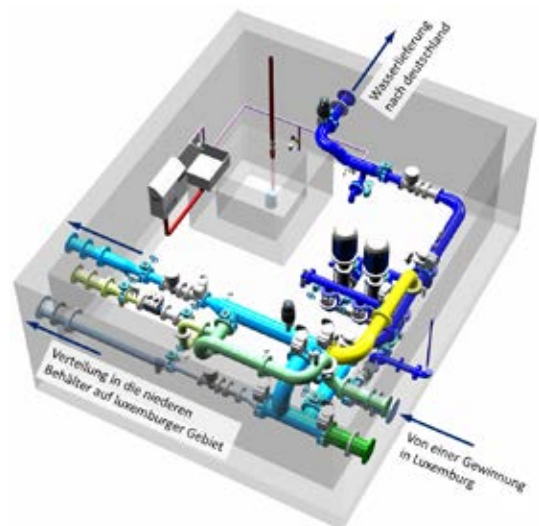
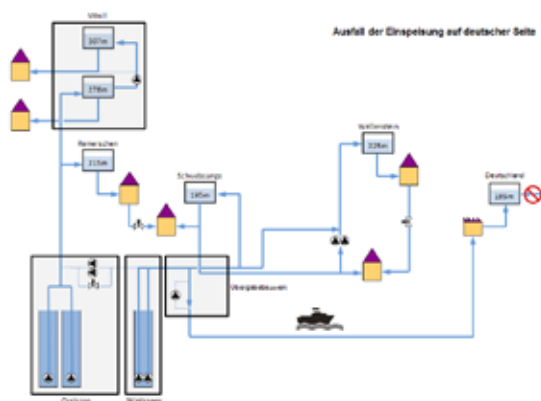
Da dies nicht gravitär geschieht, muss der Wassertransport mittels zweier redundanter Pumpen im Bauwerk Moseldücker bewerkstelligt werden, wovon jede 100%

des Wassers transportieren und abwechselnd die beiden Hochbehälter auf luxemburgischer Seite nach Bedarf befüllen kann. Diese Pumpen sind mit Frequenzumrichter ausgestattet um die verschiedenen Höhen der beiden Réservoirs mit Trinkwasser zu beliefern. Beim Ausfall beider Gewinnungen muss das Wasser noch maximal zwei Mal angehoben werden um an den höchsten Punkt des Versorgungsgebietes von 307 m zu gelangen. Hierzu senden die jeweiligen Wasserstände der dazugehörigen Hochbehälter ihre Anforderung an die Pumpen des Übergabebauwerkes Moseldücker, woraufhin sich die entsprechende Motorklappe öffnet und eine der beiden Pumpen den Wassertransport aufnimmt.

Eine Studie zur Mischbarkeit der verschiedenen Wässer hat ergeben, dass aufgrund der ähnlichen Wasserqualität die Forderungen der Trinkwasserverordnung für sämtliche Mischungsverläufe eingehalten werden.

Versorgungsengpass in der VG Perl

Für den Ausfall der Befüllung des Hochbehälters auf der deutschen Seite des Gemeindefasswerks Perl wird der Hochbehälter vom Durchlaufbehälter zum Gegenbehälter. In diesem Fall wird die Einspeisung des deutschen Hochbehälters über eine der beiden Gewinnungen des SESE durch das Übergabebauwerk und das an den zu



befüllenden Hochbehälter angeschlossene Leitungsnetz bis in den Hochbehälter sichergestellt. In diesem Fall muss die Anforderung an die Wasserförderung aus der Gewinnung des SESE auf drei Hochbehälter aufgeteilt und koordiniert werden.

Des Weiteren gibt es außer diesen drei Hauptaufgaben des Übergabebauwerkes noch einige anderer Unterfunktionen wie z.B. die Versorgung des Ortsnetzes auf der deutschen Seite ohne den dazu gehörigen Hochbehälter des Gemeindevasserwerkes Perl. In diesem Fall werden die betroffenen Bürger auf deutscher Seite direkt vom niedrigeren Réservoir (195 m) versorgt. Zudem ist ein Reserveanschluss vorhanden, um das Bauwerk ggf. zu erweitern, z.B. um eine weitere Einspeisung oder eine zentrale Enthärtungsanlage.

Alle Stränge innerhalb des Gebäudes können separat gemessen und gesteuert werden. Darüber hinaus sind die wichtigsten Stränge mit Motorklappen ausgerüstet, um eine Bedienung aus der Ferne über ein Prozessleitsystem zu ermöglichen. Hiermit können so die diversen Anforderungszustände automatisiert und mit Hilfe einer Speicher programmierbaren Steuerung (SPS) ausgeführt werden. Im Ergebnis werden in diesem kompakten Bauwerk viele Funktionen und Möglichkeiten auf engstem Raum realisiert.

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

En vue de la réalisation des objectifs environnementaux définis par la directive européenne 2000/60/CE, la loi modifiée du 19 décembre 2008 relative à l'eau fait appel au principe de récupération des coûts des services liés à l'utilisation de l'eau («Kostendeckungsprinzip»). Depuis le 1^{er} janvier 2010, le prix de l'eau résulte de la somme des coûts de conception, de construction, d'exploitation, d'entretien et de maintenance générés par les services du cycle urbain de l'eau.

ANALYSE ECONOMIQUE DES PROJETS DE CONSTRUCTION DES INFRASTRUCTURES D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE

Philippe Colbach, B.É.S.T. Ingénieurs-conseils



_Trinkwasserbehälter aus Edelstahl

Si la loi prescrit le principe de la récupération des coûts, le prix de vente de l'eau pratiqué par les communes ne tient dans bien des cas pas compte du coût véritable du service fourni. Ce comportement peut être expliqué par le fait que ces communes, soucieuses de l'autonomie qui leur est accordée, ne se sentent pas obligées de rentabiliser leurs services d'eau. En effet, les coûts d'amortissement et, avant tout, les charges de fonctionnement ne sont souvent pas facturés au consommateur. Cette tendance marque également le processus de planification des réseaux de d'approvisionnement communaux.

Avec la loi du 20 juillet 2017 portant modification de la loi du 19 décembre 2008, l'Etat s'est doté d'un instrument efficace pour encourager les communes à adapter leur tarification à la législation en vigueur. En effet, l'octroi de subsides à charge du Fonds pour la gestion de l'eau est lié à la condition que la tarification de l'eau du demandeur soit conforme aux dispositions de ladite loi.

Les nouvelles règles en matière de tarification de l'eau

Le coût complet des services liés à l'approvisionnement en eau potable inclut, outre les coûts pour les ressources (c.à.d. la taxe de prélèvement):

- _les charges d'amortissement synonymes de coûts de renouvellement des infrastructures,
- _les coûts de fonctionnement synonymes de coûts d'exploitation et d'entretien.

L'amortissement est calculé non pas sur base du coût historique de l'investissement, mais sur la base de son coût de remplacement actuel («Wiederbeschaffungsneuwert»). Ceci posé, les charges financières nécessaires au renouvellement courant des infrastructures («Instandhaltungskosten») sont estimées pour une année donnée sur base:

- _de l'étendue et de la composition du patrimoine immobilisé de l'opérateur,
- _de la valeur unitaire moyenne associée à chaque type d'équipement ou chaque grandeur caractéristique de ce patrimoine,
- _d'une hypothèse de durée de vie moyenne par type d'équipement.

Les valeurs unitaires de même que les durées de vie utiles indiquées par l'Administration de la gestion de l'eau sont périodiquement alignées sur le comportement technico-économique approprié en matière d'investissement durable («Sollwert») tout en tenant compte l'évolution technique ainsi que les exigences minima prévues par la réglementation en vigueur.

D'autre part, les coûts de fonctionnement comprennent les charges générées par l'exploitation et l'entretien des différents équipements de l'infrastructure.

L'analyse économique des projets d'infrastructure

La nouvelle politique tarifaire de l'eau a pour conséquence que les investissements opérés ont des répercussions financières directes pour le citoyen, contrairement aux investissements opérés au niveau des autres bâtiments communaux tels que les écoles, centres culturels, complexes sportifs, bureaux et autres immeubles communaux. Dès lors, dans le but d'assurer la durabilité de leurs investissements, les communes ont intérêt à soumettre leurs projets d'infrastructure à une analyse économique. Cette analyse permet au décideur politique de choisir la solution économique la plus favorable tout en prenant en compte d'autres facteurs techniques non liés à la rentabilité du projet, comme la fiabilité et la sécurité du service d'approvisionnement (reposer sur un double pilier) et les besoins de débit et de pression.

Le but de l'analyse économique est de comparer les variantes au niveau des:

- _coûts d'investissement à court terme = investissements nécessaires à la mise en place de l'infrastructure (premier investissement),

ALIMENTATION LOCALITE A - VARIANTE 1 : Maintien en service du réservoir local				
- VARIANTE 2 : Approvisionnement depuis le réservoir central				
ALIMENTATION LOCALITE B - VARIANTE 1 : Maintien en service du réservoir local				
- VARIANTE 2 : Approvisionnement depuis le réservoir central				
	Coûts d'investissement (hors honoraires hors TVA)		Coûts annuels imputables au prix de l'eau (hors honoraires hors TVA)	
Localité A - Variante 1	518 272 €	100%	64 299 €/an	120%
Localité A - Variante 2	735 882 €	142%	53 455 €/an	100%
Localité B - Variante 1	632 929 €	100%	85 089 €/an	170%
Localité B - Variante 2	723 800 €	114%	50 089 €/an	100%

_Bilan économique de l'exemple 1

_coûts annuels à long terme = coûts imputables au prix de l'eau incluant les amortissements financiers et les coûts de fonctionnement des infrastructures.

La considération des seuls coûts d'investissement n'offre qu'une vue temporelle limitée sur leur impact en termes de durabilité économique de l'investissement opéré. Ceci primo en raison des durées de vie inégales des différents types d'équipement, les conduites enterrées par exemple étant caractérisée par une durée de vie allant de 50 à 70 ans alors que la durée pondérée des ouvrages de stockage en surface se limite à 45 ans en moyenne. Secundo en raison de l'absence de considération des coûts de fonctionnement de ces équipements qui affectent durablement le budget communal et qui sont trop souvent ignorés lors de la construction de nouvelles infrastructures publiques.

Les études menées en l'amont de la transposition de la directive européenne montrent que les coûts de fonctionnement directs et indirects générés par les différents équipements du réseau entrent en compte à hauteur de 40 à 60% dans le coût annuel du service de l'eau. Par conséquent, la seule prise en compte des coûts d'investissement et, par conséquent, des charges d'amortissement omet une part déterminante grevant le budget communal.

Au stade de l'étude de faisabilité, l'ingénieur ne dispose généralement pas de données précises permettant d'établir une estimation des coûts de construction détaillée. Par analogie au mode de calcul du prix de l'eau, prix sur lequel se répercute le coût de renouvellement des investissements opérés, la comparaison peut être effectuée sur base de ces mêmes coûts de renouvellement et les durées de vies utiles moyens indiqués au le tableau de calcul du coût de revient de l'eau potable. Approche légitime, car cet exercice a comme finalité l'analyse comparative de coûts établis selon la même méthode et non l'établissement d'un devis estimatif des coûts de construction. Au besoin, les coûts du tableau sont complétés par des valeurs empiriques afin d'évaluer sommairement les coûts de construction respectifs.

Chaque élément génère, outre les charges d'investissement et d'amortissement, des coûts de fonctionnement spécifiques pour les opérations de contrôle, d'analyses, de mesures, d'entretien, de nettoyage, de désinfection et de purge ainsi que des frais

de personnel administratif et technique, des frais d'énergie et des charges informatiques et d'assurances. En l'absence d'une liste détaillée de ces charges et dans un esprit de simplification, les charges imputables sont généralement estimées forfaitairement à hauteur d'un pourcentage empirique de la valeur à neuf de l'équipement analysé, p.ex. 4,0% pour les captages de source, 0,5% pour les conduites d'adduction, 3,0% pour les réservoirs de stockage, 2,0% pour les conduites de distribution, pourcentages pouvant néanmoins présenter des variations selon le cas analysé. Finalement, il est nécessaire, le cas échéant, de tenir compte de coûts connexes tels que les coûts pour la mise en application des zones de protection des ressources, la taxe pour le prélèvement de l'eau, les coûts de traitement, les coûts de pompage et les coûts pour l'achat de l'eau auprès du fournisseur régional. Le planificateur dispose ainsi d'un instrument d'analyse comparative rapide de différentes variantes.

Lors de l'analyse de projet de construction ou de restructuration, il convient d'opter pour une solution technico-économique durable limitant tant les coûts d'amortissement (synonyme de coûts de renouvellement) que les coûts de fonctionnement (synonyme de points de maintenance et d'entretien). Les points de d'entretien et de maintenance mobilisent l'attention du service technique qui ne peut se consacrer aux autres missions qui lui incombent. Alors que les conduites d'adduction et de distribution enterrées à long durée de vie utile ne demandent que peu d'entretien (occasionnellement des purges et des désinfections), les ouvrages de stockages, points de maintenance et d'entretien vulnérables, nécessitent bien évidemment de nombreux travaux de contrôle et d'entretien variés.

Exemple 1

Comparaison économique entre le maintien de la situation actuelle (c.à.d. l'approvisionnement de deux localités par leur propre réservoir à réhabiliter et le maintien en service des conduites d'adduction pour approvisionner ces réservoirs) et l'abandon des réservoirs locaux et l'approvisionnement de ces localités depuis un réservoir central (entraînant une réduction du réseau d'adduction, mais en contrepartie la mise en place de nouvelles conduites de distribution maîtresses entre le réservoir centrale et les centres des réseaux locaux).

Il s'avère en toute logique que le maintien de la constellation actuelle (la majorité des infrastructures actuelles est

VARIANTE 1.1 : Réservoir unique, approvisionnement mélange eau de source / eau syndicale
VARIANTE 1.2 : Réservoir unique, approvisionnement exclusive en eau syndicale
VARIANTE 2.1 : Deux réservoirs, zone A approvisionnement mélange eau de source / eau syndicale, zone B approvisionnement exclusive en eau syndicale
VARIANTE 2.2 : Deux réservoirs, approvisionnement exclusive en eau syndicale

	Coûts d'investissement (hors honoraires hors TVA)		Coûts annuels imputables au prix de l'eau (hors honoraires hors TVA)	
Variante 1.1	2 980 000 €	170%	459 000 €/an	103%
Variante 1.2	2 010 000 €	115%	460 000 €/an	104%
Variante 2.1	2 270 000 €	130%	469 000 €/an	106%
Variante 2.2	1 750 000 €	100%	444 000 €/an	100%

_Bilan économique de l'exemple 2

maintenue en service) est sensiblement plus avantageux au niveau des coûts d'investissement à court terme. En revanche, l'analyse montre que l'abandon de la réserve locale, tout en sachant que la commune dispose d'une réserve centrale suffisante, génère des économies au niveau des coûts annuels de fonctionnement à long terme imputables au prix de l'eau.

L'investissement à première vue plus élevé de la restructuration présente une durée de rentabilisation de 20 resp. 3 ans. Alors que dans le cas de la restructuration de la localité de A, la balance ne penche pas forcément en faveur de l'abandon du réservoir local, la situation est sans équivoque dans le second cas.

Sans cette analyse économique, le client n'aurait pas disposé des données nécessaires pour prendre la décision qui s'imposait du point de vue technico-économique, mis à part le fait que la mise hors service d'un réservoir avec son plan d'eau à l'air libre élimine un point d'entretien et de maintenance de même qu'une source de pollution potentielle et sécurise ainsi le service de distribution d'eau potable.

Exemple 2

Comparaison économique entre le maintien en service de la ressource locale (investissement au niveau local pour renouveler les infrastructures de captage, de relevage et d'adduction) et son abandon (externalisation de l'investissement sous forme d'achat d'eau auprès du fournisseur régional, eau directement livrée dans le réservoir local). La source locale, pour le moment de bonne qualité, présente une dureté très élevée nécessitant un mélange avec une eau douce avant sa distribution afin d'obtenir une dureté finale inférieure à 20°df. En outre, la mise en application de la zone de protection risque de se heurter aux activités agricoles intensives dans presque la totalité de la zone concernée.

Pour des raisons de sécurité d'approvisionnement dépassant le cadre communal (système de double pilier, allègement de la pression exercée sur les ressources syndicales), le client fut tout au long de la procédure de prise de décision encouragé par l'Administration de la gestion de l'eau à maintenir en service la seule ressource locale. Ce principe ayant été adopté de commun accord, le choix s'est porté sur le statut quo consistant à maintenir la séparation des deux réseaux de distribution locaux afin de limiter les coûts d'investissement. Les coûts annuels à

long terme n'ont pas pesé dans la balance, car la période théorique de rentabilisation de l'ordre de 70 ans dépasse largement la durée de vie moyenne des infrastructures analysées. Dans cette prise de décision, les considérations sécuritaires l'ont emporté sur les facteurs technico-économiques qui ont été relégués au second plan.

Dans ce contexte, mentionnons que maintes communes qui exploitent des ressources présentant soit une qualité douteuse soit un déversement faible hésitent à investir dans leur protection (afin d'éviter les conflits avec les parties impliquées) et leur renouvellement (afin d'éviter les coûts d'investissement) et penchent plutôt vers leur abandon pur et simple pour s'approvisionner auprès d'un syndicat. Cette stratégie consiste à externaliser les investissements qui sont bel et bien nécessaires à la sécurisation du service de distribution d'eau potable tout en achetant au prix fort une capacité réservée auprès du fournisseur régional.

www.best.lu

www.eauxpotables.com

Kosten reduzieren, Werte erhalten

3p  Technologie



www.abes-online.com

ABES
PUBLIC DESIGN

Nach einer zweijährigen Planungsphase beginnen im Frühjahr 2018 die Arbeiten zum Bau des neuen Trinkwasserbehälters der Stadt Saint-Pierre auf der französischen Atlantikinsel Saint-Pierre-et-Miquelon. Das Ingenieurbüro B.E.S.T. Ingénieurs-conseils wurde von dem örtlichen Auftragnehmer R. Victorri A&MO mit der Planung der elektromechanischen Ausrüstung beauftragt. Der folgende Artikel umreißt die planerischen sowie technische Besonderheiten dieses Projektes.



ERNEUERUNG DER TRINKWASSERSPEICHERUNG DER FRANZÖSISCHEN ATLANTIKINSEL SAINT-PIERRE_

Philippe Colbach, Juliane Linz, B.E.S.T. Ingénieurs-conseils



Die Insel Saint-Pierre ist Teil des französischen Überseegebiets Saint-Pierre-et-Miquelon im Nordatlantik. Die kleine Inselgruppe besteht aus den beiden Hauptinseln Saint-Pierre (26 km²), welche den Großteil der insgesamt 6.300 Einwohner umfasst, und Miquelon-Langlade (205 km²) sowie weiteren kleineren unbewohnten Inseln. Das Gebiet ist das letzte Überbleibsel der französischen Territorien in Nordamerika.

Saint-Pierre-et-Miquelon gehört weder zur Europäischen Union noch zum Schengenraum, ist aber verfassungsrechtlich mit dem Mitgliedstaat Frankreich verbunden und gemäß dem Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union mit der Letzteren assoziiert. Es bestehen jedoch keine direkte Verkehrsverbindungen zu Kontinentalfrankreich. Sämtlicher Personen- und Warenverkehr wird über die benachbarten kanadischen Provinzhauptstädte Saint John's (Neufundland und Labrador) und Halifax (Nova Scotia) abgewickelt und erweist sich als zeitaufwändig und kostspielig. Wirtschaftliche Nachteile ergeben sich zudem aus der abgelegenen Insellage, der geringen Größe, den schwierigen Klimabedingungen sowie der wirtschaftlichen Abhängigkeit vom Fischfang und vom Tourismus.

Aufgrund dieser geografischen Abgeschiedenheit stehen die lokalen Behörden in der Pflicht, sämtliche für eine geschlossene Gesellschaft benötigten Infrastrukturen zur Verfügung zu stellen, z.B. Energieversorgung, Bildungseinrichtungen, Fürsorgedienstleistungen,

Gesundheitssystem, kulturelle Einrichtungen, Freizeitinfrastrukturen, internationaler Verkehrsanschluss etc., und dies für eine geringe Einwohnerzahl.

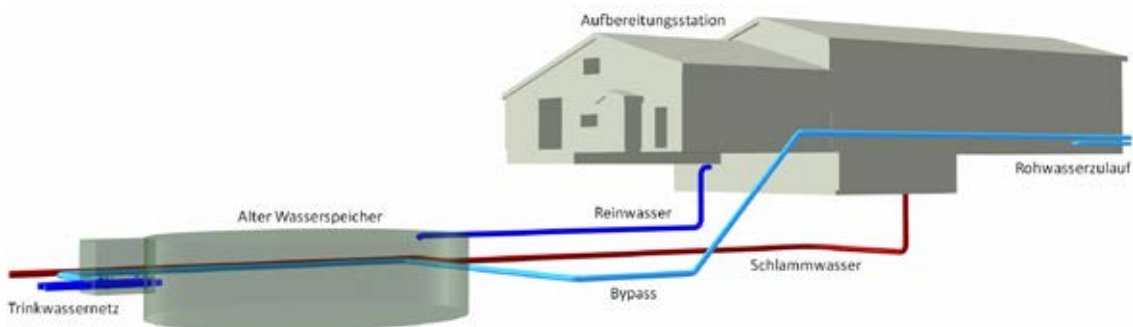
Trinkwasserversorgung von Saint-Pierre

Der Untergrund der Insel Saint-Pierre besteht aus einem wasserundurchlässigen, granitähnlichen vulkanischen Gestein mit einer verwitterten Deckschicht aus Mooren und Moostorfen. Er weist keine Grundwasservorkommen auf. Die Trinkwasserentnahme erfolgt aus in zwei Reservoiren gespeichertem Oberflächenwasser.

Seit Ende der neunziger Jahre hat die Stadtverwaltung die Erneuerung und die dringend notwendige Modernisierung der veralteten und nicht mehr zeitgemäßen Trinkwasserversorgung in Angriff genommen. Im Jahr 2000 ging die Trinkwasseraufbereitungsstation der Insel Saint-Pierre in Betrieb. Vorher wurde das durch huminstoffe braun gefärbte Oberflächenwasser unbehandelt verteilt. Die Aggressivität (pH<6, 2°fH) des Oberflächenwassers führte anfangs zu nachhaltigen Korrosionsschäden im kommunalen Leitungsnetz und den privaten Hausinstallationen. Mit Hilfe der Dosierung von Korrosionsinhibitoren am Ende des Aufbereitungsprozesses lässt sich diese Problematik mittlerweile gut beherrschen.

Die Verlegung des ursprünglichen Verteilernetzes erfolgte aufgrund der hohen Gesteins Härte in nur geringen Tiefen. Um das Netz vor Frost zu schützen werden die Verbaucher an Frosttagen aufgefordert die Hausanschlüsse kontinuierlich durchzuspülen (fr. coulage hivernale). Dies freilich in dem Bewußtsein, dass die winterliche Trinkwassertemperatur zwischen 0 und 2°C beträgt und es aufgrund dieses geringen Wärmegehalts enormer Wassermengen bedarf (ca. 500l/d und Einwohner) um die Frostsicherheit zu gewährleisten. Die Hausanschlüsse sind demzufolge nicht mit Wasserzählern ausgerüstet und die Verrechnung des Leitungswassers erfolgt über einen Pauschalbetrag. Das Verteilernetz wird seit 15 Jahren etappenweise erneuert und in frostsichere Tiefe verlegt. Der jährliche Wasserverbrauch ist infolge dieser Verbesserungsmaßnahme sowie Beseitigung von Leckagen und Aufklärung der Verbraucher von über 1.5 Mio m³ im Jahr 2001 auf heute 800.000m³ gefallen.

Das Rohwasser der beiden Réservoirs gelangt über zwei separate Zuleitungen in die zentrale Trinkwasseraufbereitung der Insel oberhalb des



_Trinkwassergewinnungsanlage von Saint-Pierre

Stadtgebietes von Saint-Pierre. Die Anlagenstruktur besteht im Wesentlichen aus der Aufbereitungsstation, einem darunterliegenden Spülwasserbecken sowie einem tiefer im Gelände angeordnetem separaten Wasserspeicher. Das Reinwasser fließt, nach Durchlaufen der einzelnen Reinigungsstufen über den Überlauf des Spülwasserbeckens in den Speicher. Ein Rohwasser-Bypass ermöglicht im Notfall eine Direkteinspeisung des unbehandelten Oberflächenwassers in das Versorgungsnetz.

Das gesammelte Oberflächenwasser enthält das ganze Jahr über Trüb- und Feststoffe, wobei aus den moorigen Bodendeckschichten der Insel eine extreme Braunfärbung des Wassers resultiert. Daher legt die Verfahrenstechnik der Wasseraufbereitung ihren Schwerpunkt auf die kolloidale Partikelabscheidung mittels Flockung, Sedimentation und Filterung. Die Flockungsmitteldosierung setzt eine geringe Schwankungsbreite der Rohwasserbeschaffenheit voraus. Zwei MID stellen über nachgeschaltete Stellventile ein gleichbleibendes Mengenverhältnis der beiden Rohwässer sicher, welche sich vor der Flockungsmittelzugabe in einem Mischbehälter vermengen. Da der pH-Wert das Ergebnis der Koagulation wesentlich mitbestimmt, erfolgt an dieser Stelle eine Anhebung des pH-Werts von 5,5 auf 8,5.

Eine darauffolgende, offene zweistraßige Aufbereitungsanlage in Kompaktbauweise vereint die Verfahrensschritte der Flockung, Sedimentation und Filterung. Nach dem Durchlaufen der Filterung als letzter Reinigungsstufe sowie Chlordioxid-Desinfektion sammelt sich das Reinwasser zunächst in einem Zwischenbehälter unterhalb der Aufbereitungsstation, welcher das Spülwasser der Filterrückspülung bevorrätet, um danach über einen Überlauf dem alten Wasserspeicher zuzufließen.

Der Verzicht auf eine zweite redundante Kammer sowohl beim Spülwasserbecken als auch beim Wasserspeicher hat hinsichtlich der Betriebssicherheit, aber auch den Reinigungs-/Wartungsarbeiten und somit für die hygienischen Verhältnisse weitreichende Konsequenzen. Eine Außerbetriebnahme des Spülwasserbeckens zieht den Stillstand des Aufbereitungsprozesses nach sich, eine Außerbetriebnahme des Wasserspeichers bedeutet sogar den Ausfall der Wasserversorgung für die gesamte Bevölkerung der Insel Saint-Pierre. Während



_Bestehende Aufbereitungslinie

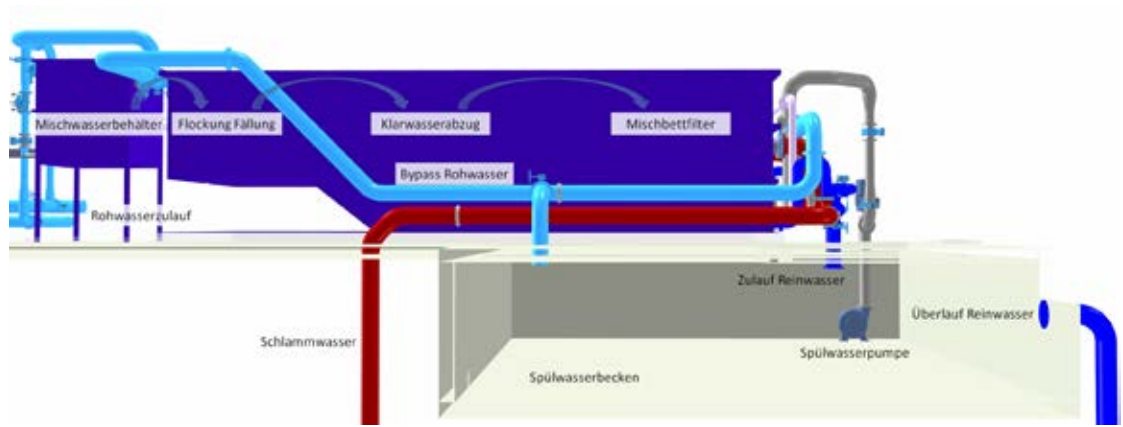
demzufolge eine Reinigung des Spülwasserbeckens nur sporadisch erfolgt, befindet sich der Wasserspeicher seit seiner Fertigstellung im Jahr 1958 offenbar durchgehend in Betrieb. Darüber hinaus erschwert die Anordnung der Spül-/Betriebspumpen im Spülwasserbecken etwaige Unterhaltungsarbeiten beträchtlich, zumal der Einstieg direkt über der freien Wasseroberfläche jeglichen hygienischen Vorschriften widerspricht.

Erneuerung der Trinkwasserspeicherung

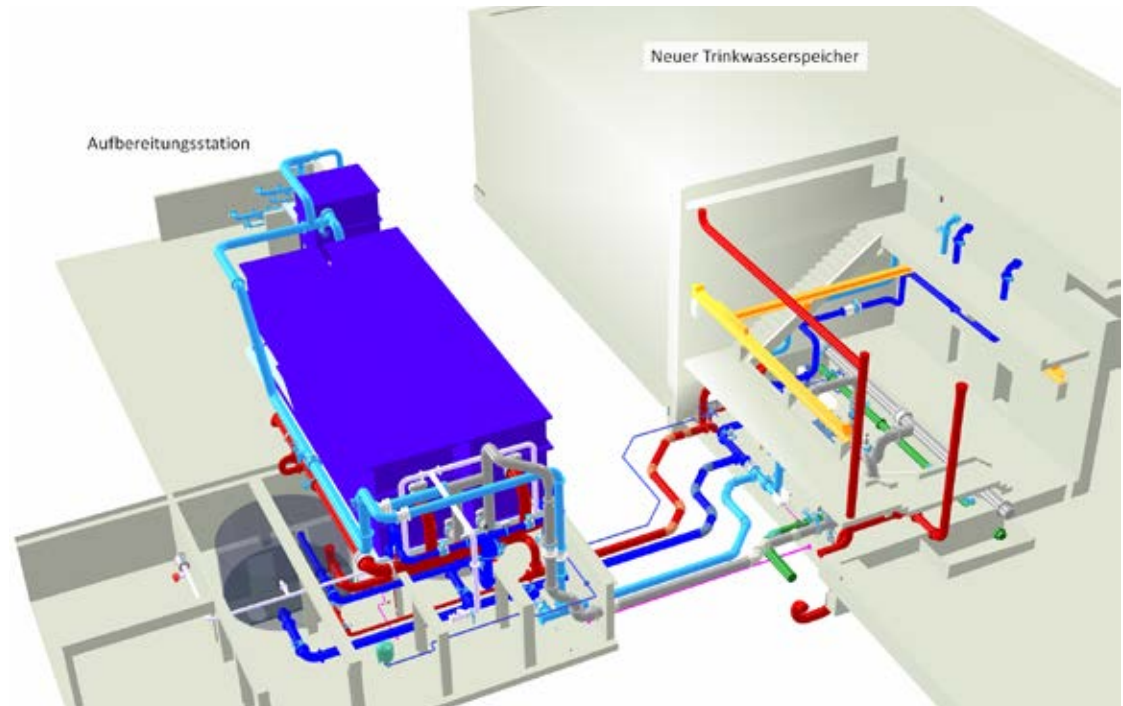
Diese Konstellation in Verbindung mit der veralteten Technik und der hygienisch zweifelhaften Bausubstanz des Wasserspeichers bzw. Spülwasserbeckens gaben den Anstoß die Planung eines neuen Behälters mit zwei Wasserkammern à 1.600 m³ Speichervolumen und bedienerfreundlicher Anordnung aller relevanten Aggregate nach den heute geltenden Regeln der Technik in die Wege zu leiten.

Die örtlichen Gegebenheiten ließen eine Platzierung des neuen Behälters ober- oder unterhalb der bestehenden Aufbereitungsstation zu, wobei in Hinblick auf den besseren Versorgungsdruck im Netz letztendlich dem höher gelegenen Standort der Vorzug gegeben wurde.

Die Planung der maschinentechnischen Einrichtung des neuen Behälters hatte substanziellen Randbedingungen Rechnung zu tragen. Aus dem Alleinstellungsmerkmal der Station, welche die einzige Wasserversorgungsquelle der Insel darstellt, resultiert die strikte Forderung während der gesamten Bauphase einen unterbrechungsfreien Betrieb der



_Bestehende Aufbereitungslinie



_Einbindung des neuen Behälters in das bestehende System

Trinkwasserverteilung aufrechtzuerhalten. Darüber hinaus musste die bestehende Aufbereitungsanlage sowohl unter funktionellen als auch anbindungstechnischen Gesichtspunkten in die Planung einbezogen werden. Schließlich ergaben sich bei der Rohrleitungsführung durch die fehlende Unterkellerung des Gebäudes und den generell sehr beengten Platzverhältnissen unzählige Zwangspunkte.

Nach intensivem Austausch mit dem örtlichen Auftragnehmer R. Victorri A&MO sowie eigener Bestandsaufnahme während zweier Inselaufenthalte entstand ein gemeinsames Planungskonzept welches den baulichen sowie den verfahrenstechnischen Anforderungen Rechnung trägt.

Der Kernpunkt der Problematik, die Integration des neuen Behälters in das bestehende System, ließ sich durch die konstruktive Einbeziehung des unterirdischen Spülwasserbeckens lösen. Durch eine Umfunktionierung dieses Beckens, welches den hygienischen Anforderungen nicht mehr entspricht, wird ein Verbindungsbauwerk zwischen Aufbereitungsanlage und Behälter geschaffen. Erdverlegte Leitungen überbrücken die Distanz zwischen beiden Bauwerken. Der neue Trinkwasserspeicher dient zusätzlich der Spülwasserbevorratung.

Da das höhergelegene Niveau der neuen Wasserkammern keinen gravitären Zulauf des Trinkwassers aus der Aufbereitungsanlage zulässt, überwinden zwei in der Schieberkammer des Behälters angeordnete Förderpumpen den geodätischen Höhenunterschied. Die notwendige saugseitige Wasservorlage sichern

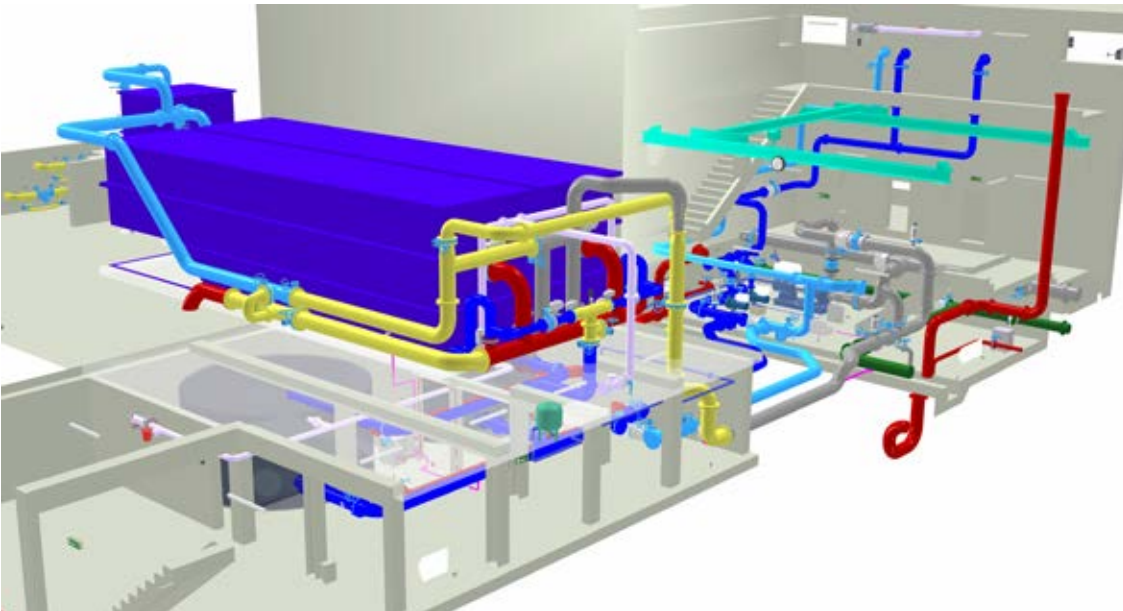
zwei geschlossene PEHD-Speicherbehälter in dem bisherigen Spülwasserbecken, welches nach seiner Komplettsanierung auch einen direkten Treppenzugang in die Aufbereitungsstation erhält.

Neben den Förderpumpen dient die Schieberkammer des neuen Behälters auch als Aufstellungsort der neuen Spül- und Betriebswasserpumpen. Die Anordnung sämtlicher Förderaggregate an einer gemeinsamen Stelle unter Beachtung einer bedienerfreundlichen Zugänglichkeit erleichtert nicht nur die Unterhalts- bzw. Wartungsarbeiten, sondern auch die Kontrolle und Überwachung der Maschinen. Alle Pumpen fördern in gleitender Betriebsweise mit Drehzahlregelung über Frequenzumrichter.

Die Ausserbetriebnahme und Umgestaltung des Spülwasserbeckens stellt hinsichtlich des Bauzeitenplans eine planerische Herausforderung dar, da die von der Stadtverwaltung auferlegte Bedingung einer unterbrechungsfreien Trinkwasserversorgung der Bevölkerung nahtlose Übergänge im Bauablauf voraussetzt. Das offene Zeitfenster für Erd- und Bauarbeiten ist indes durch das rauhe und windige Klima mit 120 Frosttagen im Jahr auf die Periode Ende April bis Mitte November begrenzt. Erschwerend kommt hinzu, dass sich aufgrund der isolierten Lage die Anlieferung zur Baustelle als zeitaufwändig und schwierig gestaltet und fehlende oder gar fehlerhafte Bauteile nicht ohne Weiteres angeliefert resp. ersetzt werden können.

Building Information Modeling

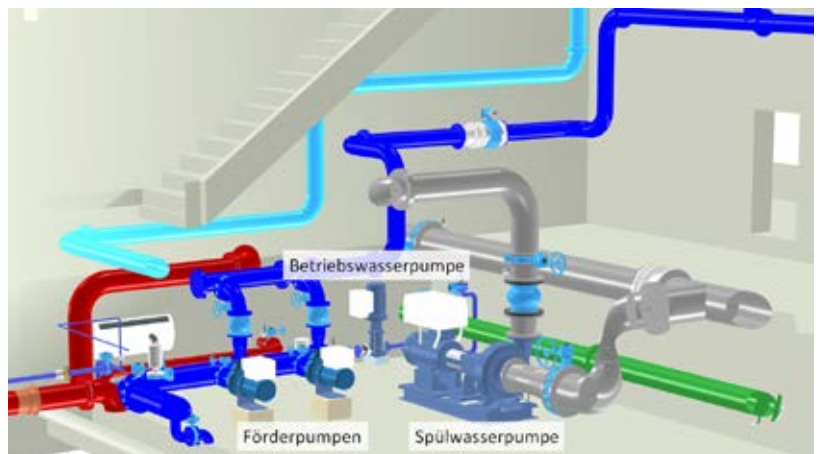
Durch die Komplexität des Gesamtprojekts, die



schrittweise gewonnen Erkenntnisse während der Bestandsaufnahmen, sowie die Aufteilung der Gewerke auf ein internationales Planungsteam, lag es in der Natur der Sache, dass es im Laufe der Projektentwicklung zu fortlaufenden Anpassungen kam. Diese hätten ohne ein gemeinsames digitales Bauwerksmodell zeitraubende und darüber hinaus fehleranfällige Adaptionen in den jeweiligen Fachplanungen zur Folge gehabt. Der IFC Austausch im Rahmen des Building Information Modeling ermöglichte allen Beteiligten die problemlose Integration der Aktualisierungen in die eigene Programmumgebung, Durchführung von Kollisionsprüfungen sowie Übernahme modellinterner Informationen.

Die 3D Visualisierungen leisteten während den Telefonkonferenzen über TeamViewer einen wertvollen Beitrag für die Verständigung. Die automatisierte Mengenermittlung sowie die 3D Darstellung der einzelnen Projekt- und Umbauphasen erwies sich gerade bei diesem Vorhaben als ein wichtiges Leistungsmerkmal des Building Information Modeling.

Obwohl die komplikationslose Zusammenarbeit aller Beteiligten im Projektteam die Effizienz der digitalen Modellierung eindrucksvoll vor Augen führte, bleibt im Bereich der Verfahrenstechnik noch immer eine Schnittstelle offen, nämlich die nahtlose Fortführung des Systems in der Bauphase. Die ausführenden Unternehmen erstellen im Anlagenbau die definitiven Montagepläne. Zum einen, um die individuellen Schweißkonstruktionen den endgültigen Bauwerksmaßen anzupassen, zum anderen, um eventuell von der Ausschreibung abweichende gleichwertige Fabrikate in die Pläne einzuarbeiten. Genau an dieser Stelle kommt es in der Regel zum einem Bruch in der bis dahin durchgängigen Planungskette. Durch die Bandbreite der handelsüblichen 3D Programme verwendet der Ausrüster selten die gleiche Software wie der Planer. Auch wenn diese über eine IFC-Schnittstelle verfügt, geht die Informationstiefe der technischen Daten verloren. Dies, sowie eine meist unterschiedliche Programmlogik, verhindert die uneingeschränkte Weiterverwendung des 3D Modells, was in der Regel eine komplette Neuplanung, mit allen daraus resultierenden Fehlerquellen nach sich zieht. Vor diesem Hintergrund wäre die Weiterentwicklung des Open BIM mit Integration der bereits in VDI 3805/ISO 16757 definierten statischen und dynamischen Produktmerkmale wünschenswert.



_Förderaggregate

Schlusswort

Aufgrund der geschlossenen Wirtschaft und der geringen Größe der Atlantikinsel Saint-Pierre-et-Miquelon wickeln die dortigen Architekten und Ingenieure selten vergleichbare Projekte ab. Sie stehen bei Ihrer Arbeit ständig vor der Bewältigung neuartiger Aufgaben. Diese Vielfalt fasziniert einerseits die innovativen Akteure auf dem lokalen Markt, zwingt sie jedoch auch dazu fehlende Kompetenzen durch internationale Zusammenarbeit auszugleichen.

Für uns stellte die Planungsphase dieses außergewöhnlichen Projekts nicht nur auf Grund des intensiven Erfahrungsaustauschs zwischen den internationalen Partnern, sondern auch wegen der von den üblichen Normen abweichenden Infrastruktur der Insel Saint-Pierre eine echte Herausforderung dar, deren praktischen Umsetzung wir mit Spannung entgegensehen.

www.best.lu

Consciente de la valeur de l'eau en tant que ressource vitale indispensable et limitée et de l'importance d'une eau saine et propre pour éviter les maladies, la Ville de Luxembourg s'investit tout particulièrement dans le domaine de l'eau potable dans des pays en voie de développement. En effet, elle dispose d'un savoir-faire précieux concernant d'un côté l'alimentation en eau potable et de l'autre l'assainissement des eaux usées.



Burkina Faso

L'OR BLEU

Nico Pundel, Ingénieur-directeur, Direction énergie - environnement, Ville de Luxembourg



© Ville de Luxembourg



© Ville de Luxembourg

Le Service des eaux de la Ville, ensemble avec la Croix-Rouge du Luxembourg et du Burkina Faso et l'ONG Pharmaciens sans frontières, a travaillé sur des projets dans deux communes rurales situées au nord d'Ouagadougou, capitale du Burkina Faso: Pabré et Dapélogo. Comme la Coopération luxembourgeoise a par ailleurs signé un accord général de coopération avec le Burkina Faso, le projet bénéficie aussi d'un soutien financier du gouvernement luxembourgeois.

De manière générale, les projets réalisés au Burkina Faso visent une amélioration des conditions de vie de personnes souffrant d'un accès insuffisant à l'eau potable et à des services d'assainissement de base, comme préconisé dans les «Objectifs du Millénaire pour le développement» (OMD).

Ces objectifs prévoient notamment:

- _un point d'eau par 300 personnes
- _une quantité d'eau minimale de 20 litres par personne par jour
- _une distance moyenne parcourue pour l'accès à l'eau potable de maximum 500 mètres
- _un temps moyen pour accéder à l'eau potable de maximum 30 minutes.

Dans les deux communes de Pabré et Dapélogo, composées chacune d'une trentaine de villages, il n'existait en effet que peu d'endroits où les habitants pouvaient aller

chercher de l'eau. Comme ces points d'eau étaient par ailleurs souvent loin de leur domicile, le transport de l'eau pouvait prendre jusqu'à 4 heures par jour, représentant une charge de travail considérable effectuée par les femmes et les enfants.

Afin de remédier à cette situation, la Ville de Luxembourg et ses partenaires ont construit des captages, des stockages et des distributions d'eau dans les deux communes. Au total, 8 AEPS (Alimentation en Eau Potable Simplifiée) alimentées par des forages de 80 m de profondeur et plus et équipés de panneaux solaires pour fournir de l'électricité aux pompes, ont été réalisées. Les forages alimentent chacun un château d'eau, desservant quelque 80 bornes fontaines par un réseau enterré en PE (poly-éthylène) ou PVC (polychlorure de vinyle), long de plusieurs km.

En plus de ces AEPS, 30 forages équipés de pompes à motricité humaine (PMH) ont été réalisés et 37 forages à petit débit aussi équipés de PMH, ont été réhabilités. Pour réaliser ces travaux à Pabré, la Ville a travaillé avec la succursale africaine du bureau d'études T&R Engineering; pour le village de Dapélogo, elle avait eu recours à un bureau d'études du Burkina Faso.

Le projet d'alimentation et d'assainissement de l'eau a été complété par la construction de plus de 2000 latrines, bâties ensemble avec la population burkinabé.



© Ville de Luxembourg

En plus des constructions, un travail de sensibilisation et d'organisation s'est révélé nécessaire, visant une amélioration des connaissances pratiques de la population en termes de santé hydrique et d'hygiène via des campagnes de sensibilisation, ainsi que la création d'un service technique auprès de la commune afin que ce dernier veille à la maintenance des différents équipements installés.

La réalisation des deux projets est terminée d'un point de vue de la construction. Par l'intermédiaire de la Croix-Rouge Burkinabé, la Ville reste cependant en contact avec les deux communes pour optimiser l'organisation autour de l'eau, sa distribution et la vente aux particuliers. Il est en effet important que la population paye pour l'eau afin de la sensibiliser quant au respect de cet élément tellement précieux en Afrique et de maintenir les équipements en place et en bon état.

Forts de l'expérience des deux projets finalisés et soucieux de continuer leur engagement dans les pays en voie de développement, les trois partenaires, Pharmaciens sans frontières, la Croix-Rouge luxembourgeoise et la Ville de Luxembourg, planifient actuellement un troisième projet. Dans un premier temps, il s'agit de déterminer la commune burkinabé qui connaît la situation la plus précaire en matière d'accès à l'eau potable, de conditions d'hygiène et de latrines. Ensuite, le nouveau projet sera présenté pour accord aux différents comités et au collège échevinal de la Ville: cette étape importante est prévue pour l'année en cours, avant la réalisation concrète de ce troisième projet de développement au Burkina Faso.

www.vdl.lu
www.croix-rouge.lu



© Ville de Luxembourg

La conduite d'eau, la canalisation, la conduite de gaz et les trottoirs assurent des services publics propres à l'espace urbain. La ville est présente, là où elle garantit ses services. Cette dimension caractérise tout le plan opérationnel du bourgmestre Gaston Diderich à qui incombait la tâche de structurer le territoire de la ville au lendemain de la fusion des communes. Dès 1920, les villages de Merl, Cessange et de Gasperich, Eich et Rollingergrund cessent d'être des localités de campagne. Ces infrastructures, renforcées d'un programme scolaire, de lignes de tramway, d'infrastructures sportives et sociales, de la construction d'un abattoir central et de plans d'urbanisation les convertiront en quartiers urbains¹.

HYGIÈNE, SÉCURITÉ, ESPACE_

Dr. Robert L. Philippart



© Dr. Robert Philippart

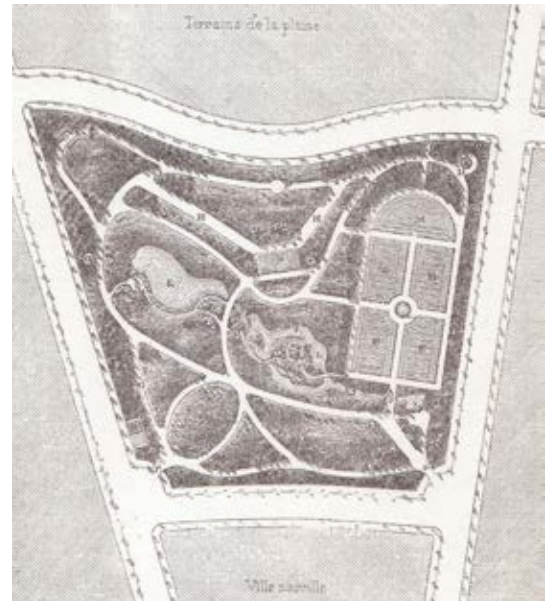
Aérer la ville

La loi du 21 mai 1868 qui autorise le Gouvernement à démanteler, urbaniser et aliéner les anciens domaines de la forteresse, énonce également la volonté d'aménager des places publiques et des jardins publics.²

Si la forteresse fut une entrave à une circulation rapide, elle fut aussi le meilleur exemple d'un manque d'hygiène et de salubrité. Humidité, endroits constamment à l'ombre, difficiles à entretenir et peu sûrs caractérisent l'ancien Gibraltar du Nord. Il faudra donc aérer la ville, dégager des lieux encombrés, aménager des places publiques (places du St Esprit, des Bains, du Puits Rouge, du Théâtre), réaménager les places existantes, telles que les Place d'Armes et Guillaume, aménager des parcs, enlever les murs qui empêchent une insolation optimale des rues, démolir les constructions dangereuses³. Suite à la création de nouveaux quartiers sur le front de la plaine et au plateau Bourbon, l'Etat et la ville, procèdent, jusqu'en 1937, à l'assainissement des vieux quartiers, à la ville Haute en élargissant la voirie existante (rue Monterey, rue de la Poste, rue du Fossé, rue du Rost, rue Large, rue de Clairefontaine) au Pfaffenthal et au Grund. La nouvelle qualité de vie doit gagner les vieux quartiers, afin que l'ancienne ville et la ville neuve n'entrent pas en situation de concurrence.

L'impact de la conduite d'eau

Un système de rinçage des rues introduit peu après le



© Projet d'aménagement du parc inférieur de la ville ANDRE, Edouard, L'art des jardins, tome, Paris, 1870

Traité de Londres de 1867, était la conséquence de la mise en place d'une conduite d'eau dès 1859⁴. Des trottoirs sont aménagés et un règlement d'entretien et d'aménagement calqué sur celui de la ville de Liège fut introduit.⁵ L'éclairage au gaz et à la conduite d'eau gagne progressivement les nouveaux quartiers sur le front de la plaine et assez rapidement ceux situés sur l'Avancée de Thionville (quartier de la Gare). C'est un service moderne qui par ailleurs met en valeur les terrains à vendre. L'aménagement d'une canalisation fait partie des cahiers des charges pour la construction.⁶ Les bains municipaux sont aménagés à l'emplacement de l'aile nord de la caserne de la Porte Neuve. L'architecte de la ville de Metz avait recommandé ce site proche du réservoir et de la pompe à eau de la ville.⁷ Des lavoirs sont construits respectivement réaménagés dans les villes basses⁸. Les projets d'aménagement du parc de la ville de Luxembourg, en 1871, prévoient la création de jardins creux avec plans d'eau et cascades à la hauteur du boulevard Royal (emplacement Banque Centrale) et à l'avenue Marie-Thérèse. La conduite d'eau et les pompes à eau ont permis d'intégrer ces étangs dans la création de ces «campagnes idéalisées» conçues par l'ingénieur

1 ADMINISTRATION COMMUNALE DE LA VILLE DE LUXEMBOURG, in Memoriam Gaston Diderich, 25 années passées au service de la ville de Luxembourg, Luxembourg, 1946, p.11-15.

2 MEMORIAL, Loi du 21 mai 1868, relative à l'aliénation de domaines de l'Etat, in Mémorial N°11, Luxembourg, 1868, p. 117.

3 Dans sa chronique du démantèlement de la forteresse, Jean Ulveling ne cesse de souligner ces mesures qui visent l'amélioration des conditions sanitaires de la ville (Notices historiques sur l'ancienne forteresse de Luxembourg, in P.S.H., Luxembourg, 1868-1880)

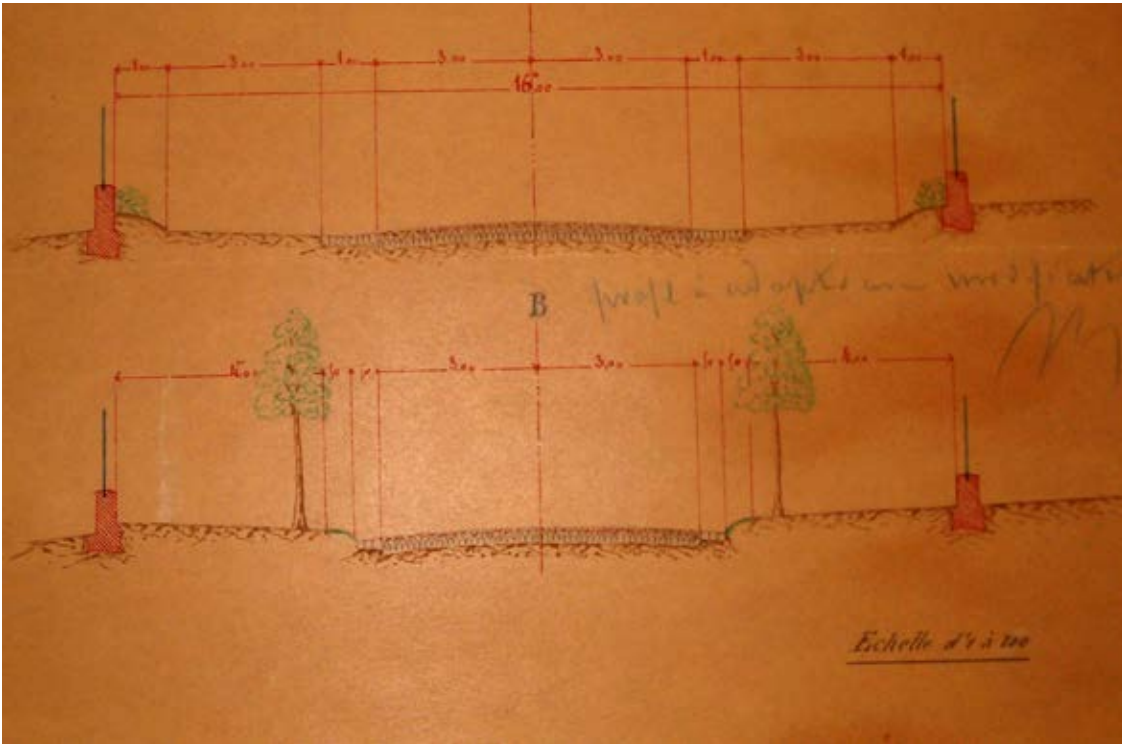
4 Bulletin communal, N°3, 1868, Luxembourg, 1868, p. 33.

5 ibidem

6 Conditions particulières de la vente des terrains au front nord-ouest de la place de Luxembourg, in Mémorial, journal officiel, N°10, Luxembourg, 1874, p.57.

7 A.V.L., LU/IV 1, C473.

8 KOLTZ, J(ean), P(ierre), Baugeschichte der Stadt und Festung Luxembourg, t.3, Luxembourg, 1951, p. 132.



© ANLUX, forteresse 1775-1917, N°385

paysagiste Edouard André⁹. En 1883, celui-ci réussit à faire agrémenter la place de la gare d'une grande fontaine à jet d'eau. Celle-ci est attestée par une carte postale montrant l'ancien chalet Dalle. En 1885, un bassin avec jet d'eau à la place Joseph II (Winston Churchill), devait marquer le centre du «quartier des villas» à construire «au-delà du parc». Ce volet du projet n'a cependant pas vu son exécution¹⁰. En 1916, la conduite d'eau rejoindra même le cimetière Notre Dame. La tradition de fleurir les tombes peut s'éclore. Les jardinières et des carrés fleuris embellissent les tombes jusque-là ornées de couronnes¹¹.

Promouvoir la sécurité des citadins

L'hygiène et la sécurité constituent le fil rouge des débuts de l'urbanisme au XIXe siècle.

Outre les alignements droits et les places créées sur la ceinture intérieure de la ville de Luxembourg (rue Aldringen- Bd Prince Henri), l'Etat va démolir la seconde porte du Breitenweg pour y aménager une place de jeux pour enfants¹². Au Pfaffenthal la création d'une place «Vauban» est en discussion.¹³

Tous les lieux mal éclairés ou sombres ou pouvant être propice au séjour de vagabonds ou être favorables à des actes allant à l'encontre des bonnes mœurs, sont éliminés autant que les endroits favorisés par des courants d'air. Le Bock avec ses arcades en fait partie,¹⁴ la tour du Bisserweg est partiellement démolie pour ces raisons, les ouvertures pour canons dans les remparts sont murées, l'escalier près du Chanclos (près de l'ascenseur du Pfaffenthal) est remplacé par un sentier.¹⁵ Même la promenade de la Corniche – «le plus beau balcon d'Europe», pour reprendre l'expression de Batty Weber – a été aménagée pour permettre aux voitures de pompiers d'approcher les immeubles situés sur le Breitenweg et difficiles à atteindre par cette rue. Ainsi, on va raser le bastion du Château de 5 à 6m de hauteur pour éviter trop de marches menant vers la promenade de la Corniche.¹⁶

Aménager des plateaux bien balayés par les vents

Les ouvrages de la forteresse présentaient des constructions et remparts élevés, des fossés profonds. En d'autres termes, les plateaux du front de la plaine et de l'Avancée de Thionville, ainsi que les hauteurs à l'est de la ville présentent un profil artificiellement accidenté¹⁷. Le fort Verlorenkost est transformé en plateforme dominant la vieille ville.¹⁸ Il s'agissait de convertir les emplacements



© Anlux, Projet d'aménagement d'un square à la place du théâtre, forteresse de Luxembourg H, N°369/1

des ouvrages de la forteresse en des terrains faciles à bâtir, d'aménager des boulevards et avenues aux pentes douces facilement carrossables.¹⁹ La plaine bien aérée crée un milieu propice à l'habitat, car c'est dans les fonds des vallées que les mauvais airs en provenance des industries ne peuvent être évacués, que les zones d'ombres et d'humidité sont les plus fréquentes.

Pour le tracé des avenues, c'est généralement la ligne droite fixée entre le niveau de la ville intérieure (ex. cour de la caserne Porte Neuve) et le point à relier à l'extérieur qui détermine le profil des nouvelles voies. Les terrains à lotir des deux côtés de la nouvelle voirie sont nivelés en conséquence. Ceci explique pourquoi certains ouvrages de la forteresse sont toujours à moitié debout dans leurs fossés remblayés. D'autre part, ces forts vont souvent servir en partie d'assise aux nouvelles constructions et voies de communication²⁰.

www.histoireurbaine.eu

- _9 PHILIPPART, Robert L., Edouard André (1840-1911) Allier l'art et la science in Die Warte N°23/2480, Luxembourg, 2015.
- _10 IDEM, La villa Foch, in La villa Foch, Luxembourg, 2012, p.36.
- _11 IDEM, La dernière demeure: les nécropoles de la capitale (2016) in Institut Grand-Ducal Section Arts et Lettres N°4/2015
- _12 ANLUX, forteresse 1175-1917, N°292.
- _13 Bulletin communal, Luxembourg, 1890, p.119.
- _14 IDEM, Luxembourg, 1874, p. 256.
- _15 ANLUX, forteresse 1775-1917, N° 358.
- _16 Ibidem, N°292
- _17 PAULY, Jos, Luxembourg, la forteresse éclatée Luxembourg, 1981.
- _18 ANLUX, H, N°380.
- _19 Les cahiers des charges décrivant les travaux à faire pour démolir les ouvrages militaires et pour aménager ces sites fournissent les détails de profils et pentes à aménager (A.N.L., H 368, 369, 374.)
- _20 ibidem.

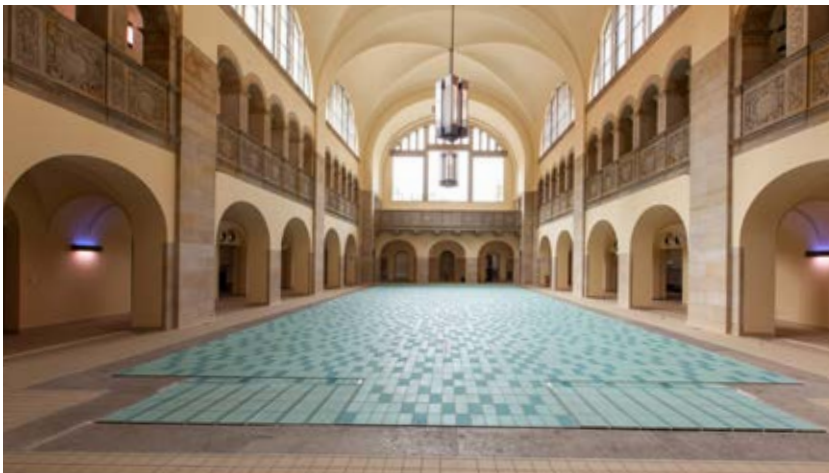
cpm architekten arbeiten seit 20 Jahren mit den beiden Schwerpunkten Büroausbauten und Revitalisierungen. Die Revitalisierung des Stadtbades Oderberger Straße hatte für Architekten, Bauherrn und Gebäude ein langes Vorspiel.



Berlin (D)

REVITALISIERUNG STADTBAD ODERBERGER STRASSE_

Mathias Jensch, cpm architekten gmbh



© cpm Architekten

In den Jahren 2004 – 2007 wurden die sieben Gebäude der ehemaligen Schule „Gustave Eiffel“ an der Kastanienallee in Berlin Prenzlauer Berg zu einem Campus für die GLS Sprachschule umgenutzt. Es entstanden 40 Lehrräume, 46 möblierte Apartments für die Sprachschüler, ein Restaurant, ein Bistro und Büroflächen. Das gut achttausend Quadratmeter große Grundstück wurde als parkartiger Campus mit ortüblichen Pflanzen und Aufenthaltsflächen gestaltet. Es war ursprünglich mit dem ebenso großen Nachbargrundstück des Stadtbades an der Oderberger Straße verbunden. Die beiden nach dem Krieg verbliebenen Flügel der Schule waren über die Zugänge links und rechts des Stadtbades zu erreichen – auf den Torbögen stand „Knaben“ und „Mädchen“. Architekten und Bauherrn hatten große Lust das prägnante Gebäude in den Campus einzubinden und wiederzubeleben.

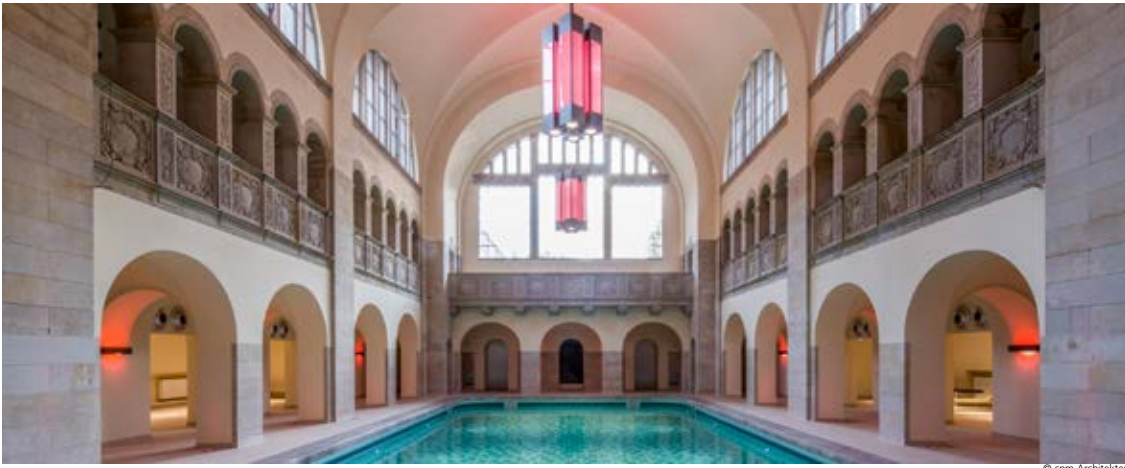
Das 8.600 Quadratmeter große „Stadtbad“ stand damals bereits zwei Jahrzehnte leer und verfiel. Es war von 1899 bis 1902 vom damaligen Stadtbaurat Ludwig Hoffmann geplant und im Stil der Neorenaissance erbaut worden. Wichtiger als das 20 Meter lange Schwimmbad waren seinerzeit die 125 Kabinen mit Duschen oder Badewannen die ebenso strikt geteilt nach Geschlechtern vermietet wurden, wobei der Männertrakt deutlich größer war als der Frauenflügel. 1936 wurden die Lichthöfe aus Platzmangel überbaut und das Schwimmbecken um 5 Meter auf „olympische“ Länge gebracht.

1985 verursachte der Bau des Betonschornsteins Risse im Beckenboden und führte zu dessen Schließung. Die Wannens- und Duschbäder wurden erst 1994 endgültig geschlossen. Nach 20 Jahren erfolgloser Versuche der Wiederbelebung überzeugten die GLS Sprachschule und cpm architekten in 2011 gegen zahlreiche Mitbewerber den Bezirk mit einem Konzept zur Sanierung inklusive Reaktivierung des Schwimmbades und der öffentlichen Zugänglichkeit.

Doch mit diesem begann die eigentliche Herausforderung: die zwischenzeitlich verwahrloste Volksbadanstalt sollte in ein zeitgemäßes Schwimmbad und 4-Sterne-Plus Hotel verwandelt werden und dabei den Betriebsansprüchen der Sprachschule, des Seminar- und Bankett-Betriebes für Sonderveranstaltungen genügen. Die Denkmalschutzbehörde war aufgrund der Prominenz und Einzigartigkeit des Stadtbades im Bezirk besonders sensibel. Es gab jedoch eine sehr konstruktive Zusammenarbeit der Fachbehörden unter Leitung des Baustadtrates.

Innere Werte – Beständigkeit & Freiheit

Gemeinsames Interesse von Architekten, Bauherrn und Behörden (alphabetisch) war der Erhalt von möglichst vielen historischen Elementen bzw. die Rückführung in den Zustand der Errichterzeit. Wir entschieden, die für die neuen Nutzungen benötigten Bauteile und technischen Einbauten möglichst in den bestehenden Strukturen zu verbergen. Die nun natürlich nicht mehr benötigten Bade- und Duschkabinen sollten dennoch erkennbar bleiben. Sie sind aus einem 1902 neuartigen System mit beidseitig glasierten Klinkern und innenliegenden Bewehrungsseisen hergestellt. Wenige konnten als Einzelunterrichtsräume genutzt werden. Hier sind die im Wandsystem eingelassenen Seifenschalen als Stiftablegen nutzbar. Für die größeren Seminarräume wurden ehemalige Kabinentrennwände entfernt und die mit den Klinkern angeformten Wandstümpfe mit U-Stählen verblendet. Da die Trennwände nur ca. 2m hoch sind, wurde der Anschluss an die Decken durch Glasteile ausgebildet, wodurch die Seminarräume ihren Raumabschluss erhielten, ohne die ursprüngliche Raumwirkung zu verlieren. Brandschutztechnisch und funktional notwendige Türen wurden als Glas-Stahltüren in die Flurwände gesetzt und die ursprünglichen (zu schmalen) Holztüren mit Lüftungslamellen daneben belassen und mit Glasteilen verkleidet.



© cpm Architekten



© cpm Architekten



© cpm Architekten

Die nicht mehr benötigten Holztüren wurden in den Hotelzimmern als Badezimmertüren wiederverwendet. Teilweise pur in der ursprünglichen Form als Drehtür mit Lüftungslamellen, größtenteils mit einem neuen Holzfrizies umrahmt und mit Glas verkleidet als Schiebetür.

Die Hotelzimmer verteilen sich auf verschiedenen Etagen im Vorderhaus (2.OG-DG), den ehemaligen Bade- und Duschkabinen von Männertrakt (ST-DG) und Frauentrakt (1.OG) sowie auf fünf neu eingebrachten Ebenen im „Wasserturm“.

Sie sind aufgrund der Gebäudestruktur alle einzigartig und oftmals sind Höhenunterschiede in Decke und/oder Boden vorhanden. Dem Anschluss an die Sprachenschule entsprechend haben alle Hotelzimmer komfortable Arbeitsplätze. Die Ausführungsplanung der Zimmer und besonders der Bäder war besonders aufwändig, da jede Wand einzeln beplant werden musste.

Im Dachgeschoss des Vorderhauses wurden zwei Apartments für 8 bzw. 4 Personen geschaffen. Die zwei Aufzüge wurden in ein 1936 rückgebautes Treppenhaus positioniert, einer führt mit 3-seitiger Isolierverglasung über Dach, wodurch alle Hotelzimmer im Vorderhaus, Männer- und Frauentrakt erreichbar sind. Das ehemalige Heizhaus ist als Raum erfahrbar geblieben, da hier ein Restaurant mit zwei Galerie-Etagen und Terrasse entstanden ist.

Kernstück des Projekts war und ist das Schwimmbad im Erdgeschoss. Ursprünglich mit 20 Metern Länge als Volksbad errichtet, wurde es unter Nationalsozialistischer Regierung auf 25 Meter Trainingslänge gebracht. Die bauzeitlich typischen Treppen als Zugang blieben erhalten. Im Zuge der jetzigen Restaurierung wurde die ursprüngliche Länge von 20 Metern wieder hergestellt und somit sowohl Lagerraum im Untergeschoss als auch ein Sammelplatz vor dem Becken für den Fluchtfall geschaffen. Das Becken wurden aufgrund der Risse im alten Becken und der für die Hubtechnik notwendigen ebenen Sohlplatte komplett neu erstellt und in das alte Becken "gestellt".

Die Beckenrandsteine aus Granit wurden komplett eingerückt und somit wiederverwendet und die Schwallwasserrinne entsprechend der Vorgabe im alten Becken neu erstellt. Die Farben der ursprünglichen Fliesen waren nicht eindeutig zu bestimmen, da es nur Schwarz-Weiß-Fotos aus der Errichtungszeit gibt. Sie wurden in



Zusammenarbeit mit der Unteren Denkmalschutzbehörde in grün-türkisen Tönen erarbeitet und in den historisch vorgegebenen Formen nachgebrannt.

Dieser Raum wurde bereits in den Zeiten des Leerstandes als Veranstaltungsort genutzt, der angesichts des maroden Charmes als typisch für das Nachwende-Berlin im Prenzlauer Berg galt. Während der Planungsphase wurde diese Nutzung weitergeführt und die Bauherrn bedauerten, dass dies zukünftig nicht mehr möglich sein wird. Mathias Jensch als Projektleiter recherchierte ein Hubboden-Scherensystem, was das Hochfahren des Beckenbodens binnen 20 Minuten auf Höhe des Randes ohne Ablassen des Wassers ermöglicht. Somit sind auch weiterhin Veranstaltungen mit bis zu 800 Personen möglich.

www.cpm-architekten.de

Technische Daten

Projekt: Sanierung und Umbau Stadtbad Oderberger Straße, Berlin – Prenzlauer Berg
 Urheber: cpm gesellschaft von architekten mbh
 Bauherr: GbR Oderberger Str. 57-59
 Standort: Oderberger Straße 57-59, 10435 Berlin
 Fertigstellung: September 2016
 Umbauter Raum: ca. 38.000m³
 Brutto-Geschossfläche: ca. 8.500m²

Votre
Bien-être
Notre
Métier



Salles de bains clé en mains

Toutes nos activités sur
www.mersch-schmitz.lu



Chauffage, climatisation, sanitaire

Contactez nous
Tél +352 380 501-1
info@mersch-schmitz.lu



C'est ici que commence votre journée.
Nous faisons en sorte que vous la
démarriez du bon pied !



Contrats de maintenance sur mesure pour secteur résidentiel, tertiaire et client particulier / Dépannages 24h/24-7j/7



Envie de rénover ou de transformer ?

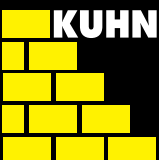
Vous avez envie de changer de décor? Kuhn Construction met à votre disposition une équipe de professionnels composée d'un expert en rénovation, d'un conseiller énergétique agréé et d'un architecte d'intérieur qui définissent avec vous un projet sur mesure en adéquation avec votre budget.

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.

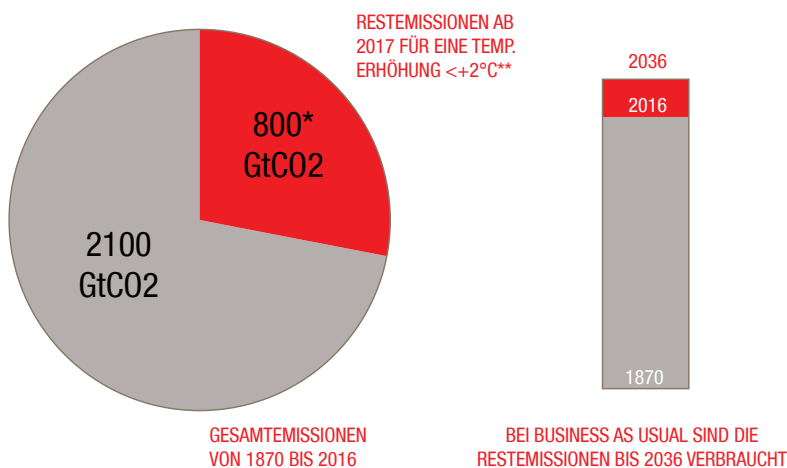
Informations et demande de devis gratuit sur www.kuhn.lu
ou en téléphonant au (+352) 43 96 13-1



Die Revue Technique hat das Thema Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft bereits in mehreren Beiträgen behandelt. Jedoch stellt sich die Frage was die bisherigen Anstrengungen bewirkt haben und ob diese ausreichen. Wie viel Nachhaltigkeit braucht es global und national? Wie erreichen wir Nachhaltigkeitseffizienz? Und wie wird Nachhaltigkeit kontrolliert umgesetzt?

HERAUSFORDERUNGEN IM NACHHALTIGEN BAUEN - WIE SIEHT DIE UMSETZBARKEIT IN LUXEMBURG AUS?_

Ein zweiteiliger Exkurs von Pit Kuffer und Anouk Godelet



_Abb 1: Maximale CO₂-Emissionen für eine globale Temperatur < 2°C (vgl. [7])

Teil 1

Da die Themenfelder Nachhaltigkeit und Kreislauffähigkeit vielschichtig und vernetzt sind, werden im ersten Teil dieses Exkurses die Grundlagen vom nachhaltigen Bauen kurz vorgestellt und ein Status quo skizziert. Aufbauend auf einer umfangreichen Literaturanalyse, wird anschließend eine Antwort auf die Fragen „Warum braucht es Nachhaltigkeit?“ und „Wie können Gebäude ganzheitlich betrachtet werden?“ aufgezeigt.

Der zweite Teil zeigt, anhand von gebauten Beispielen, welche Maßnahmen zu nachhaltigen Gebäuden führen und wie diese umsetzbar sind.

Status quo

Die gegenwärtige kurzlebige und lineare Denkweise „Take - Make - Dispose“ [1] (entnehmen – produzieren – entsorgen) als Status quo der Wirtschaftsweise ist mittel- und langfristig nicht haltbar. Neben den negativen Auswirkungen für Umwelt und Mensch wird den Folgen für die Wirtschaft wenig Beachtung geschenkt. In einer „globalisierten“ Welt ist dieser Ansatz weder nachhaltig noch zeitgemäß [2].

Das Leitbild „Nachhaltigkeit“ findet fast in jedem Sektor Beachtung, auch in der Baubranche. Beim Begriff „Nachhaltigkeit“ (engl. „sustainability“) oder auch Neo-Ökologie handelt es sich um einen „Megatrend“, der seit seiner Einführung weltweit auf gesellschaftlichem und politischem Niveau vielseitig Verwendung findet [3].

Für die effiziente Realisierung nachhaltiger Verbesserungsmaßnahmen müssen die Ziele jedoch klar definiert werden und die Umsetzungen messbar bzw. vergleichbar sein. Die europäische Energierichtlinie 2012/27/EU definiert Energieeffizienz als „das Verhältnis von Ertrag zu Leistung“. Dieses Prinzip kann auch auf das nachhaltige Bauen übertragen werden. Hier gilt es nicht nur eine konkrete Zielsetzung zu definieren, sondern auch die Impakte zu quantifizieren.

Nachhaltigkeitskriterien

Nachhaltigkeit ist kein einseitiges ökologisches Thema, sondern beruht vielmehr auf den drei Aspekten Ökologie, Ökonomie und Soziales [4]. Bislang lag der Fokus bei Nachhaltigkeitsdebatten stark auf den Themen „Energie-Effizienz“ und „CO₂-Emissionen“. Dabei stellt die Verfügbarkeit von Rohstoffen mittelfristig ein viel dringlicheres Problem dar. Es geht nicht mehr nur darum Ressourcen zu schonen, sondern sie adäquat der Natur zu entnehmen, umzuwandeln und später wiederzuverwenden. Um eine ganzheitliche Sichtweise zu erstellen werden in diesem Exkurs die verschiedenen Themenfelder anhand der drei Nachhaltigkeitskriterien (Ökologie, Ökonomie und Soziales) erklärt und durch „Kreislauffähigkeit“ erweitert - frei nach dem Motto „Don't Throw anything away, there is no away“ [5].

Die hier vorgestellten Lösungsansätze basieren auf Annahmen der UN-Klimakonferenz (COP21) 2015 in Paris, die vorsehen die durchschnittliche Erderwärmung deutlich unter zwei Grad im Vergleich zu vorindustriellen Werten zu begrenzen. Damit dieses Ziel erreicht werden kann, dürfen weltweit bis 2050 maximal 800 Gigatonnen CO₂ freigesetzt werden (Abb.1) [6].

An dieser Stelle sei hingewiesen, dass es mehrere Berechnungsmodelle und Herangehensweisen für Emissionsobergrenzen gibt.

Bei dem in Abb. 1 vorgestellten Ansatz zur kontrollierten quantifizierbaren Emissions-Reduktion handelt es sich um ein vereinfachtes Verfahren das als Basis für ein weiterentwickeltes Modell dienen könnte.

Hieraus ergeben sich folgende Fragen:

_Warum braucht es Nachhaltigkeit, und wie viel?

_Welche Maßnahmen braucht es in der Bauindustrie?

_Wie können die nötigen Maßnahmen umgesetzt werden?

_Wie kann ein Gebäude ganzheitlich betrachtet werden?

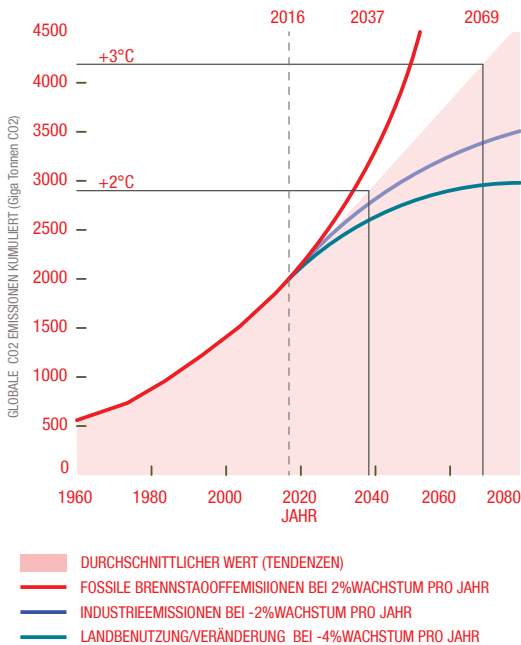


Abb 2: Globale CO₂-Emissionen und Prognose bis 2080 (in Anlehnung an [9]).

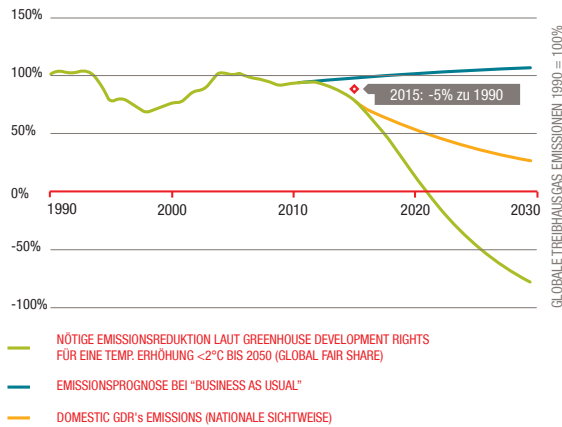


Abb 3: CO₂-Emissionen Luxemburg zur Erfüllung der Pariser Abkommen COP21 (in Anlehnung an [10]).

Warum braucht es Nachhaltigkeit, und wie viel?

Weltweit wichtige Megatrends wie die wachsende Weltbevölkerung, die Dynamik der Urbanisierung und die fortschreitende Technisierung führen dazu, dass u.a. das Verlangen nach Energie und Ressourcen künftig ansteigen [2]. Dies erfordert neben einem branchenübergreifenden Umdenken auch die Aufklärung des Verbrauchers und globales Agieren. Anhand der bereits erwähnten Nachhaltigkeitskriterien sollen im Folgenden die Auswirkungen und die Chancen des Wandels dargelegt werden.

Ökologie:

Gemäß der Klima Roadmap 2050 zur Erfüllung der Pariser Klimaziele COP21 müssten 2020 die globalen Treibhausgasemissionen ihren Höhepunkt erreichen und anschließend jedes Jahrzehnt halbiert werden [8]. Wenn die Menschheit weiter macht wie bisher wird die für 2050 festgesetzte Obergrenze bereits 2036 erreicht sein (Abb. 2). Überschüssige Treibhausgase mit technischen Hilfsmitteln einzufangen und anschließend einzulagern ist unsicher, da die Techniken bis dato nicht ausgereift sein werden und bereits zwischen 2020-2030 zum Einsatz kommen müssten. Der Beitrag Luxemburgs zur Einhaltung der Klimaziele könnte anhand der wirtschaftlichen Kenndaten in Relation zu den globalen Wirtschaftswerten berechnet werden. Ausgangspunkt sind drei Emissionsszenarien [10]. Zum einen die voraussichtlichen nationalen Treibhausgasemissionen ohne Gegenmaßnahmen, zum anderen die nötigen Treibhausgasreduktionen national sowie die globale "faire share" Sichtweise (Abb. 3). Auf Basis dieser Kenndaten können maximale Emissionswerte festgelegt werden die gezielte Gegenmaßnahmen ermöglichen.

Ökonomie:

Spätestens seit der Nachkriegszeit vor über 70 Jahren basiert der Großteil aller Wirtschaftssysteme auf der Annahme des ewigen Wachstums, sodass die Länder eine starke Wirtschaftskraft anstreben [11]. Auch das heutige luxemburgische Wirtschaftsmodell basiert auf dieser Wachstumsstrategie - Von einem Agrarland hin zu einem industriestarken, auf Stahl spezialisierten Sektor und letztlich zu einem weltweit führenden Finanzstandort [12].

Dieses Wirtschaftsmodell basiert auf der Annahme, dass Bodenschätze unendlich verfügbar, leicht abbaubar und preiswert sind [13]. Ein Ansatz der nicht mehr zeitgemäß

ist. So vertritt u.a. Tim Jackson den Grundgedanken, dass vorzugsweise Qualität und nicht Quantität eine Lösung sein könnte [11]. Übertragen auf alle möglichen Wirtschaftszweige könnte dies ein Umdenken initiieren.

Soziales:

Über 45% der Weltbevölkerung leben in Küstennähe [14]. Die Erhöhung des Meeresspiegels und die immer stärker werdenden Stürme könnten eine große Völkerwanderung auslösen. Laut Jahresbericht des UN-Flüchtlingskommissariats (UNHCR) waren 2016 weltweit mehr als 65 Millionen Menschen u.a. wegen Krieg, Armut oder Hunger auf der Flucht [15]. Der Ozeanograph Otis Brown schätzt, dass durch die Erhöhung des Meeresspiegels z.B. in Bangladesch 50-150 Millionen Menschen zu Klimaflüchtlingen werden könnten [16].

Die Folgen der Klimaerwärmung sind für Luxemburg schwer einzuschätzen. Jedoch sind neben den Wetterveränderungen auch Einflüsse auf Flora und Fauna zu erwarten. Darüber hinaus ist ebenfalls ein „Klimaflüchtlingsstrom“ zu erwarten, der die soziale Kohäsion vor ganz neue Herausforderungen stellen könnte.

Kreislauffähigkeit:

Im Gegensatz zum klassischen Wirtschaftsmodell das auf Wachstum und der unendlichen Verfügbarkeit von Rohstoffen basiert, sind die auf der Erde vorhandenen Ressourcen endlich. Erfolgt beispielsweise der Rohstoffabbau von Kupfer, welches größtenteils zur Herstellung von Kommunikations- und Stromleitungen verwendet wird, weiter wie bisher, werden die natürlichen Kupfervorkommen in ca. 32 Jahren erschöpft sein [17] (Abb. 4).

Ein bewussterer Umgang mit den Ressourcen ist demnach unumgänglich. Außerdem müsste die Wiederverwendung von Produkten stärker gefördert werden, damit gleichzeitig das Interesse steigen könnte. Der nachhaltige Wandel sollte jedoch nicht durch Unsicherheit vor Veränderungen ausbleiben da es hier ein großes Entwicklungspotential auf ökologischer-, sozialer- und wirtschaftlicher Ebene gibt.

Welche Maßnahmen braucht es in der Baubranche?

Das Bauen und Betreiben von Gebäuden macht 10 Prozent Energieverbrauch den größten Energiekonsumenten Europas aus und verursacht ca. 50 Prozent des Rohstoffabbaus [18]. Das Umdenken und Umsetzen einer nachhaltigen Politik muss, wie oben beschrieben, zeitnah passieren. Die Herausforderung besteht darin, etablierte

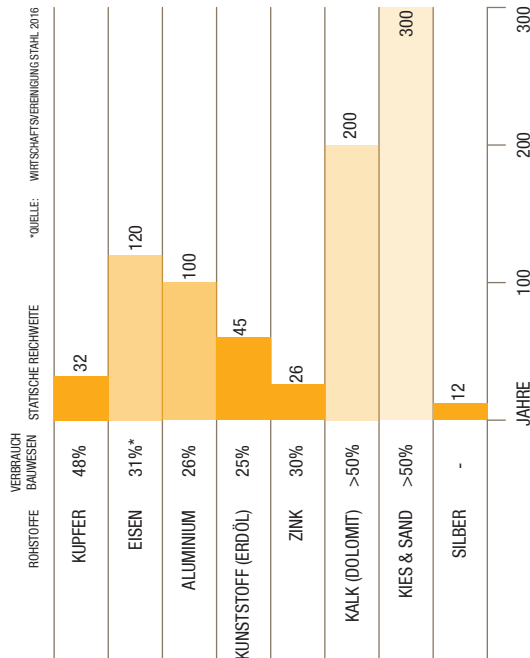


Abb 4: Statistische Reichweite wichtiger Rohstoffe im Bauwesen (vgl. [17])

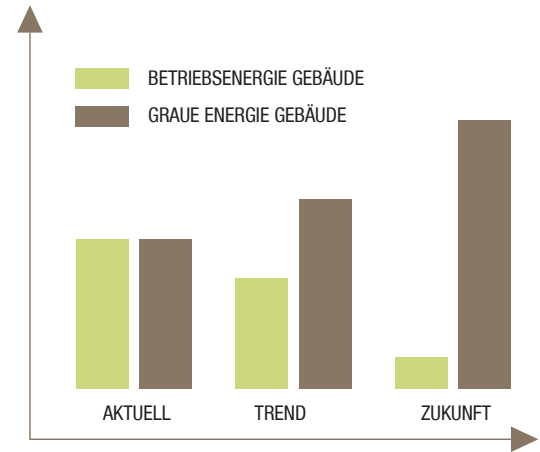


Abb 5: Verhältnis Graue Energie zu Betriebsenergie von Passivhausgebäuden (vgl. [23])

Denkmuster auszuweiten und neue Impulse einzubinden. Im Rahmen der Nachhaltigkeitskriterien werden anstehend einige Beispiele genannt.

Ökologie:

Wir haben kein Energieproblem, sondern ein CO₂-Problem das systematisch angegangen werden muss. Damit die drei Hauptziele der Klima- und Energiepolitik der EU – Senkung der Treibhausgasemissionen, Steigerung der Energieeffizienz und Anstieg der Nutzung erneuerbarer Energien [17] – bis 2030 erreicht werden können, darf der Fokus nicht mehr nur auf einer umweltschonenden Energieversorgung liegen, sondern vielmehr auf einer lebenszyklusorientierten und kreislauffähigen Bauweise, in der auch auf die Herausforderungen der Projektbeteiligten reagiert wird. Weiterführend müssten die verwendeten Materialien quantifiziert und die Baustoffe mit besonders hohem Treibhauspotential reduziert werden.

In Europa zählt der Bausektor mit 33% zu den größten Abfallverursachern. Der heutige lineare Bauprozess führt dazu, dass unzählige verbaute Stoffe beim Abriss entsorgt werden müssen und die Abfallströme zukünftig rasant steigen werden. Damit steht die Baubranche zunehmend unter Druck. [2]

Eine Möglichkeit dem entgegenzuwirken wäre eine ganzheitliche Betrachtung der Energie- und Materialströme eines Gebäudes – die Lebenszyklusanalyse LCA – welche bislang jedoch noch keine gängige Praxis ist. Darin wird nicht nur die Herstellung und die Nutzung eines Gebäudes (Ökobilanzierung) betrachtet, sondern auch sein späterer Rückbau (Kreislauffähigkeit der Baustoffe). Hier müssten konkrete Rahmenbedingungen zur kontrollierten Emissionsreduktion geschaffen werden wie dies in Luxemburg der Fall ist. Seit dem 1. Januar 2017 müssen dort neue Wohngebäude nach dem Passivhausstandard geplant werden. Mit dem zusätzlichen LENOZ Zertifikat will die Regierung u.a. eine neue Bauweise und den Einsatz gesunder sowie ökologischer Materialien fördern, um so die Schließung der Materialkreisläufe und die Abfallreduzierung zu garantieren. [18]

Ökonomie:

Neben der Finanzwirtschaft gehört die Baubranche zum zweitwichtigsten Wirtschaftszweig Luxemburgs. Das Abfallaufkommen beträgt hier 84%, was im Vergleich zur gesamten EU-28 mit 33% überdurchschnittlich hoch ist [19]. Bei Unsicherheiten in der Baubranche ist ebenfalls mit erheblichen gesellschaftlichen Problemen zu rechnen.

Daher ist es umso wichtiger bereits heute über neue und nachhaltige Geschäftsmodelle nachzudenken. Ein Modell das sich in Zukunft in der Baubranche etablieren wird wäre das „Buildings as Materials Banks“, kurz BAMB [20]. Hier werden Gebäude für einen späteren Zeitpunkt zu Rohstofflagern. Das Denken in wirtschaftlichen Kreisläufen [21] eröffnet damit viele neue Möglichkeiten.

Soziales:

Gesellschaftlich findet der nachhaltige Wandel bereits teilweise statt. Nichtsdestotrotz gibt es große Herausforderungen. Einerseits die Vermittlung komplexer sozioökonomischer Zusammenhänge, denn ohne holistische Sichtweise kann der Nachhaltigkeitsgedanke nicht richtig umgesetzt werden. Andererseits die Reduzierung großer Wohnflächen sowie die gemeinschaftliche Nutzung von Innen- und Außenräume, die einen persönlichen und gesellschaftlichen Mehrwert schaffen.

Kreislauffähigkeit:

Bei der Definition effizienter Gebäude liegt der Fokus derzeit noch ausschließlich auf der Betriebsenergie – die Energie die ein Gebäude für den laufenden Betrieb benötigt. Die sogenannte graue Energie [22] – Energie die zur Herstellung und Transport von Baustoffen, der Errichtung des Bauwerkes und dem Rückbau notwendig ist – findet dagegen kaum Berücksichtigung. Abbildung 5 zeigt, dass die Herstellung eines Passivhausgebäudes heute genau so viel Energie braucht wie das Gebäude innerhalb von 50 Jahren für den laufenden Betrieb verbrauchen wird [23]. Ziel ist es, durch die Lebenszyklusbetrachtung und die präzise Dokumentation eines jeden Materials auch die notwendige Transparenz zu schaffen.

2010 wurden in Deutschland rund 121 Millionen Tonnen Baustoffe in Gebäuden verbaut [24], dies entspricht knapp 1.5 Tonnen je Einwohner. Könnten diese Baustoffe nach dem Gebäuderückbau vollständig wiederverwendet werden, würden große Mengen an Treibhausgasen vermieden, Ressourcen geschont und Abfall reduziert werden. Eine ganzheitliche Betrachtungsweise über den gesamten Lebenszyklus von Gebäuden eröffnet demnach enorme Chancen für eine zukunftsfähige Bauweise.

Wie können die nötigen Maßnahmen umgesetzt werden?

Erst die systematische Reduktion von Treibhausgasen

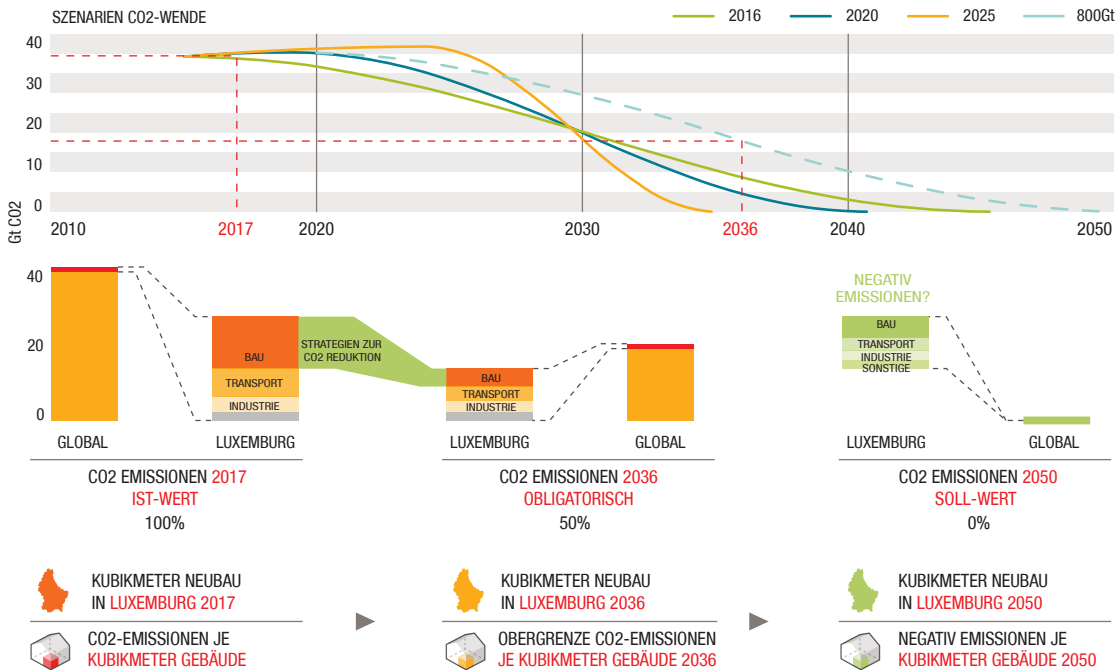


Abb 6: Quantifizierung und Festlegung maximaler Emissionswerte je Kubikmeter Gebäude zur Erfüllung des Pariser Abkommens (vgl. [25])

ermöglicht messbare Resultate die in Relation zu den Anstrengungen ausgewertet werden können. Emissionsreduktionen und die wirtschaftlichen Möglichkeiten können aufeinander abgestimmt werden.

Ökologie:

Der Passivhausstandard zur Reduzierung der Betriebsenergie ist bereits seit dem 1. Januar 2017 gesetzlich in Luxemburg vorgeschrieben. Durch die Quantifizierung der grauen Energie sowie die Wiederverwendung der Baustoffe könnten beachtliche Summen an Treibhausgasemissionen und Ressourcen eingespart werden.

Dies würde jedoch bedeuten, dass weitere Faktoren wie beispielsweise Grenzwerte für die graue Energie notwendig sind. Werte für die Gebäudeerrichtung sowie für den Rückbau sollten an den Energiepass gekoppelt werden. Die bereits erwähnte Klima-Roadmap und die damit verbundenen Emissionsreduktionen können mit Hilfe des Bruttoinlandsproduktes (GDP) auf die jeweiligen Länder umgesetzt werden, wie dies aus Abbildung 6 hervorgeht.

Die für Luxemburg ermittelten zulässigen Werte für Treibhausgasemissionen könnten nach Wirtschaftskraft anteilig auf die verschiedenen Wirtschaftsbranchen verteilt und nationale branchenabhängige Emissionsgrenzwerte definiert werden. Diese Werte, abzüglich der Betriebsenergie, könnten auf das jährliche nationale Bauvolumen bezogen werden (CO₂/m³ Gebäude). Unter Berücksichtigung der Wachstumsprognosen könnten bereits heute Emissionsgrenzwerte für die kommenden Jahre errechnet werden.

Soziales:

Wichtig wäre auch eine Sensibilisierung der Bevölkerung hinsichtlich der Treibhausgase, da es an alltäglichen Beispielen fehlt die Emissionen greifbar zu machen. Die Energie die beispielsweise für die Herstellung von 2,5 iPads [26] benötigt wird entspricht der gleichen Energiemenge für die Herstellung eines energiesparenden Gefrierschranks [27]. Die durchschnittliche Lebensdauer eines Gefrierschranks liegt bei 15 Jahren [28] wohingegen das Tablet nach drei Jahren [29] entsorgt wird. Ähnlich ist die Situation im Bauwesen, wo unzählige Mengen an Treibhausgasen zusammenkommen jedoch nicht wahrgenommen werden und dementsprechend wenig Aufmerksamkeit finden.

Schlussendlich muss sich die Gesellschaft von der Wertvorstellung „Neu ist besser“ trennen. Objekte, Materialien, Baustoffe, etc. bekommen mit der Zeit ihre historische und emotionale Bedeutung. So könnte zum Beispiel aus dem Bodenbelag des Hauses der verstorbenen Großeltern ein Tisch für die Enkelkinder entstehen. Dadurch entsteht eine andere Bindung zum Möbelstück als vergleichsweise der Neukauf eines Tisches.

Ökonomie:

Unternehmen suchen nach Kontinuität. Unvorhergesehene Veränderungen bringen wirtschaftliche Turbulenzen mit sich wodurch Arbeitsplätze verloren gehen könnten. Vorausschauende Berechnungen von Emissionsgrenzen lassen den Unternehmern ausreichend Zeit auf die bevorstehenden Veränderungen zu reagieren.

Weiter braucht die Umsetzung der systematischen Reduktion von Treibhausgasen Hilfsmittel die noch entwickelt werden müssen. Materialdatenbanken wie BAMB [20], die die Angaben zu Energie- und Materialströmen sammeln und eine lückenlose Dokumentation der technischen Ausführung eines Gebäudes garantieren, machen einen kreislauffähigen Rückbau erst möglich.

Kreislauffähigkeit:

Verzeichnet Luxemburg in den nächsten Jahren weiterhin eine hohe Baukonjunktur, können die einzuhaltenen Emissionsgrenzen wahrscheinlich nur dann erfüllt werden, wenn Baustoffe beim Rückbau nicht entsorgt, sondern wiederverwendet werden. Doch auch die Forschung an Alternativprodukten u.a. aus regionalen und nachwachsenden Rohstoffen oder Baustoffe die sich aus wiederverwendbaren Materialien zusammensetzen, gewinnt zunehmend an Relevanz.

Wie kann ein Gebäude ganzheitlich betrachtet werden?

In der Baubranche ist die Durchführung des Prinzips der Nachhaltigkeit unter dem Begriff „nachhaltiges Bauen“ zu verstehen und dadurch gekennzeichnet zu einer nachhaltigen Entwicklung beizutragen. Beim nachhaltigen Bauen wird daher nicht nur der Energieverbrauch betrachtet, sondern der gesamte Lebenszyklus eines Gebäudes. Auf globaler Ebene ist nachhaltiges Bauen in der Norm ISO 15392 festgelegt und bildet die Grundlage weiterer Normen wie z.B. die Nachhaltigkeitsbewertung für Gebäude (DGNB, LEED; BREEAM etc.) und die Umweltproduktdeklaration, welche in diesem Exkurs nicht weiter erläutert werden.

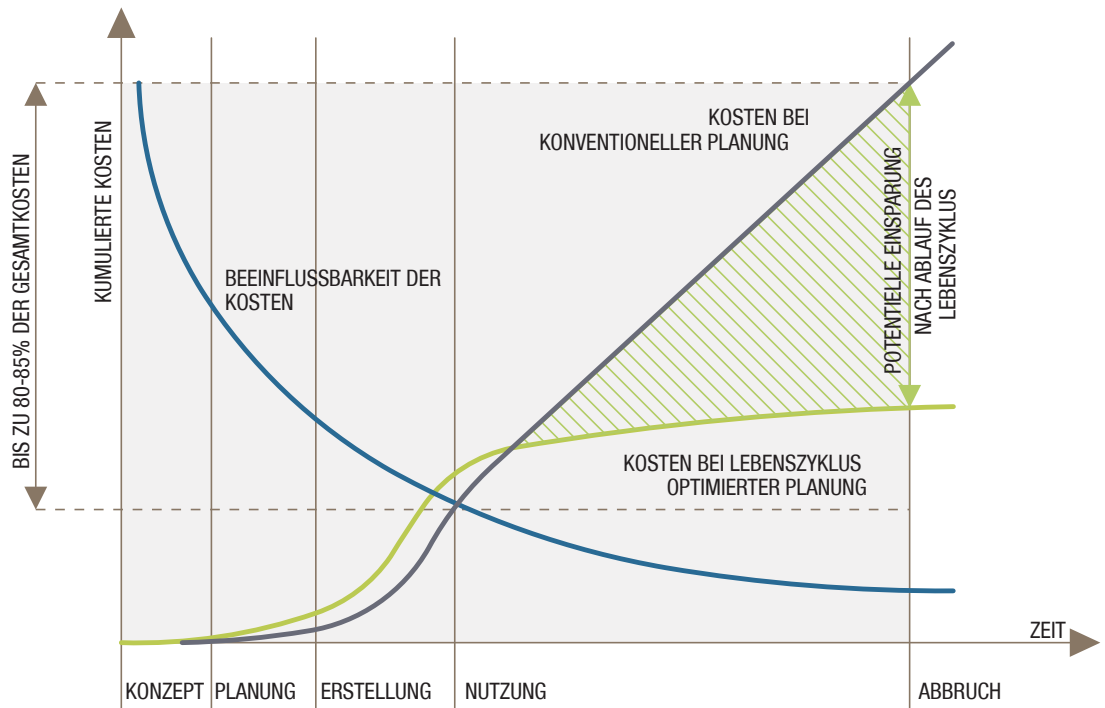


Abb 7: Planung- und Kostenoptimierung im Lebenszyklus (in Anlehnung an [30])

Die Lebenszyklusbetrachtung analysiert nicht nur die Herstellung und die Nutzung eines Gebäudes, sondern auch sein späterer Rückbau. Diese Methode entspricht den Grundprinzipien des nachhaltigen Bauens. Abbildung 7 zeigt, wie wichtig es ist bereits in einer frühen Planungsphase diesen Grundgedanken zu verfolgen. In dieser ersten Phase werden nicht nur die Konzepte zur Konstruktion und der Materialwahl erstellt, sondern auch das Energiekonzept.

Ökologie:

Eine erste ökologische Gebäudeoptimierung wäre die passive Maßnahme, also gebäudeintegrierte Lösungen wie Wärmedämmung, Sonnenschutz, Speichermasse, etc. So kann etwa die Gebäudehülle bereits während der Projektentwicklung computergestützt optimiert werden. Anhand eines 3D-Rechenmodells/ Simulationen lässt sich die Gebäudestruktur bereits vor der Detailplanung auf sämtliche Umwelteinflüsse analysieren und Optimierungen durchführen (Abb. 8).

Das Prinzip der Optimierung der Außenfläche zum Gebäudevolumen (A/V-Verhältnis) wird schon länger durch Fachplaner verwendet und liefert zusätzliche Anhaltspunkte über den späteren Energieverbrauch. Auch wenn hülflochenoptimiertes Bauen keineswegs zwingend vorgeschrieben ist, so sind die Auswirkungen auf den Energiebedarf im Betrieb nicht zu unterschätzen. Durch die Gebäudesimulation lässt sich auch der Verbrauch ermitteln und dadurch Einsparpotentiale erzielen. Für die Auswertung der Varianten bedarf es jedoch einer holistischen Betrachtungsweise. Es genügt nicht nur die Wärmeverluste zu minimieren, sondern vielmehr muss ein Gleichgewicht zwischen Energieeinsparung im Betrieb und der grauen Energie der eingesetzten Baustoffe geschaffen werden.

Die Auswertung aller Faktoren dient der Entscheidungsgrundlage für das weitere Vorgehen. Baukörper, Konstruktion und Materialien sollten bei Planungsbeginn so aufeinander abgestimmt werden, dass das Gebäude über einen möglichst langen Zeitraum ohne umfangreiche technische Unterstützung ein behagliches Raumklima bereitstellen kann. Der zweite konzeptionelle Schwerpunkt betrifft die aktive Zufuhr von Energie in Form einer effizienten Anlagentechnik und dem Einsatz regenerativer Energien. Dabei beziehen sich die hier genannten Maßnahmen nicht ausschließlich auf Neubauten. Auch im Bestand sollten vor einem

Umbau oder einer kompletten Sanierung Analysen zu Optimierungsmaßnahmen durchgeführt werden.

Ökonomie:

Die Berechnung der Gebäude-Lebenszykluskosten berücksichtigt grundsätzlich Kapital-, Betriebs- und Instandsetzungskosten (DIN18960). Die Rückbaukosten sowie der Baustoffrestwert werden darin noch nicht berücksichtigt da eine Bewertung auch bei kurzen Betrachtungszeiträumen schwierig ist. Eine Berechnung von Baustoff-Restwerten innerhalb eines Zeitraumes von 30 bis 50 Jahre erweist sich heute noch als problematisch. Jedoch könnten die Restwerte für das Erstellungsdatum beziffert und die Zahlen je nach Wertsteigerung der verschiedenen Baustoffe angepasst werden. Dennoch weist dieser Vorteile auf. Zum einen bekommen alle Projektbeteiligten ein Gefühl für den Wert der im Gebäude verbauten Stoffmassen, zum anderen kann der genaue wirtschaftliche Wert der das Gebäude im Laufe seines Lebens besitzt ermittelt werden. Dies wäre ebenfalls ein Anreiz für kreislaufwirtschaftliches Denken.

Soziales:

Bei der Lebenszyklusbetrachtung von Gebäuden spielt aber auch die soziale Komponente eine elementare Rolle. Aus diesem Grund hat auch die Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen (DGNB) 2015 eine zweite, unabhängige Bewertungsstufe (DGNB-Diamant) eingeführt die die soziokulturellen Qualitäten anhand der Angemessenheit, dem Kontext und der Grundrissgestaltung bewertet. Hierfür wurde eine unabhängige Kommission für Gestaltungsqualität gegründet. Die Wahrnehmung der soziokulturellen Verantwortung erfordert von allen Beteiligten eine gemeinsame gesellschaftspolitische Vision und Anstoß bei der Realisierung. Lineare Denkmuster müssen aufgebrochen werden. Auch wenn die Hilfsmittel zur Lebenszyklusbetrachtung mit zusätzlichen Herausforderungen einhergehen, dürfen die Systeme und Berechnungen nicht als zusätzliches „Laster“ aufgenommen werden. Das Ziel sollte immer der Nutzen und die Schaffung eines nachhaltigen Lebensraumes für Mensch und Umwelt sein. Wie das Denken in Kreisläufen und die teilweise komplexen Zusammenhänge vermittelt werden können ist demnach die spannende Frage. Auch stellt sich die Frage inwiefern Rohstoffgewinnung und soziale Faktoren vereinbar sind. Ist es sozial vertretbar, dass Rohstoffe an Orten abgebaut werden die für die

VARIANTEN GEBÄUDEAUSSENHÜLLE			JAHRESHEIZWÄRMEBEDARF (kWh/a)		BEMERKUNGEN / OPTIMIRUNGEN
01	INNENHOF OFFEN	MIT KELLER	96.832	100%	URSPRUNGSVARIANTE DESIGNPH DEFAULT WERTE
02		OHNE KELLER	90.796	94%	URSPRUNGSVARIANTE OHNE KELLER DESIGNPH DEFAULT WERTE
03	INNENHOF GESCHLOSSEN	MIT KELLER	71.362	74%	GESCHLOSSENER LICHTHOF DESIGNPH DEFAULT WERTE
04		OHNE KELLER	65.730	68%	GESCHLOSSENER LICHTHOF OHNE KELLER DESIGNPH DEFAULT WERTE
05	INNENHOF GESCHLOSSEN	MIT KELLER	55.718	58%	AUSSENWÄNDE U=0,1 (40cm ZELLULOSE) GLAS 0,53 / 0,53 STATT 0,5 / 0,8

_Abb 8: Energiekonzept – Einsparungen durch Volumenoptimierung

Bevölkerung von kultureller, historischer oder spiritueller Bedeutung sind?

Kreislauffähigkeit:

Bei der Betrachtung des gesamten Lebenszyklus wird nicht nur die Erstellung, der Betrieb, der Umbau oder der Rückbau eines Gebäudes analysiert, sondern auch die Wiederverwendung der Baustoffe. Durch diese Vorgehensweise kann eine neue Wirtschaftsweise - die Circular Economy (deutsch: zirkuläre Wirtschaft) vorangetrieben werden. Dieses Wertschöpfungskonzept geht nämlich von geschlossenen Stoffkreisläufen aus: „Reuse – Repair – Refurbish“, „wiederverwenden - reparieren - neu aufbereiten“ und soll zukünftig ökonomische Werte schaffen, den Rohstoffabbau minimieren und neue kreative Prozesse lancieren [2].

Innerhalb der biologischen und technischen Kreisläufe greifen viele Faktoren wie die Schadstofffreiheit, Fügung oder Lebensdauer von Bauteilen und Baustoffen ein. Auch die Anforderungen an die spezifische Materialwahl und die damit einhergehenden Baustoffformate oder statischen Spannweiten spielen eine bedeutende Rolle. Die Herausforderung liegt darin zu erkennen, wann ein angemessenes Optimum erreicht ist. Inwieweit ein Gebäude kreislauffähig sein kann lässt zurzeit schwer messen. Zukünftige Erfahrungswerte können jedoch helfen, die Kreislauffähigkeit der bestehenden Materialien zu verbessern (Learning for Future Buildings). Das funktioniert allerdings nur bei einer systemischen Dokumentation des Planungs-, Bau- und Betriebsprozesses die über die aktuellen Möglichkeiten von BIM (Building Information Modeling) hinausgeht.

Erste Ergebnisdiskussion

In der Einleitung wurde u.a. über die Problematik des weltweiten Rohstoffabbaus aufmerksam gemacht. Die Bauwirtschaft in Europa zählt mit ca. 50% des Rohstoffabbaus zu den größten Verursachern. Dieser enorme Ressourcenverbrauch generiert große Emissionen die den Klimawandel beschleunigen. Nur durch eine gezielte Ressourcenschonung kann dem entgegengewirkt werden. Aus diesem Grund steht die Baubranche heute zunehmend unter großem Druck.

Die Stoffmassen die in der Baubranche bewegt und verbaut werden können einen wichtigen Beitrag zur Reduzierung der Treibhausemissionen leisten. Hierfür müssen jedoch Baustoffe mit besonders hohem

Emissionspotential systematisch identifiziert und Alternativen gefunden werden.

Eine nachhaltige Baukultur bietet eine Vielzahl an Chancen an. So beinhaltet jedes Nachhaltigkeitskriterium (Ökologie, Sozialen, Wirtschaftlichkeit und Kreislauffähigkeit) zukünftige Möglichkeiten und Perspektiven, die es zu erforschen gilt.

Im zweiten Teil dieses Exkurses wird daher eine Lebenszyklusbetrachtung anhand von gebauten Beispielen durchgeführt. Damit soll aufgezeigt werden wie die Herausforderungen praktisch umgesetzt und nachhaltige, kreislauffähige Gebäude entstehen können.

Quellenverzeichnis

- [1] Ellen MacArthur Foundation, "Circular Economy Overview," Ellen MacArthur Foundation, 2017. [Online]. Available: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/overview/concept>. [Accessed: 01-Dez-2017].
- [2] A. Godelet, „Gebäude im Materialfluss. Wachsende Rohstoffe in einem realisierten Gebäude in Luxemburg – eine Zukunftsperspektive?“, Frankfurt University of Applied Sciences, 2017.
- [3] M. Griefahn and E. Rydz, "Der Grundwiderspruch der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie. Cradle to Cradle als möglicher Lösungsweg. Ansatzpunkte und strategische Potenziale von Kulturpolitik," Freie Universität Berlin, 2013.
- [4] I. Pufé, Nachhaltigkeit, UVK Verlag. Konstanz und München, 2012.
- [5] Don't Throw anything away, there is no away. [Online]. Available: https://i.designawards.com/submit/upload/2007/large/9-4608-11_IDA_widd_vrkas_kristofic.pdf. [Accessed: 03-Jan-2018].
- [6] Climate Change Synthesis Report, 2014. [Online]. Available: https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_All_Topics.pdf. [Accessed: 03-Jan-2018].
- [7] Detail Green. Global Carbon Project. 2016
- [8] CO2-arme Wirtschaft bis 2050 [Online]. Available: https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050_de
- [9] CDIAC. Global Carbon Project. 2016
- [10] Luxembourgs fair share in a climate constrained world report, 2011. [Online]. Available: <http://astm.lu/wp-content/uploads/2011/04/GDR-Full-Report.pdf>. [Accessed: 03-Jan-2018].
- [11] T. Jackson, Prosperity without growth, Second Edition,

Routledge, 2017, S.XXVI

[12] IMS Luxembourg, "Interview Etienne Schneider. Luxembourg: 1er pays à s'engager," SUSTAINABILITY IMS LUXEMBOURG MAG, Luxembourg, pp. 26–31, Sep-2015.

[13] European Environment Agency EEA, "Circular economy in Europe. Developing the knowledge base", Kopenhagen, 2016.

[14] World Ocean Review. [Online]. Available: <http://worldoceanreview.com/wor-1/kuesten/veraenderung-der-kuesten>. [Accessed: 03-Jan-2018].

[15] UNHCR Forced Displacements, 2016. [Online]. Available: <http://www.unhcr.org/dach/wpcontent/uploads/sites/27/2017/06/GlobalTrends2016.pdf> [Accessed: 03-Jan-2018].

[16] Arte. Dokumentar die Klimaspione von Paul Jenkins. 17.10.2017

[17] Statische Reichweite von Rohstoffen. [Online]. Available: <https://wertstoffblog.de/2016/11/16/rohstoffverknappung-wie-lange-reichen-unsere-rohstoffe-noch>. [Accessed: 03-Jan-2018].

[18] Chambre des Métiers Luxembourg, "Energie fir d'Zukunft: Zertifizierter Passivhaushandwerker," 2017. [Online]. Available: <http://www.cdm.lu/formation-continue/energie-fir-d-zukunft-plus/weiterbildungsprogramm-in-deutscher-sprache>. [Accessed: 20-Jun-2017].

[19] Eurostat, "Abfallstatistik," 2017. [Online]. Available: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Waste_statistics/de. [Accessed: 19-Jun-2017].

[20] BAMB. [Online]. Available: <http://www.epea.com/de/bamb-2/>. [Accessed: 03-Feb-2018].

[21] Definition Wirtschaftskreisläufe. [Online]. Available: <https://de.wikipedia.org/wiki/Wirtschaftskreislauf>. [Accessed: 03-Feb-2018].

[22] Definition Graue Energie [Online]. Available: https://www.energie-lexikon.info/grau_energie.html. [Accessed: 03-Feb-2018].

[23] D. Püschel und M. Teller, Umweltgerechte Baustoffe, 2013, pp.12-13

[24] Baustoffverbrauch in Deutschland. 2014. [Online]. Available: https://www.ioer.de/fileadmin/internet/IOER_Projekte/PDF/FB_E/Endbericht_REP.pdf. [Accessed: 03-Feb-2018].

[25] S. Rahmsdorf, Können wir die globale Erwärmung rechtzeitig stoppen, 2017

[26] Emissionen Herstellung iPad. [Online]. Available: https://images.apple.com/environment/pdf/products/ipad/iPadPro_12.9-inch_PER_June2017.pdf. [Accessed: 03-Feb-2018].

[27] Emissionen Herstellung Gefrierschrank. [Online]. Available: https://www.jema-net.or.jp/English/businessfields/environment/data/summary_consider.pdf

[28] Lebensdauer Kühlschränke. [Online]. Available: <http://homeguides.sfgate.com/expected-life-refrigerator-88577.html>. [Accessed: 03-Feb-2018].

[29] Lebensdauer Tablet. [Online]. Available: <https://www.deutsche-handwerks-zeitung.de/ab-schreibung-nutzungsdauer-fuer-notebook-betraegt-drei-jahre/150/3098/196145>. [Accessed: 03-Feb-2018].

[30] STATEC. 2011. Bilan Energetique par type de produits. p.10

Fenêtre avec verre plan,
la plus belle !



Fenêtre praticable pour terrasse



Fenêtre avec coupole,
la classique



Sortie de toiture
avec escalier
escamotable
intégré



FAKRO, LE PIONNIER EN SOLUTIONS POUR TOITS PLATS

Sortie de toiture
confortable



Stores intérieurs
pratiques
et pare-soleils
effectifs



Exutoire de fumée et de
chaleur, conforme à toutes
les normes en vigueur



Rehausses pour toute
la gamme des fenêtres



- ✓ Haute performance thermique avec coefficient $U_w = 0,64 \text{ W/m}^2\text{K}$
- ✓ Design irréprochable, vainqueur du Red Dot Design Award
- ✓ Affaiblissement acoustique global $R_w = 38(-1;-3) \text{ dB}$ et niveau sonore en pondération A de $L_{A} = 44\text{dB(A)}$
- ✓ Le plus grand assortiment de fenêtres pour toitures plates, même sur mesure

La mission du Luxembourg Science Center consiste à susciter l'intérêt du public et notamment des jeunes pour les sciences et technologies pour ainsi réduire le déficit croissant entre la demande et l'offre de talents technologiques et scientifiques dans l'économie.



L'APPROCHE INNOVANTE DU LUXEMBOURG SCIENCE CENTER DANS LA STIMULATION DES VOCATIONS TECHNOLOGIQUES ET SCIENTIFIQUES_

Nicolas Didier, Président Luxembourg Science Center



© LSC

Une constatation: le déficit croissant entre la demande et le manque d'offre de talents technologiques et scientifiques

Au Luxembourg on constate depuis quelques années un déficit croissant entre la demande et l'offre de talents technologiques et scientifiques. Ce déséquilibre est illustré de façon frappante par le nombre d'étudiants universitaires qui étudient les sciences informatiques et la programmation: 900 sur un total de 28.000 étudiants universitaires, soit seulement 3%. Le pourcentage de tous les étudiants universitaires dans les branches STEM (Sciences, technologies, engineering et mathématiques) dépasse à peine 13% alors que ce pourcentage pour l'économie digitale de demain devrait probablement tourner autour de 22%. Curieusement, certaines actions très louables des gouvernements successifs, comme par exemple la création de l'Université de Luxembourg, le LIST (Luxembourg Institute of Science and Technology), les initiatives ICT et de l'espace ne feront qu'augmenter la demande et donc encore aggraver le déficit de talents technologiques.

Alors comment parer à ce déficit? Il faut augmenter l'offre en enthousiasmant plus de jeunes luxembourgeois et luxembourgeois par les sciences et technologies.

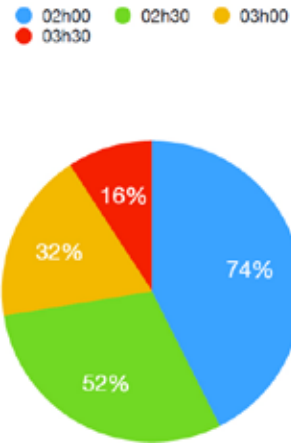
Il y a quelques années déjà les initiateurs du Luxembourg Science Center se sont penchés sur ce sujet et ont réfléchi, analysé et agi afin d'améliorer cette situation. Après avoir analysé les options disponibles dans les pays étrangers,



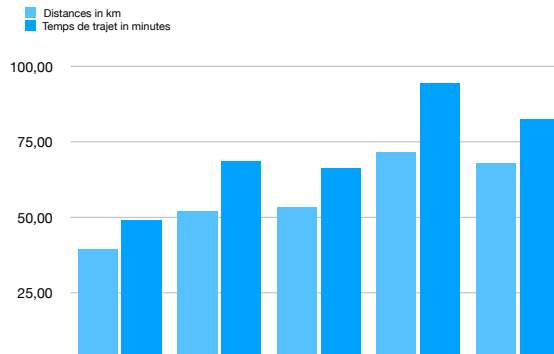
© LSC

notamment dans la zone OCDE, par des contacts et visites d'une soixantaine des plus importants Science Centers, la création d'une institution axée spécifiquement sur les questions d'orientation dans l'enseignement, et par là même vocationnelle et professionnelle, a été proposée. Cette approche se distingue des Science Centers traditionnels, trop orientés sur les théories des sciences, et rarement sur les applications scientifiques et techniques liées à la vie de tous les jours. Pour avoir un impact, il ne suffit pas d'être une plateforme d'exercice des quelques passionnés, mordus de sciences et de techniques: il faut transmettre cette passion aux jeunes dès leur premier âge ainsi qu'au public adulte, créant ainsi une croissance

Durée Visite | Pourcentage de tous nos visiteurs



Visiteurs: Distances et Temps de Trajet



exponentielle de l'intérêt pour les sciences. Le succès du Luxembourg Science Center avec ses quelques 25.000 visiteurs en quelques mois, est peut-être une indication que notre approche est la bonne!

Il faut savoir impressionner et enthousiasmer, rendre curieux pour amener les visiteurs à s'intéresser aux sciences dures. Imaginez-vous : sur un total de 2 millions de robots industriels dans le monde, il y en a 5 opérationnels au Luxembourg Science Center! Nos visiteurs apprécient de pouvoir retrouver un environnement réel, l'application de la science au quotidien, ce qui leur permet alors de mieux comprendre la partie académique. La preuve en est: Depuis l'ouverture en Octobre 2017 de la phase «proof of concept», telle que convenue avec les ministres responsables en mai 2014, nous aurons accueilli jusqu'à la fin de l'année scolaire 15.000 écoliers du fondamental et étudiants du secondaire. Le Science Center est ouvert tous les jours et depuis l'ouverture de la phase concept dans les locaux de la «Léierbud», anciennement l'école professionnelle d'ArcelorMittal à Differdange; on a frôlé et même dépassé plusieurs fois notre limite de 330 visiteurs par jour, tant avec des classes qu'avec le public général. D'ailleurs, il n'est pas inutile de noter que le public général passe en moyenne plus de 2½ heures par visite, 75% plus de 2 heures, 52% plus de 2½, 32% plus de 3 heures et 16% plus de 3½ heures! Nombreux sont les revenants et les visiteurs qui nous ont connu par «le bouche à oreilles» et représentent 25% de nos entrées. A noter encore que la moyenne de trajet aller-retour des visiteurs grand public est de 84km et 70 minutes en voiture. Ces indicateurs augmentant nous permettent de conclure que le nombre de visiteurs de la Grande Région évolue.

Comment impressionner, émerveiller tout en développant une passion durable?

Si les Science Centers traditionnels sont axés notamment sur l'explication de la science sur une base évolutive, historique et académique quoique ludique, la principale différenciation du Luxembourg Science Center est d'immerger le visiteur dans l'application dans la réalité qu'il connaît ou du moins, reconnaît. C'est ici que nos partenariats de développement des stations expérimentales avec les acteurs économiques comme Creos, ArcelorMittal, Fanuc, Cargolux, Telindus, pour n'en citer que quelques-uns jouent un grand rôle. Tandis que notre visiteur s'attend à être exposé à la complexité des sciences qu'il n'a peut-être jamais aimées, il se retrouve

Luxembourg Science Center	Autres Science Centers à travers le monde
Toutes équipées d'écrans tactiles	Tableaux explicatifs en prédominance
Multi-langues	Mono-langue
Équipement ajustable sur la taille des visiteurs et leurs handicaps	Néant
3 niveaux d'explications <ul style="list-style-type: none"> - illustration pour les enfants jusqu'à 10 ans manquant de vocabulaire technique ou pour les adultes intuitifs et pressés en temps - Explication pour le public général - Explication plus scientifique et académique pour les experts 	Un seul niveau pour leur visiteurs
Médiateurs scientifiques dans l'exploration pour faciliter l'expérience du visiteur	Généralement non disponible
Les stations expérimentales sont axées sur l'économie du futur, par exemple quatre d'entre elles sont dotées de robots industriels	Plus académiques, donc pas nécessairement conçues pour le grand public
Stations expérimentales conçues et construites en interne	Faites par des autres acteurs

«confronté» avec la simplicité et l'évidence. La surprise donc ! En plus, à cause de notre mission d'orientation professionnelle des jeunes vers les STEM, nos visiteurs adultes s'attendent à un royaume pour enfants, seulement pour découvrir que par l'application de certaines astuces, le contenu peut être absorbé par tous les âges, tous sexes confondus, des personnes sans notions scientifiques aussi bien que des chercheurs experts scientifiques: tout le monde y trouve à sa guise. Le Luxembourg Science Center possède plusieurs caractéristiques de différenciation se répartissant sur deux axes principaux: L'Exploration avec ses stations expérimentales ludiques et interactives et les salles thématiques, conçues pour développer un intérêt durable pour les sciences et technologies auprès des visiteurs qui permettent une expérience par thème. Ainsi les salles thématiques occupent 900m² soit 45% de l'espace scientifique total. Il me paraît surprenant que ce mélange équilibré de découverte en autonomie et des workshops accompagnés et dirigés, tant appréciée par nos visiteurs, n'ait pas encore été adoptée par nos confrères étrangers.

Différenciation dans le concept des stations expérimentales: quelques exemples...

Pour sensibiliser le visiteur, y inclus le néophyte en matière de sciences et technologies, il faut que ce dernier retrouve dans les stations expérimentales un objet, un événement ou un savoir qui lui soit familier. Au Luxembourg Science Center cet objectif est primordial et se retrouve par exemple dans les



© LSC

stations expérimentales suivantes:

Le moteur d'avion (avec le soutien de Luxair, Cargolux et Rolls-Royce)

Cette station «réelle» comporte un moteur à réaction Rolls-Royce qui a volé sur les Embraer ERJ 145 de la Luxair. L'écorché est représenté sur écran tactile grand format vectorisé et manipulable en grandeur et dans l'espace par le visiteur. L'expert, l'écolier ou l'étudiant trouvent leur part grâce aux lunettes à réalité virtuelle, un outil d'avenir dans la maintenance aéronautique. Le «cool» permet ainsi de repositionner le métier de «mécano» encore trop souvent perçu comme une profession manuelle peu attirante, dans le contexte de la complexité technique à haute valeur ajoutée du futur. Le visiteur moins engagé quant à lui y trouvera la sortie d'air chaude qui chauffe sa cabine lors de ses vols vacances et lui donne le confort auquel il aspire. En effet, l'air à -68°C entre dans le réacteur et après compression ultra-rapide s'échauffe en quelques secondes à $+200^{\circ}\text{C}$. Alors que la majeure partie de ce flux servira dans la chambre à combustion à la propulsion de l'avion, le restant, mélangé à l'air froid d'entrée créera la température ambiante confortable d'environ $+20^{\circ}\text{C}$ dans la cabine.

Le robot industriel jouant au kicker (baby foot)

Rares sont les gens qui ont eu le privilège de voir un robot industriel en action. Au Science Center ils peuvent mesurer leurs talents de joueur de baby-foot contre les technologies nouvelles, représentées ici par un robot industriel aux 164 mouvements par minute.

Le moteur linéaire (avec le soutien de Fanuc)

Les ascenseurs de demain ne pourront plus se passer de moteurs linéaires, remplaçant les câbles qui sont devenus désuets de par leur poids et la hauteur des bâtiments. Le futur est déjà présent au science center grâce au moteur linéaire en accélération 4G/ à la vitesse fulgurante de 145km/h!

Le robot multifonctionnel

Pour les musiciens ou les visiteurs qui sont avides de musique, jouer une mélodie au clavier permet de démystifier la programmation, puisque le robot va rejouer la mélodie du visiteur.

Le levier de voiture (avec le soutien financier de la Fondation Losch)

Encore une application étonnante: Grâce à un bras de levier de plus de 14 mètres (balançoire de 16.80m de longueur en tout) et le poids de la poutre (une poutrelle HEB de 83kg/m

reposant sur un HEM vertical), un enfant de 4 ans pesant une trentaine de kilos peu soulever une Audi Q7!

Différentiation par la création de workshops et shows thématiques

Les 10 salles thématiques soit 45% de la surface (les salles thématiques sont normalement inexistantes dans les autres Science Centers ou au mieux, ne représentent qu'entre 2 et 10% de la surface. Au Luxembourg Science Center, les shows sont animées par des médiateurs scientifiques de très haut haut niveau afin d'améliorer l'expérience.

_Sciences en Cuisine: un bel exemple de combinaison des sciences de la chimie, de la physique, de la biologie et des math. En plus, la cuisine est le seul hands-on «atelier» qui existe dans tous les ménages et où les expérimentations du Science Center peuvent être répliquées en mettant la main à la pâte à la maison.

_Math par le biais de ses applications telles que: Statistiques et probabilités par exemple

_Matériaux tels que les métaux, le bois, le verre, les plastiques et leurs utilisations dans la vie quotidienne, comme par exemple dans le secteur du bâtiment, leurs capacités thermiques, statiques, moléculaires, etc.

_Les Fluides ou workshop du thermo-dynamisme amenant les visiteurs dans les changements d'états du solide au fluide et dans les états gazeux ou vice-versa, les températures extrêmes et leurs applications, etc.

_Le labo informatique permet de sensibiliser le public et les jeunes sur les dangers de l'insécurité en démontrant à chacun sa vulnérabilité. Mais c'est aussi un haut-lieu de démonstration du besoin de connaissances informatiques dans quasiment tous les métiers de demain par la démystification de sa complexité perçue.

_La Chimie, déjà représentée en Cuisine et les Matériaux revient en force dans le workshop qui lui est spécifiquement dédié. Encore en construction, on y retrouvera par exemple, l'effet Casimir, la microscopie d'électrons dans l'acier produit sur le site sidérurgique juste en face, etc.

_L'optique, salle également sous construction, grâce à un support financier du FNR est une extension de l'application de la station scanners en 3D qui se trouve dans l'Exploration.

_L'acoustique et son workshop dédié aura sa chambre acoustique, construite dans les diverses approches appliquées dans le bâtiment et la décoration. De nouveau l'application et l'utilisation, au moins visuellement



© LSC

	En M ²
Exploration	1100
10 Salles thématiques	900
Restaurant/Cafeteria	100
Espaces généraux	1000
Exposition extérieur	200

_Tableau Léierbud (en M²)

familière à la plupart de nos visiteurs sera le teaser pour expliquer des phénomènes scientifiques.

_Enfin les deux labos de Biotechnologie et de l'Espace, en élaboration, seront eux aussi basés sur une approche applicative

Temps de rénovation et de mises aux normes du bâtiment:

_Partie salles thématiques et extension réception: 4 mois (Mai – septembre 2016)

_Partie exploration et extension: 5 mois (octobre 2016 – mars 2017)

www.science-center.lu

Quelques chiffres sur nos visiteurs:

Chiffres

Visiteurs depuis l'ouverture en 2017: >15 000

Total des visiteurs fin mars 2018: 25 000

Maximum de visiteurs par jour: 330

Durée de visite (public général): Moyenne 2 heures 40 Minutes

75% > 2 heures

52% > 2½ heures

32% > 3 heures

16% > 3½ heures

Distance et temps de trajet

aller/retour moyens 84km/ 68 Minutes

Progression de la Participation aux workshops thématiques

Octobre 2017: 50%

Février 2018: 62%



www.usm.com



Make it yours!

La forme suit la fonction : mobilier USM, un design intemporel et élégant qui s'adapte à tous vos besoins.

BUROtrend

5, rue de l'Eglise, L-1458 Luxembourg-Hollerich
Showroom USM: 5, rue Beck, L-1222 Luxembourg
Tél. +352 48 25 68 1, Fax +352 48 29 66
info@burotrend.lu, www.buro.lu



SOLUDEC

STATION D'ÉPURATION BLEESBRUCK

Depuis 1949, SOLUDEC construit au Luxembourg tous types de bâtiments et d'ouvrages d'art. SOLUDEC répond aux besoins des plus grands acteurs du développement (privés et publics) de tout le territoire luxembourgeois et agit en parallèle comme promoteur immobilier résidentiel.



www.soludec.lu

L'ART DE CONSTRUIRE

ANALYSIS OF A MASONRY BLOCK BASED ON LIGHTWEIGHT MISCANTHUS CONCRETE

PhD Candidate Patrick Pereira Dias and Ass.-Prof. Dr.-Ing D. Waldmann-Diederich



_Fig1: Miscanthus x giganteus in field¹

“Energy use in buildings and for building construction represents more than one-third of global final energy consumption and contributes to nearly one-quarter of greenhouse gases (GHG) emissions worldwide ¹. A growing population, as well as rapid growth in purchasing power in emerging economies and developing countries, means that energy demand in buildings could increase by 50% by 2050 ², while global building floor area is expected to double by 2050, driving energy demand and related GHG emissions for construction” (Global Status Report 2016, Global Alliance for Buildings and Construction UNEP).

These figures demonstrate the urgent need for new building materials and components which allow a considerable reduction of the CO₂ emissions. Within this research project, a new modular masonry block is developed which will be load carrying as well as highly insulating. Therefore different Miscanthus concrete mixtures are compared and the design of the masonry block is defined in function of the required thermal and mechanical properties.

Miscanthus x giganteus (Figure 1) is a natural reed-like grass originating from Japan and arriving in Europe through Denmark. It can be found in humid areas and can grow on barren grounds. This signifies that abandoned and polluted land can be used for this purpose. In addition, this plant is composed of many individual strands, which has a positive impact on its mechanical properties. These and other benefits make this organic material a very suitable



_Fig2: Fibres of Miscanthus x giganteus

aggregate (Figure 2) to develop a lightweight concrete which can e.g. be used in a masonry block.

As the masonry block will be used as a dry-stacked block without needing mortar in the horizontal interface between the different wall rows, the optimisation of the load transfer due to imperfect contact conditions and due to height differences between different blocks constitutes the most interesting scientific challenge.

www.contern.com

¹ http://www.prairiestarflowers.com/Prairie%20Bloom%20pages/Miscanthus_giganteus.html



Luxembourg (Lux)

CHANTIER CBL - ILOT A3 - GASPERICH_



L'îlot A3 représente la dernière phase de construction du site de l'îlot A et symbolise ainsi la conclusion du développement du projet. L'immeuble vient s'intégrer dans le dernier espace qui lui est attribué, en retrait des rue Charles Darwin et Bvd de Kockelscheuer.

L'immeuble reprend un complexe de 252 appartements répartis sur 6 «blocs» (ou lots) distincts (A.3.1 à A.3.6). L'immeuble repose sur 2 niveaux de sous-sols reprenant les caves, parkings et locaux techniques, ceux-ci disposant chacun leur accès respectifs à partir du tunnel de l'îlot A5.

Le concept général du projet est dans la lignée de ses prédécesseurs A1-A2-A4, c'est-à-dire que les différences entre les blocs se traduisent à travers un aspect des façades (/balcons) et de la serrurerie spécifique à chaque bloc.

La classe énergétique de l'immeuble est naturellement reconduite en AAA.

La surface totale de l'immeuble est de 31 350m² répartis sur 9 niveaux du sous-sol -2 à R+6, pour l'ensemble des blocs. L'emprise au sol couvre 5900m², l'infrastructure: 11.200m², et chaque niveau reprend en moyenne +/- 2900m² pour une surface totale en superstructure de 20150m².

www.cbl-sa.lu



Type de travaux: Entreprise Générale
 Délai d'exécution: 24 mois
 Maître d'ouvrage: GrossfeldDevelopments
 Architecte: SchemelWirtz Architectes Sàrl
 Bureau d'étude: ICB Sàrl
 Montant des travaux: 40 093 702,02€
 Exécuté par: CBL

EVENTS

AUSSTELLUNG

WOHNUNGSBAU IN BAYERN 1918 | 2018
15. 03. - 21. 05. 2018
 Architekturmuseum TU München



© Architekturmuseum Schwaben

Das Thema Wohnungsbau ist heute so aktuell wie vor hundert Jahren. Die Ausstellung aus Anlass des Jubiläumsjahres 2018 „Wir feiern Bayern“ widmet sich speziell dem Wohnungsbau im Freistaat Bayern im Kontext politischer Entscheidungen und Maßnahmen sowie wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Rahmenbedingungen. Raumkonzepte und architektonische Lösungen als Spiegel jeweiliger Lebensverhältnisse werden dabei ebenso dargestellt wie Bau- und Siedlungsprogramme – insbesondere zur Förderung des sozialen Wohnungsbaus im Freistaat und des Wohnens für eine breite Bevölkerungsschicht. Die Auseinandersetzung mit den Bautypen – vom Eigenheim, über die Kleinsiedlung und den mehrgeschossigen Zeilenbau bis zur Großsiedlung – führt den Blick nicht nur auf städtische Baumaßnahmen, sondern auch auf die ländlich geprägten Regionen Bayerns.

www.pinakothek.de

REEL 2018

20 - 23 septembre 2018 Bruxelles



La 34^{ème} édition de la Réunion Européenne des Étudiants Luxembourgeois
 Étudiant 4.0: La digitalisation du monde professionnel – Défis et opportunités

Europäisches Treffen der Luxemburger Studenten

Die Réunion Européenne des Etudiants Luxembourgeois (REEL) ist seit 1984 ein absolutes Muss für Luxemburger Studenten. Rund 150 luxemburgische Studenten aus ganz Europa kommen jedes Jahr im Herbst in einer europäischen Studentenstadt zusammen, um sich über Themen, wie das Studentenleben und die luxemburgische Hochschulpolitik auszutauschen.

Zusammen mit der ACEL, dem Dachverband der luxemburgischen Studentenvereinigungen, werden jedes Jahr neben für Studenten relevante Themen auch zahlreiche politische, wirtschaftliche und soziale Themen besprochen. Die REEL ist somit zu einer wichtigen Plattform für den Austausch zwischen Studenten und Akteuren aus Politik und Wirtschaft geworden.

Immer wichtiger wird auch der Kontakt zwischen den Studenten und den zukünftigen Arbeitgebern. So wird ein Nachmittag exklusiv den Partnern gewidmet, die die REEL finanziell unterstützen. Daneben werden den Teilnehmern auch Workshops, kulturelle Aktivitäten und Firmenbesichtigungen angeboten. Das „soziale Miteinander“ wird großgeschrieben und so sollen sich die Teilnehmer während der vier Tage, abseits des offiziellen REEL Programmes, auch besser kennenlernen.

www.reel.lu

CAN WE IMAGINE A WORLD WITHOUT MATERIALS?

22 - 23 may 2018 Metz



Materials have accompanied mankind along its long historical journey through time since the dawn of the Palaeolithic. The relationship has been fusional as materials have been used to make and help make homes, clothes, pots and pans, tools, machines, weapons, all the artefacts that distinguish human beings from animals. The connection with the environment has just been equally fusional as materials have been extracted out of natural resources – raw materials and energy,

and have helped shape the landscape, the countries and the cities for mankind to live in. This bond between materials and society will continue for a long time. Materials will continue to be ubiquitous. Material can even be found in the word dematerialization, a concept that questions the role that materials will play in society in the future. By materials, we mean all the materials which have become part of human life as History rolled on: lithic materials, biomaterials and especially wood, metals, from gold to silver and bronze to iron as well as more modern materials, i.e. the materials of today, born from the meeting of mankind's arts and crafts with its scientific view of the world: ferrous and non-ferrous metals, including steel, zinc, aluminum, copper, lead and tin, cement and concrete, plastics and composites, etc. The list covers most structural materials, but it can probably be argued that all materials should be included, as modern artefacts are a mixture of materials and functions at various levels of scale and complexity, for example in nano- and intelligent materials.

www.sovamat.org

PREIS

DETAIL PREIS 2018 AUSGELOBT

Einreichungen vom 3. bis 30. April 2018
 Preisverleihung am 16. November 2018



DETAIL lobt den internationalen DETAIL Preis 2018 aus und schenkt damit erneut der Bedeutung innovativer Details für das gestalterische Gesamtkonzept Beachtung. Entsprechend des Selbstverständnisses der Fachzeitschrift wird Architektur dabei in seiner Ganzheit definiert: Der Architekturpreis prämiert innovative Hochbauprojekte, herausragende Innenarchitektur und konstruktive Highlights.

Von 3. bis 30. April 2018 können Planer ihre weltweit realisierten Projekte jeglichen Gebäudetyps einreichen, die



Banner © ReIS (Expo Aqua quo vadis)

sich durch besondere Details innerhalb eines schlüssigen Gesamtkonzepts auszeichnen. Zusätzlich zum Hauptpreis werden in Anlehnung an die ergänzenden Formate der Zeitschrift DETAIL die beiden Sonderpreise DETAIL inside und structure – powered by DETAIL vergeben. Neben Architekten sind daher auch Innenarchitekten, Designer und Gestalter sowie Bauingenieure und Tragwerksplaner aufgerufen, sich mit ihren Projekten zu bewerben. Hinzu kommt auch wieder der beliebte DETAIL Leserpreis, der mittels Online-Voting von der DETAIL-Leserschaft vergeben wird.

Internationale Maßstäbe setzen Wie in den Jahren zuvor rechnet DETAIL erneut mit 350 bis 400 Einreichungen aus über vierzig Ländern. Aus allen Einsendungen nominiert die DETAIL Redaktion die überzeugendsten Projekte. In einem zweiten Schritt wählt eine hochkarätige und international besetzte Fachjury aus den Nominierungen die Preisträger des DETAIL Preises 2018 aus. Mitglieder der Jury sind neben der DETAIL Chefredakteurin Dr. Sandra Hofmeister außerdem Kjetil Tørdal Thorsen, Gründungspartner bei Snøhetta, Prof. Dr. Klaus Bollinger von Bollinger und Grohmann Ingenieure, Barbara Holzer von Holzer Kobler Architekturen sowie Prof. Dr. Philippe Block von der ETH Zürich als Gewinner des DETAIL Leserpreis 2016. Gewinner des DETAIL Preis 2016 war das Büro Sean Godsell Architects aus Melbourne, Australien, mit dem temporären Projekt MPavilion. Der DETAIL Sonderpreis inside wurde an Florian Busch Architects aus Tokyo für das Projekt K8 in Kyoto, Japan, vergeben. Den DETAIL Sonderpreis structure erhielten Knight Architects aus Melbourne für die Merchant Square Fußgängerbrücke in London. Der DETAIL Leserpreis ging an die Projektgruppe um die Schweizer Block Research Group für die Ausstellungsstruktur Armadillo Vault, Venedig, Italien.

Die Architektur feiern Im Rahmen einer öffentlichen Preisverleihung am 16. November 2018 in München werden die Gewinnerprojekte des DETAIL Preis 2018 ausgezeichnet. Diese werden außerdem auf der Weltleitmesse BAU 2019 in München im Januar 2019 präsentiert. Der Preis wird im zweijährigen Rhythmus von DETAIL in

Kooperation mit der Weltleitmesse BAU als Hauptsponsor sowie ideellen Partnern aus der Politik und Sponsoren aus der Industrie vergeben. Erklärtes Ziel des DETAIL Preises ist es, die Bedeutung von Architektur für die Gesellschaft hervorzuheben, die Rolle der Architekten in der Öffentlichkeit zu stärken sowie die Vernetzung von Architekten, Bauherren, Industrie und Politik zu fördern.

www.detail.de/detailpreis

AUSSTELLUNG

PETER BEHRENS - KUNST UND TECHNIK_

Ab 28. 04. 2018
LVR-Industriemuseum Oberhausen



© LVR-Industriemuseum

Im April 2018 jährt sich der Geburtstag des in Hamburg geborenen Künstlers und Autodidakten Peter Behrens zum 150. Mal. Dies ist der Anlass, ihm eine neu konzipierte Dauerausstellung in der 5. Etage des Peter-Behrens-Baus ab dem 28. April zu widmen. Peter Behrens zählt zu den bedeutendsten deutschen Architekten und war ein Pionier des modernen Designs. Sein künstlerisches Schaffen umfasst fast alle Bereiche der Gestaltung: Möbel, Keramik, Porzellan und Bestecke, Kleider, Tischdecken und Servietten sowie Gebrauchsgrafik und Plakate. Als Künstlerischer Beirat der AEG prägt er deren Corporate Design. Er wird zum einflussreichen Industriearchitekten und –designer. In Behrens' Atelier nahmen die Karrieren der späteren Bauhaus-Künstler Walter Gropius, Ludwig Mies van der Rohe und Adolf Meyer ihren Anfang. Le Corbusier zählte ebenfalls für einige Zeit zu seinen Mitarbeitern.

Kunst für die Industrie

Die Verbindung von „Kunst und Technik“ war Behrens' zentrales Anliegen, das er in zahlreichen Schriften und öffentlichen Vorträgen diskutierte. Heute noch gebräuchliche Firmenlogos für AEG und MAN

und der Schriftzug „Dem Deutschen Volke“ am Reichstagsgebäude in Berlin stammen aus seiner Feder, genauso wie die Entwürfe für die AEG-Turbinenhalle in Berlin-Moabit, das Hoechst-Verwaltungsgebäude in Frankfurt am Main und das Hauptlagerhaus der Gutehoffnungshütte in Oberhausen, das heute als Peter-Behrens-Bau das Depot des LVR-Industriemuseums beherbergt.

www.industriemuseum.lvr.de

AUSSTELLUNG

CARL FIEGER_

22. 03. – 31. 10. 2018 Bauhaus Dessau



Carl Fieger, o. T. (Siedlung Dessau-Törten, Haus Fieger, Ansicht und Grundrisse), 1926 / Stiftung Bauhaus Dessau (I 17363 G)

Schon mit seinem ersten Bau schrieb Carl Fieger (1893-1960) Architekturgeschichte. Das Einfamilienhaus von 1924 blieb zwar ein Versuchsbau, doch der als Wohnmaschine titulierte Rundbau in Dessau hatte eine große Wirkung auf die Fachwelt und nachfolgende Architekten. Er war ein wichtiger Beitrag auf der Suche nach neuen Standards im Wohnungsbau. Bekannt ist Carl Fieger vor allem als Entwurfszeichner für das Büro von Peter Behrens und später für die Bürogemeinschaft Walter Gropius und Adolf Meyer. Als Architekt war er dort maßgeblich an vielen ikonischen Bauten der Moderne beteiligt: den Erweiterungsbauten des Büros Gropius in Alfeld (1922–25) genauso wie dem Bauhausgebäude und den Meisterhäusern in Dessau (Walter Gropius, 1925–26). Zwischen 1925 und 1928 war er selbst als Lehrer am Bauhaus Dessau tätig. Carl Fieger aber war mehr als ein Mitarbeiter des Büros Gropius. Er setzte eigene Akzente in der Architektur der Moderne. So zum Beispiel mit dem Bau des Ausflugslokals Kornhaus am Ufer der Elbe (1929–30) und seinem eigenen Wohnhaus (1926/27) in Dessau, für das er auch die Innenausstattung entwarf.

www.bauhaus-dessau.de



Prima Aussichten!

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

**Ob Hochhaus oder Handy, ob Windkraft
oder Windkanal:
Hinter jeder Innovation stehen
Ingenieure - und wir bilden sie aus.**

Wir bieten:

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

Interessiert? Mehr Infos per Mail an
ingenieur@uni.lu

Universität Luxemburg - my University!

www.uni.lu

Tel. +352 46 66 44 - 6617/6222



**signalisation générale
routière et du bâtiment**

plaques de firme

panneaux publicitaires

lettrages et gravures par ordinateur

systèmes signalétiques pour bureaux

impression numérique

meublier urbain

plaques d'immatriculation

CW 8950

**CM
8950**

fourniture et montage

Toutes les techniques du bâtiment, un système de gestion

Chauffage, ventilation, climatisation, éclairage, gestion d'accès, extinction d'incendie, vidéo-surveillance...

Notre maîtrise de l'ensemble des techniques du bâtiment et notre capacité d'intégration de ses différents équipements vous garantissent :

- ▣ le rapport confort - économie - écologie le plus performant pour votre infrastructure ;
- ▣ une gestion aisée et centralisée de l'ensemble de vos installations techniques et énergétiques.



Chauffage • Ventilation • Climatisation • Electricité basse tension et courants faibles • Détection et extinction d'incendie • Automatisation, régulation et surveillance • Réfrigération • Vapeur • Traitement des eaux • Sanitaire • Cogénération et chauffage urbain

 **a+p kieffer omnitec**
advance in technology

www.apko.lu



System 106

**Stations de porte
modulaires et flexibles
du système de commu-
nication de porte Gira**

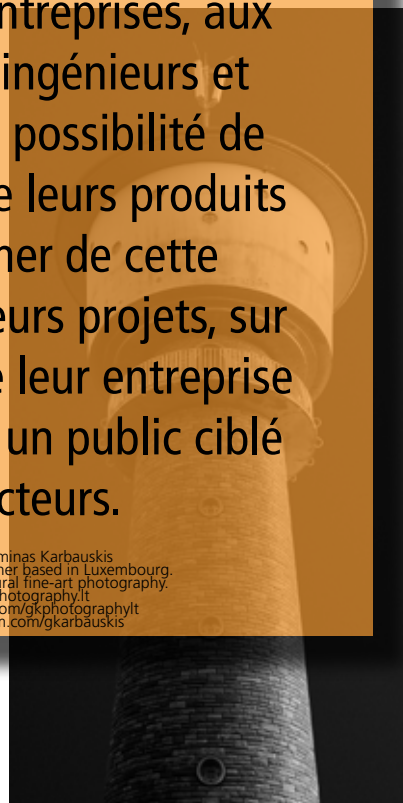
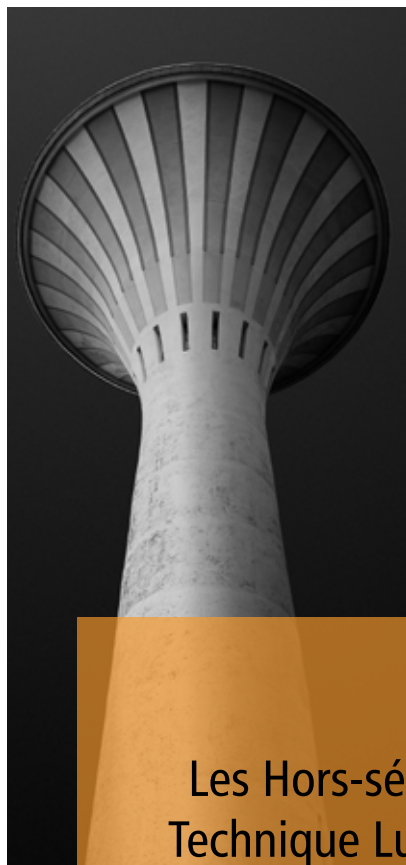
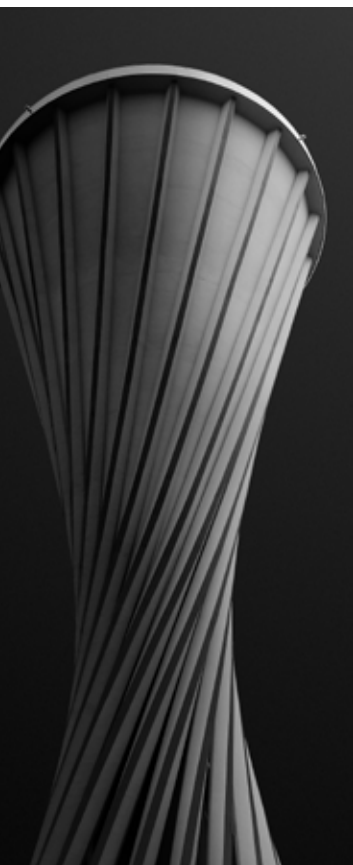
Le Gira System 106 est un système de communication de porte modulaire au design épuré et raffiné. Il est constitué de modules individuels qui peuvent être librement combinés et disposés verticalement, horizontalement ou en carré suivant les besoins. Des façades design robustes et de haute qualité en acier inoxydable, en aluminium et en métal laqué en blanc, ainsi qu'une forme plate garantissent une présentation élégante à la porte.

Distinctions :
Iconic Awards 2014
Best of Best,
Plus X Award 2014
dans la catégorie meilleur
produit de l'année,
Plus X Award 2014
catégorie haute qualité,
design, confort d'utilisa-
tion et fonctionnalité

Plus d'informations sur :
www.gira.com/system106



CHATEAUX D'EAU_



Les Hors-série de la Revue
Technique Luxembourgeoise
offrent aux entreprises, aux
architectes, ingénieurs et
industriels la possibilité de
faire connaître leurs produits
et d'informer de cette
manière sur leurs projets, sur
la structure de leur entreprise
et de toucher un public ciblé
de lecteurs.

Photos: Gediminas Karbauskis
Lithuanian photographer based in Luxembourg.
Focused on architectural fine-art photography.
www.gkphotography.lt
www.facebook.com/gkphotographylt
www.instagram.com/gkarbauskis

UN ENTREPRENEUR SAIT SE PROJETER SUR LE LONG TERME



NOUS AUSSI

Nos conseillers spécialisés sont à votre écoute et vous épaulent au quotidien dans vos projets.
Plus d'informations sur www.bcee.lu/nousaussi
ou dans l'un de nos centres financiers.



SPUERKEESS

Äert Liewen. Är Bank.