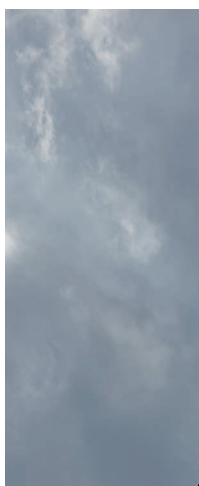
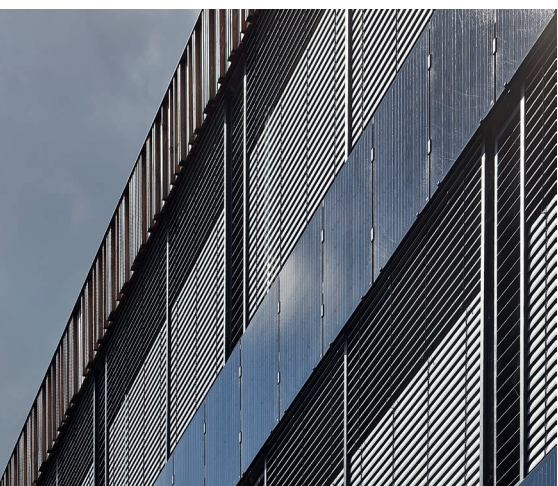


# BÂTIMENT ADMINISTRATIF POUR L'ADMINISTRATION DE LA NATURE ET DES FORÊTS BÂTIMENT À ÉNERGIE POSITIVE









# INDEX\_

05_	VORWORT François Bausch, Minister für nachhaltige Entwicklung und Infrastruktur
08_	BAUEN, UM EINEN WISSENSVORLAUF ZU GENERIEREN Anita Wünschmann im Gespräch mit Jean Leyder, Direktor der Bautenverwaltung
12_	ES GIBT KEINE SCHÖNERE ARBEIT ALS IN ÜBEREINSTIMMUNG MIT DER NATUR Anita Wünschmann im Gespräch mit Frank Wolter, Direktor der Naturverwaltung
16_	NEUBAU EINES VERWALTUNGSGEBÄUDES FÜR DIE NATURVERWALTUNG morph4 architecture, atelierb christian barsotti - architecte
24_	TRAGWERKSENTWURF UND PLANUNG DER AUSSENANLAGEN Marc Prommenschenkel Ingénieur-conseil, Daedalus Engineering
28_	BESCHREIBUNG DER TECHNISCHEN GEBÄUDEAUSRÜSTUNG Thomas Wrobel, B. ENG. (FH), Etienne Kolodziejczyk, Dipl. Ing. (FH)
32_	DGNB-GÜTESIEGEL FÜR NACHHALTIGES BAUEN
36_	EIN BEISPIEL FÜR OPTIMIERTE NACHHALTIGKEIT Stefan Fries, Dipl.-Ing.
40_	ENERGIEEFFIZIENZ UND NACHHALTIGKEIT DURCH GANZHEITLICHE PLANUNG MIT SIMULATION Gerhard Hoffmann, Dipl.-Ing./Dipl.-Wirt.Ing.
42_	AKUSTIK IN BÜRO- UND VERWALTUNGSGEBÄUDEN Hermann Meyer, Dipl.-Ing.
46_	BAUDATEN



## VORWORT\_



Mit der Entscheidung der Regierung das Areal des ehemaligen „Hôtel du Midi“ gegenüber des städtischen Bahnhofs in Diekirch dem Neubau der Naturverwaltung zu widmen, wurde der Weg zur Realisierung dieses ökologischen Pilotprojektes in Plusenergie-Bauweise geebnet. Zudem spiegelt diese Entscheidung den Willen der Regierung wider, staatliche Verwaltungen zu dezentralisieren und den Entwicklungsstandort „Nordstad“ zu stärken.

Dieses Gebäude produziert demzufolge über seinen gesamten Lebenszyklus betrachtet mehr Energie, als es zum Betrieb benötigt und ist ein Vorzeigeobjekt des Ministeriums für nachhaltige Entwicklung und Infrastruktur, das hiermit seinem Bestreben, nachhaltige Gebäude mit ausgeklügelten Energiekonzepten und minimalem Energieverbrauch bei optimalen Nutzungsbedingungen zu bauen, Nachdruck verleiht. Zudem handelt es sich um ein ökologisches Gebäude in Holzbauweise ohne Einsatz von chemischen Holzschutzmitteln (FSC-Zertifizierung). Lediglich der Gebäudekern wurde aus Stahlbeton errichtet.

Um das ehrgeizige Ziel eines Plusenergie-Gebäudes zu erreichen, wurden sowohl Gebäudeform, Ausrichtung und -hülle optimiert sowie das Nutzerprofil erschaffen, um daraus die Energiebilanz des Gebäudes zu erstellen. Anschließend wurde das technische Konzept entwickelt sowie über kompensatorische Maßnahmen auf dem Gebiet der Stromherstellung nachgedacht, wobei die Wahl in diesem Fall auf Photovoltaik-Module gefallen ist. Auch der exklusive Einsatz des Sauerwassers zur Heizung bzw. die „sanfte“ natürliche Kühlung des Gebäudes ist bis dato einzigartig. Schlussendlich wird auch das aufgefangene Regenwasser zur Toilettenspülung benutzt.

Das Gebäude wurde nach den Richtlinien der Deutschen Gesellschaft für nachhaltiges Bauen (DGNB) errichtet, dies mit der bestmöglichen Zertifizierung in Platin. Da dieses Gebäude im Betrieb sehr wenig Wärme- bzw. Kälteenergie verbraucht, sind vor allem die Nutzung und die graue Energie der Baumaterialien maßgebend für die Gesamtenergiebilanz des Gebäudes. Obwohl der Nutzer sein Verhalten in einem solchen Gebäude etwas anpassen muss, ist dies ohne nennenswerte Komforteinbußen möglich.

In diesem Sinne möchte ich mich recht herzlich bei allen bedanken, die zum Gelingen des Projektes beigetragen haben und wünsche der Naturverwaltung ein angenehmes Arbeiten in ihren neuen Räumlichkeiten.

François Bausch  
Minister für nachhaltige Entwicklung und Infrastruktur

Gespräch mit Herrn Jean Leyder, Direktor der Administration des bâtiments publics, über den Neubau des Verwaltungsgebäudes für die Administration de la nature et des forêts in Diekirch.

## BAUEN, UM EINEN WISSENSVORLAUF ZU GENERIEREN\_

Anita Wünschmann, Journalistin, Berlin



*Herr Leyder, wie kam es zur Entscheidung für ein Plusenergiehaus in Diekirch?*

J. Leyder: Ende 2009 gab es die politische Entscheidung, dass im Bereich des öffentlichen Baus Projekte realisiert werden sollten, die mit neuen Technologien aus der bisherigen Norm für Verwaltungsgebäude herausstechen. Als es soweit war, dass wir diesen Neubau planten, kam seitens der Naturverwaltung der Wunsch hinzu, ein Gebäude aus Holz zu bauen, das gleichzeitig der EU-Strategie 20/20/20 entspricht. Die Formel steht für 20 Prozent CO<sub>2</sub>-Reduktion sowie 20 Prozent Energieeinsparung durch Verwendung von erneuerbaren Energien und dies alles mit einer Umsetzung bis 2020.

*Bei dem Pilotprojekt in Diekirch geht es nicht allein um eine nachhaltige Energiebilanz.*

J. Leyder: „Pilotprojekt“ ist vielleicht etwas zu viel gesagt, aber dieser Neubau ist zweifach richtungweisend. Die Regierung hat gesagt, wir möchten nicht alle Verwaltungen in der Stadt Luxemburg konzentrieren; es wurde also beschlossen,

einige Einrichtungen in anderen Regionen anzusiedeln. Und gleichzeitig ist es auch so, dass der Luxemburger Staat an sich mit gutem Beispiel vorangehen und für neue Ansätze offen sein sollte. Wir haben diese Chance genutzt.

Es ist ja auch so, dass für einen solch komplexen Bau ein viel größerer Planungsaufwand betrieben wird, bis hin zu thermischen und lichttechnischen Gebäudesimulationen. Der Sinn dieser Studien aber besteht darin, dass wir selbst und auch private Träger für zukünftige Bauaufgaben davon profitieren können. Es ging also auch darum, neues Wissen und Erfahrungen zu generieren.

*Sie waren als Einrichtung trotzdem nicht gleich begeistert, als sie gehört haben, die Naturverwaltung möchte einen Holzkonstruktionsbau?*

J. Leyder: Das hat sich dann aber schnell geändert; es war ein produktiver Austausch und ein konstruktives Mitarbeiten aller Beteiligten. Holzkonstruktionen sind ein Weg, „graue Energie“ zu sparen. Holz an sich ist dafür kein must, aber es trägt sehr viel dazu bei, weil es sich sehr positiv in die CO<sub>2</sub>-Emissions-Bilanz einbringt.

*2009 gab es in Europa schon Beispiele und die Holzbaudiskussion war in vollem Gange.*

J. Leyder: In Luxemburg gab es bis dato wenige Holzbauobjekte und wir hatten zunächst nur kleinere Vorhaben realisiert, ein Lager und eine Werkstatt. Im Einfamilienhausbau gab es diese Bauweise bereits in Luxemburg, aber eben nicht für größere Gebäude; für Schulen so gut wie gar nicht, weil das spezielle Brandschutzfragen aufwirft. Die Holzkonstruktionen müssten zum Beispiel teilweise mit Gipskarton eingekleidet werden, um den Normen gerecht zu werden. Damit verliert man allerdings die Vorteile des Holzes, seine warme Ausstrahlung und natürliche Schönheit.

*Sie sind in die Schweiz gefahren und haben sich dort umgeschaut. Welche Inspirationen konnten Sie mitbringen und was gab den Impuls zu sagen, das wollen wir machen?*

J. Leyder: Wir haben bereits seit dem Jahr 2000 Kontakt mit Schweizer Büros für den Bau von Schulen und auf dieser Basis ein Energiekonzept entwickelt, das etwa auch beim Bau der Europaschule zum Tragen kam. Speziell arbeiten wir mit dem Büro Ernst Basler und Partner aus Zürich zusammen, das uns bis heute berät.

Dadurch war es uns auch möglich, in der Schweiz Holzkonstruktionen zu besichtigen. Die Beispiele hatten







uns die Sicherheit gegeben, dass es funktioniert und dass auch die Nutzer sehr zufrieden sind. Alle Partner haben sich dahingehend umgeschaut und Erkundigungen eingezogen.

Jetzt haben wir mit diesem Gebäude neue Maßstäbe für weitere Realisierungen entwickelt. Das ist der Sinn und Hintergrund des Projektes. Wir hatten bereits eine Besichtigung mit allen Mitarbeitern und mein Anliegen ist dieser Multiplikationsfaktor. Wir können hier viel über Ökologie aber auch Ökonomie lernen.

*Es geht um die Konstruktion, das Holz in seiner tragenden Funktion. Eigentlich eine alte Erfahrung transformiert in neue Technologien.*

J. Leyder: Das ist richtig. Es geht hier nicht um ein klassisches Fachwerk, sondern um eine moderne Konstruktionsweise mit vorgefertigten Wand- und Deckenelementen, die verbaut wurden.

*Die Fichte, ein Weichholz, muss sowieso aus Klimagründen weg. Inwiefern spielt das eine Rolle?*

J. Leyder: Als Bauholz wird auf dem Markt fast immer Fichtenholz angeboten. Es gibt jetzt aber mittlerweile Versuche und Bestrebungen Konstruktionen mit Holzarten, die bislang nur im Möbelbau verwendet wurden, zu realisieren. Es geht darum, dass unser Laubholz nicht nur exportiert wird, sondern hier in Luxemburg im Bau Verwendung findet. Es gibt Pilotprojekte mit Laubholz in der Schweiz und auch im österreichischen Vorarlberg. Wir werden versuchen, langfristig Vergleichbares zu realisieren.

*Ein Aspekt der guten Energiebilanz ist die Langlebigkeit von Holzbauten, aber die Schnittstellen der Fassadenbretter tragen schon deutliche Alterungsspuren*

J. Leyder: Das ist die normale Patina infolge von Regen und Verwitterung und gehört zum natürlichen Alterungsprozess.

*Inwiefern sind da Prognosen bedacht in Abhängigkeit der Holzqualitäten?*

J. Leyder: Die geforderte Mindestqualität ist im Lastenheft ausführlich beschrieben.

*Konnte man Erfahrungen aus François Valentins Haff Remich übernehmen?*

J. Leyder: Das Gebäude ist spektakulär und verlangte eine viel kompliziertere Bauweise. Wir brauchten spezielle Berechnungen für die Realisierung. Der „Haff Remich“ hat eben auch eine andere, öffentliche Funktion als dies bei einem Verwaltungsgebäude der Fall ist.

Mit den hohen Volumen und vergleichsweise großen Oberflächen hätten wir allerdings auch kein Plusenergie-Haus entsprechend unserer Vorgaben bauen können.

*Jüngere Holkonstruktionen zeigen sich als digital entworfene Skulpturen. Wie kam die Entscheidung für die relativ schlichte kubische Form in Diekirch zustande?*

J. Leyder: Wenn man ein Plusenergiehaus realisieren will, muss man einen sehr kompakten Baukörper haben, ansonsten ist der thermische Verlust zu groß. Außerdem ist es ein Zweckbau mit 80 Arbeitsplätzen sowie Besprechungsräumen und einer Bibliothek.

Wir haben uns für die beiden jungen Architekturbüros Morph 4 und Atelier b entschieden, auch weil sie sehr offen für diese relativ neue Bauweise waren.

Wir haben zum Beispiel gemeinsam über die Gestaltung der Holzfassade nachgedacht, die in ihrer Form und Ausprägung sehr einfach ist und das Gebäude klar strukturiert.

*Es sind zwei Riegel, die sich schräg zueinander stellen und im Innern trapezförmig raumbildend verbunden sind.*

J. Leyder: Der Grundriss zeigt, dass er auf das schmale Gelände zwischen der Hauptstraße und der Sauer reagiert. Der Platz ist optimal genutzt.

*Inwiefern addieren sich hier die Nachhaltigkeitsaspekte?*

J. Leyder: Sie addieren sich aus der gesamten Struktur: Erstens ist das Haus in Südlage entwickelt. Dadurch konnten wir große Fenster einsetzen und haben dadurch großflächige natürliche Lichtquellen erhalten. Alle Fenster besitzen

einen Lüftungsflügel und können für die Nachtauskühlung geöffnet werden. Zweitens müssen wir den Energieverbrauch minimieren. Das erreicht man, wenn man eine gute Masse hat, daher die Entscheidung für einen Betonkern. Außerdem muss darauf geachtet werden, dass das Gebäude über eine sehr gute Außenhülle verfügt, die wenig Wärme abgibt. Um dann überhaupt in die Kategorie „Plusenergieprojekt“ zu kommen, muss sehr viel Energie mit erneuerbaren Energien gewonnen werden. Dafür wurde die Photovoltaikanlage auf dem Flachdach sowie dem Carport installiert. Zusätzlich ist eine Wärmepumpe eingesetzt, die das Wasser aus der Sauer in einem Austauschprozess als Kühlwasser benutzt. All diese Faktoren zusammen betrachtet, kann mehr Energie produziert werden, als das Haus benötigt. Der Überschuss wird ins Netz eingespeist.

*Mit wie viel Überschuss rechnet man durchschnittlich?*

J. Leyder: Das Gebäude verbraucht in einem Lebenszyklus von 50 Jahren knapp 36'000kWh/a weniger als im gleichen Zeitraum von der Photovoltaik-Anlage produziert wird.

*Um ein nachhaltiges Bauen zu garantieren gab es schon allein für die Betreibung der Baustelle und den Maschineneinsatz Richtlinien. Was waren die wichtigsten Aspekte?*

J. Leyder: Im Rahmen der Baustelle galt es durchaus erhöhten Ansprüchen gerecht zu werden, dies vor allem in Hinblick auf die Einhaltung eines hohen ökologischen und emissionsarmen Standards bezüglich der eingesetzten Baustoffe. Darüber hinaus sind aber auch Aspekte der Mülltrennung, Lagerung der Baustoffe, Lärm- und Staubschutz zu beachten gewesen.

*Bâtiments publics strebte eine Goldmedaille hinsichtlich der DGNB - Zertifizierung an. Konnte das erreicht werden?*

J. Leyder: Ja. Das angestrebte Resultat des Gütesiegels Platin (ehemals Gold) der DGNB-Zertifizierung konnte mit einem Erfüllungsgrad von 85% erreicht werden.

*Im Projektpapier ging es auch um die soziokulturelle Einbindung? Ist an eine Öffnung nach außen gedacht?*

J. Leyder: Das Haus eignet sich für Vorträge, die sich speziell dem Thema Holz widmen. Es bleibt aber dem Nutzer überlassen, das Gebäude auch für solche Zwecke zu öffnen.

*Herr Leyder, welche Wirkung hat das Diekircher Gebäude auf Zukunftsprojekte?*

J. Leyder: Wir möchten zum Beispiel mit einer in Ettelbrück geplanten Schule, ebenfalls ein Holzbau, hinsichtlich des Konzeptes zur Nachhaltigkeit noch viel weiter gehen. In Diekirch wurde das Hauptaugenmerk auf den Verbrauch gelegt. In Ettelbrück rechnen wir auch die „graue Energie“ in die Gesamtbilanz hinein. In Schifflange soll ein Reihenhaus für die staatliche Kinderbetreuung nachhaltig umgebaut werden, um zu beweisen, dass auch im Bestand die Realisierung eines Plusenergie-Hauses möglich ist. Das wird ein richtungsweisendes Projekt für viele ähnliche Häuser im Süden unseres Landes.

Gespräch mit Frank Wolter, Direktor der Administration de la nature et des forêts, über den Wald, Biodiversität und das Plusenergiehaus als Symbol nachhaltigen Wirtschaftens.

## ES GIBT KEINE SCHÖNERE ARBEIT ALS IN ÜBEREINSTIMMUNG MIT DER NATUR

Anita Wünschmann, Journalistin, Berlin



*Herr Wolter, Sie sind vor 14 Tagen hier in Diekirch eingezogen.*

*Wie fühlen Sie sich im neuen Domizil?*

F. Wolter: Sehr gut. Man kann es einfach nicht beschreiben. Man muss es erleben! Wir wollten unbedingt einen Holzbau. Für uns war es ein no go in einen Betonbau umzuziehen. Wir wollten einen Akzent setzen, das ist uns in der Zusammenarbeit mit der Bautenverwaltung gelungen.

*Warum wurde die Zentralstelle der Naturverwaltung aus der Hauptstadt Luxemburg nach Diekirch verlegt?*

F. Wolter: Es gab einen Regierungsbeschluss darüber, dass einige Verwaltungen aus Luxemburg herausgenommen werden sollten, um auch die anderen regionalen Städte zu stärken. Es ist eine der Maßnahmen zur Entwicklung der „Nordstad“.

*Die „Nordstad“ wird ein großes Gebiet umfassen wie man dem Masterplan entnehmen kann. Ettelbrück und Diekirch werden durch eine Promenade verbunden und wachsen zusammen...*

F. Wolter: Vier Kommunen sind in das Urbanisierungsprojekt involviert. Es wird noch einige Zeit dauern aber es läuft.

*Und die Mitarbeiter der Naturverwaltung kommen auch aus der Region?*

F. Wolter: Nicht alle. Viele Mitarbeiter kommen aus dem Süden. Da bedeutet der Arbeitsweg eine größere Belastung. Sie benötigen über eine Stunde, um hierher zu gelangen. Sie sind aber entschädigt, wenn sie in diesem Gebäude ankommen.

*Sie wollten hier schon zum 175. Jubiläum der Naturverwaltung einziehen?*

F. Wolter: Diesen Jahrestag haben wir vor wenigen Wochen gefeiert und wir wollten ihn ursprünglich auch mit der Eröffnung des Hauses verbinden.

*Welche Bedeutung hatte der 175. Jahrestag der Naturverwaltung für Luxemburg?*

F. Wolter: Unsere Verwaltung ist eine der ältesten des Landes. Sie wurde sofort nach der Unabhängigkeit des Landes geschaffen. Man muss wissen, dass zu dieser Zeit der Wald eine große finanzielle Bedeutung für Luxemburg hatte und die Verwaltung der Wälder zum Finanzministerium gehörte.

Der Wald war zu dieser Zeit die einzige Landesressource, die man in großer Fülle hatte.

*Fülle führt in der Regel zu Raubbau.*

F. Wolter: Ja, alles kam aus dem Wald. Er war der Generallieferant für die Energieerzeugung und für die Konstruktionen.

*Wie erging es dem Wald?*

F. Wolter: Das Abholzen begann mit dem Aufkommen der Industrie. Die Entwicklung der Eisenerzproduktion war mit einem riesigen Holzbedarf verbunden. Aber auch die Agrarwirtschaft trug dazu bei. Einerseits wurde das Vieh in den Wald getrieben andererseits wurden die Waldgebiete nach einer Rodung ein bis zwei Jahre landwirtschaftlich genutzt, ehe man wieder mit der Aufforstung begann.

Der Wald war durch die Übernutzung in einem schrecklichen Zustand und sogar vom Verschwinden bedroht.

*Was lässt sich über den Erntewechsel heute sagen?*

F. Wolter: Wir ernten die Hölzer im Rhythmus von



ein hundred und zweihundert Jahren. Damals schlug man das Holz alle zwanzig Jahre.

*Um 2005/2006 gab es in der Luxemburger Presse Skandalberichte über den Ausverkauf des Waldes. Wie ist man in der Verwaltung mit der Problemlage des unregulierten Veräußerns alter Bestände umgegangen?*

F. Wolter: Wir waren damals nicht sehr froh über diese Verkäufe. Der Staat hat dann seine Verantwortung wahrgenommen und Flächen zum Teil erworben. Wir sind der Meinung, dass es auch für die Wald besitzenden Familien eine Verantwortung gibt. Der Wald ist ein Vermögen aber auch ein natürliches Patrimonium, das schützenswert ist.

*Gibt es denn eine Chance gegen monetäre Interessen?*

F. Wolter: Wir erarbeiten gerade ein neues Waldgesetz. Wir sind dabei, die Idee der Gemeingutleistungen des Waldes stärker ins Blickfeld zu heben und dabei jene Werte, die der Wald für die Gemeinschaft liefert, besser zu vermitteln.

Der Wald produziert eben nicht nur Holz sondern andere Güter, die wir auch auf einem Plakat sinnfällig gemacht haben, etwa Wasser, Luft usw. Es sind Güter, die im engeren Sinne nicht handelbar sind. Die Waldbesitzer sollen verstehen, dass diese Werte aber nicht zu kurz kommen dürfen. Wir kommen den Eigentümern entgegen, indem wir gezielt Arbeiten im Wald mitfinanzieren, die diese Gemeingüter fördern.

*Ein wichtiger Aspekt ist der Tourismus. Luxemburg definiert sich im Süden um als Dienstleistungs- und Wissenschaftsstandort. Der Norden baut sein touristisches Potential weiter aus.*

F. Wolter: Genau! Seit 2009 ist unsere Verwaltung reorganisiert worden. Es kam eine neue Mission dazu, die Sensibilisierung der Öffentlichkeit hinsichtlich der Natur und des Waldes. Das ist mit verschiedenen Projekten in einzelnen Regionen verbunden.

Hier im Muellertal zum Beispiel wird der Wald für den Tourismus bewirtschaftet. Das bedeutet, wir können Holz produzieren, aber es ist nicht die erste Zielstellung für dieses Gebiet. Vielmehr müssen wir den Wald so gestalten, dass die Besucher mit Freude hineingehen. Eine andere Frage ist die Wegewiederherstellung, nachdem Forstarbeiten verrichtet wurden. Dazu erarbeiten wir eine Richtlinie.

*Richtung Wiltz findet man romantische Höhenlagen. Sind die auch einbezogen in die touristischen Konzepte?*

F. Wolter: Da gibt es gleich zwei Naturparks, sowie viele Initiativen im Bereich Tourismus. Unsere Verwaltung betreut dort auch eines seiner 5 Empfangszentren. Aber dort sind auch die meisten Privatwälder mit leider zum Teil sehr großen Kahlschlägen, die dem Tourismus schaden.

*Wie ist das Verhältnis in Luxemburg von privatwirtschaftlichem Wald zu Gemeinbesitz?*

F. Wolter: Laut nationalem Waldinventar haben wir 54 Prozent Privatwald und 46 Prozent öffentlichen Wald.

*Wie ist das Verhältnis, wenn man die Nordregion separat beguckt, da sie ja die Hauptwaldreserve stellt?*

F. Wolter: Hier haben wir 82,18 Prozent.

*Ein wesentlicher Nachhaltigkeitsaspekt des Waldes ist das Wasser, etwa das des Flusses Sauer, die der Sauberkeit entbehrt. Inwiefern tangiert das ihre Verwaltung?*

F. Wolter: Der Wald soll den Wasserhaushalt schützen. In Luxemburg haben wir das Problem, dass wir mit Trinkwasserreserven sehr knapp bestellt sind. Daher wurde auch die Sauer-Talsperre gebaut.

Der Staat versucht hier die Wälder aufzukaufen, so dass wir eine Bewirtschaftung vornehmen können, die den Trinkwasserschutz verbessert. Wir vermitteln auch in anderen Trinkwasserschutzgebieten, dass wir den Wasser- und Naturschutz sehr ernst nehmen. In zertifizierten

Wäldern dürfen zum Beispiel keine Maschinen mit Mineralöl benutzt werden.

*Was sind die wichtigsten Fragen im Süden, wo die Industriezonen bzw. Konversionsgebiete liegen?*

F. Wolter: Wir stellen fest, dass der Druck auf die Natur und den Wald in Luxemburg auch durch die fortschreitende Urbanisierung des Landes sehr groß ist. Es wird im Süden wieder gerodet, um neue Straßen zu bauen bzw. komplett neue Infrastrukturen herzustellen. Normalerweise werden diese Waldflächen kompensiert. Aber eine Neuaufforstung ist eben nicht dasselbe wie ein zweihundertjähriger Bestand aus Eichen- und Buchenwäldern. Ungefähr 200 Hektar werden diesen Strukturmaßnahmen in den nächsten Jahrzehnten zum Opfer fallen.

*Wie engagiert sich Ihre Behörde für die Entwicklung von Artenvielfalt, um die Resistenz gegenüber ökologischen Veränderungen zu steigern?*

F. Wolter: In den vergangenen 100 bis 150 Jahren hatte sich die Forstwirtschaft bemüht, die Wälder homogener zu machen, um die Erträge zu steigern. Das führte dazu, dass die Artenvielfalt zurückgegangen ist. Wir müssen jetzt die Biodiversität wieder steigern, mit dem Ziel, die Resilienz, also die Selbsterneuerungsfähigkeit des Waldes, anzuheben.

*Und das bedeutet konkret?*

F. Wolter: Wir leben hier in einer Klimazone, die ideal ist für den Buchenwald. Er ist der sogenannte „klimatische Wald“. Die Buche ist aber ein potentieller Verdränger. Wir wollen deshalb versuchen, Eichen, Ahorn und Eschen sowie andere seltene Arten mit anzusiedeln. Das braucht Geld und kostet viel Arbeit aber es ist möglich.

Dann gibt es auch Baumarten, wie die Fichte, die hier nicht mehr klimagerecht sind. Wir versuchen diese etwa durch Douglasien, die ein großes Klimapotential haben, zu ersetzen. Kiefern sind ebenfalls denkbar.

*Gibt es bei derartigen Transformationen ein ästhetisches Problem mit der Waldwahrnehmung?*

F. Wolter: Ein artenreicher Wald ist auch ästhetisch sehr schön. Allein die Herbstverfärbung bildet ein interessantes Farbmosaik, wie wir es von der Ostküste Nordamerikas schon kennen. Man will keinen dunklen Wald mehr. Er ermöglicht auch keine hohe Artenvielfalt.

*Und der Tierbestand?*

F. Wolter: Er ist ein Wirtschafts- und ökologischer Faktor. Es muss zwischen Wild und Wald eine Balance geben. Einige Wilddichten sind sehr hoch. Dadurch entstehen beachtliche Schäden im Wald ebenso wie in der Landwirtschaft. Das erste Problem ist das Wildschwein. Es ist geradezu ein europäisches Problem vor allem für die Landwirtschaft. Aber auch Hirsch- und Rehpopulationen machen dem Wald zu schaffen. Zu hohe Rehbestände haben einen sehr negativen Einfluss auf die natürliche Verjüngung der Wälder, weil Rehe immer auf der Suche nach besonderem Futter sind.

*Es sind die Gourmets des Waldes.*

F. Wolter: Ja, als Feinschmecker entmischen sie den Wald und behindern mit ihrer Nahrungsaufnahme die Artenvielfalt, die wir hineinbringen wollen. Also müssen wir umzäunen. Erst wenn die Rehichte ausgeglichen ist, kann man auf Zäune verzichten.

*Es gibt das Unesco-Projekt zum Schutz der Auenlandschaften. Inwiefern ist das ein Thema in Luxemburg?*

F. Wolter: Es ist in der Tat ein wichtiges Thema, da wir nur noch weniger als 350 Hektar Auenwald besitzen. Die flussnahe Landwirtschaft hat den Rückgang dieser besonderen Biosphären verursacht. Gemeinsam mit dem Wasserwirtschaftsamt wurde ein großes Projekt gestartet, mit dem 100 Hektar Auenwald wieder renaturiert werden sollen. Es handelt sich dabei um etliche kleinere Gebiete, die über das ganze Land verteilt sind.

*Luxemburg wirbt mit dem Selbstverständnis als „Grüne Lunge Europas“. Mit Recht?*

F. Wolter: Im Vergleich mit europäischen Ländern ist der Wald in Luxemburg in einem sehr guten Zustand. Darunter verstehe ich also nicht den Produktionsaspekt sondern seine natürliche Beschaffenheit. Wir haben zwar noch 20 Prozent der Wälder, die nicht standortgerecht sind und die verbesserungsbedürftig sind.

Gleichzeitig verfügen wir aber über 65 Prozent einzigartiger Laubwälder. Es sind meist sehr attraktive alte Bestände mit hoher Biodiversität. Diese Wälder machen uns aber auch Sorgen wegen des Klimawechsels. Wir müssen die Bestände verjüngen, damit sie klimabeständiger werden. Das darf aber nicht auf Kosten der Artenvielfalt gehen.

*Es ist wie immer komplex.*

F. Wolter: Ja. Wir haben uns daher entschlossen, Altholzareale einzurichten, d.h. bei allen Wäldern, die wir verjüngen, werden mindestens 10 Prozent der Fläche blockiert um dort den natürlichen Alterungsprozess zu fördern. Das ist zum Beispiel sehr wichtig in den alten Eichenwäldern wo es noch viele Fledermäuse gibt. Außerdem gibt es zusätzlich große Reservate. Das sind unberührte Naturwälder. Sie machen 4 Prozent des öffentlichen Waldes aus.

*Mit den Urwäldern berührt man auch einen Mythos vom ewigen Sein.*

F. Wolter: Die Magie der Naturwälder rührt daher, dass es in ihnen Prozesse gibt, die man woanders nicht finden kann. Es ist ein biologischer Vorteil der Urwälder, den aber leider nicht jede Generation nachvollziehen kann, weil diese Entwicklungen über Zeiträume von 1000 Jahren verlaufen. Einige Generationen mögen das Zusammenbrechen des Biotops, eine andere seine Erneuerung erleben. Solche Prozesse kennen wir aus Kanada. Naturwälder sind aber ein Signal, das wir an die kommenden Generationen aussenden, wenigstens 5 Prozent nicht nach unserem Gutdünken zu benutzen sondern frei zu halten.

Außerdem ist es die Chance, Gene zu erhalten. Bäume haben eine genetische Vielfalt, die 10.000 Mal größer ist als die des Menschen und der meisten anderen Lebewesen. Die Ursache dafür ist die Immobilität der Bäume. Der Baum kann nicht einfach vorm Klimawechsel davonlaufen und er verjüngt sich auch nur alle 100-200 Jahre. Forstwirtschaft bedeutet auch Gen-Selektion mit all den Risiken des Verlustes um so mehr benötigt man also den Genpool aus den Urwäldern.

*Man kann in Luxemburg viel beschließen aber Waldentwicklung ist ja letztlich auch von grenzüberschreitenden Emissionen abhängig.*

F. Wolter: Viele Fragen wurden auf europäischer Ebene in Brüssel diskutiert, etwa die Schwefelelementierung, wodurch die Versauerung der Wälder seit den achtziger Jahren zurückgegangen ist. Abgesehen davon leiden die Waldböden immer noch durch den Eintrag von Russpartikel der Dieselmotoren und durch andere Industrieemissionen.

Ein Hektar Wald filtert pro Jahr 50 Tonnen Luftpartikel. Das ist die Qualität, die wir im Interesse unserer eigenen Gesundheit gemeinsam schützen müssen.

*Das neue Haus, ein schlichter Kubus, steht symbolisch für all die vielen Nachhaltigkeitsgedanken und positiven Aufbrüche. Praktisch ist es ein Plusenergiehaus. Worin besteht seine Nachhaltigkeit?*

F. Wolter: Die potentielle Langlebigkeit von Holzhäusern, ein solcher Bau kann 1000 Jahre stehen, allein schon ist ein Nachhaltigkeitsaspekt. Das Vermögen der Bäume Kohlenstoff der Luft zu entnehmen und zu speichern, ist ein Vorteil, der sich auch im geernteten Holz fortsetzt. Insofern war es erstmal eine Selbstverständlichkeit, dass dieses Gebäude energiefreundlich und mit dem Rohstoff Holz erbaut wird.

Anfang der 2000er Jahre wurde gemeinsam mit den Nachbarregionen Rheinland-Pfalz, Lothringen und

Wallonien ein Programm entwickelt zur Nutzung des Holzes als Werkstoff. Der Leitgedanke heißt: „Wir denken an den Wald und wir handeln mit Holz“. Es ging darum die Kommunen, die ja auch selbst Waldeigentümer sind, dazu zu ermutigen, ihr Holz zum Bau von neuen Gebäuden nachhaltig zu nutzen. Es gilt ja auch der umgekehrte Aspekt: Man soll den Wald nicht nur schützen und pflegen, man kann ihn auch als natürlichen Rohstofflieferant wiederentdecken.

*Wurde hier einheimische Fichte verarbeitet, die ja ohnehin abgebaut werden muss?*

F. Wolter: Ja, die leider abgebaut werden muss, weil der Klimawechsel sie nach Norden treibt oder in die Berge. Da kommt sie auch her. Man muss wissen, dass die Fichte in Luxemburg keine einheimische Art ist. Die verbaute Fichte ist allerdings nicht aus Luxemburg, sondern aus Österreich und Süddeutschland, weil sie ja in vorproduzierter Weise für den Bau genutzt wird und wir diese Verarbeitungsindustrie hier nicht haben.

Für uns war es wichtig, dass das Holz aus einer zertifizierten nachhaltigen Bewirtschaftung kam. Wir haben für Luxemburg generell eine Ankaufspolitik durchgesetzt, die für alle öffentlichen Institutionen festlegt, dass Hölzer nur aus nachhaltiger Bewirtschaftung erworben werden dürfen.

*Wieviel Kubikmeter Holz sind hier verbaut?*

F. Wolter: Ungefähr 600 Kubikmeter Festholz.

*Sie haben die Gesellschaft DGNB als Berater für die Nachhaltigkeitsaspekte beauftragt, worum ging es konkret?*

F. Wolter: Es handelt sich hier um einen Auftrag der Verwaltung für öffentliche Bauten. Es ging darum gemeinsam dafür zu sorgen, dass es nicht allein ein Holzbau werden soll sondern alle Aspekte der Nachhaltigkeit zusammenkommen. Die Energiebilanz wie die Verwendung schadstofffreier Baumaterialien sowie die nachhaltige Nutzung des Gebäudes und vieles mehr. Es ging um ein Ganzes, das sich in der Nutzung weiter führen lässt bis dahin, dass wir, um in den zweiten Stock zu gelangen, die Treppen wählen und nicht den Aufzug. Wir wollen mit dem Gebäude zugleich auch eine Einstellung etablieren.

*Seit den Großen Holzpreisen, die europaweit verlihen werden, ist es fast ein must have, einen modernen Holzbau zu errichten - oder wie es noch vor ein paar Jahren hieß, jede Kommune hat ihr Ökohaus?*

F. Wolter: Es ist bestimmt auch ein zeitgenössischer Aspekt vorhanden, eine Ästhetik, die das Büro aus der Holzbauweise heraus entwickelt hat. Vor allem aber geht es um statische Fragen, etwa die Spannweiten, die man mit Holzbauweisen überbrücken kann. Moderne kompakte Gebäude im Holz gibt es bislang in Luxemburg im Bereich der öffentlichen Bauten eher selten. Vielmehr wird Holz für die Fassaden benutzt.

*Sie haben einmal gesagt: „Es ist schön mit der Natur zu arbeiten, vielleicht die schönste Arbeit, die man haben kann.“ Was fasziniert Sie?*

F. Wolter: Es ist fantastisch, dass man selbst für große neu entstehende Probleme wie es der Klimawandel ist, auch wieder neue Lösungen mit der Natur finden kann.

Der neue Hauptsitz der Naturverwaltung (Administration de la nature et des forêts) in Diekirch wurde im vergangenen Juli bezogen und stellt ab sofort nicht nur den Beschäftigten der Verwaltung einen adäquaten Arbeitsplatz zur Verfügung sondern bietet darüber hinaus allen Interessierten mit seinen Besucher- und Informationsbereichen eine zentrale Anlaufstelle für alle Angelegenheiten im Rahmen der Luxemburger Natur- und Forstgebiete.

## NEUBAU EINES VERWALTUNGSGEBÄUDES FÜR DIE NATURVERWALTUNG

morph4 architecture, atelierb christian barsotti - architecte



\_Gebäude entlang der Avenue de la Gare bei Abenddämmerung

Der neue Hauptsitz der Naturverwaltung (Administration de la nature et des forêts) in Diekirch wurde im vergangenen Juli bezogen und stellt ab sofort nicht nur den Beschäftigten der Verwaltung einen adäquaten Arbeitsplatz zur Verfügung sondern bietet darüber hinaus allen Interessierten mit seinen Besucher- und Informationsbereichen eine zentrale Anlaufstelle für die Bereiche Natur und Forst.

Ein noch ungewohnter Anblick, dieses neue Gebäude am Ortseingang von Diekirch direkt gegenüber des Bahnhofs, vom angrenzenden Sauerufer nur durch die Fußgängerpromenade getrennt. Das Grundstück, ein schmaler keilförmiger Streifen zwischen Hauptstraße und Sauer, das Gebäude, zwei gegeneinander aufgefächerte Holzvolumen verbunden durch einen schlanken Gebäudekern.



Anfang des 20. Jahrhunderts war das ehemalige "Hôtel du Midi" in Diekirch eine bekannte Adresse für in- und ausländische Touristen. Das ehrwürdige Gebäude wurde aber zu Gunsten eines Hotelbaus in den 50er Jahren abgerissen. Letzteres wurde vom Luxemburger Staat im Jahr 2000 erworben. Dieses Gebäude wiederum funktionierte bis in die 70iger Jahre als Hotel und Restaurant und diente schlussendlich als Unterkunft für die Studenten der Hotelschule in Diekirch. Das Gebäude befand sich bis dahin größtenteils noch in seinem ursprünglichen Bauzustand und war stark renovierungsbedürftig.

In den Jahren 2003 – 2006 wurden dementsprechend Studien zur Renovierung durchgeführt, die aber durch den Umzug der Studenten des LTHAH in das naheliegende Hôtel Star in Diekirch keine Fortsetzung erfahren. Im Anschluss sollte das Gebäude dem Wasserwirtschaftsamt und der Distriktverwaltung zur Verfügung gestellt werden. Jedoch wurde auch diese Idee durch den Neubau der Polizeiverwaltung in der in Diekirch, in den ebenfalls die Distriktverwaltung einzog, verworfen und im Jahr 2009 wurde die endgültige Entscheidung getroffen, das Gebäude als erstes dezentralisierte Verwaltungsgebäude am Entwicklungsstandort „Nordstad“, der Naturverwaltung zuzusprechen.

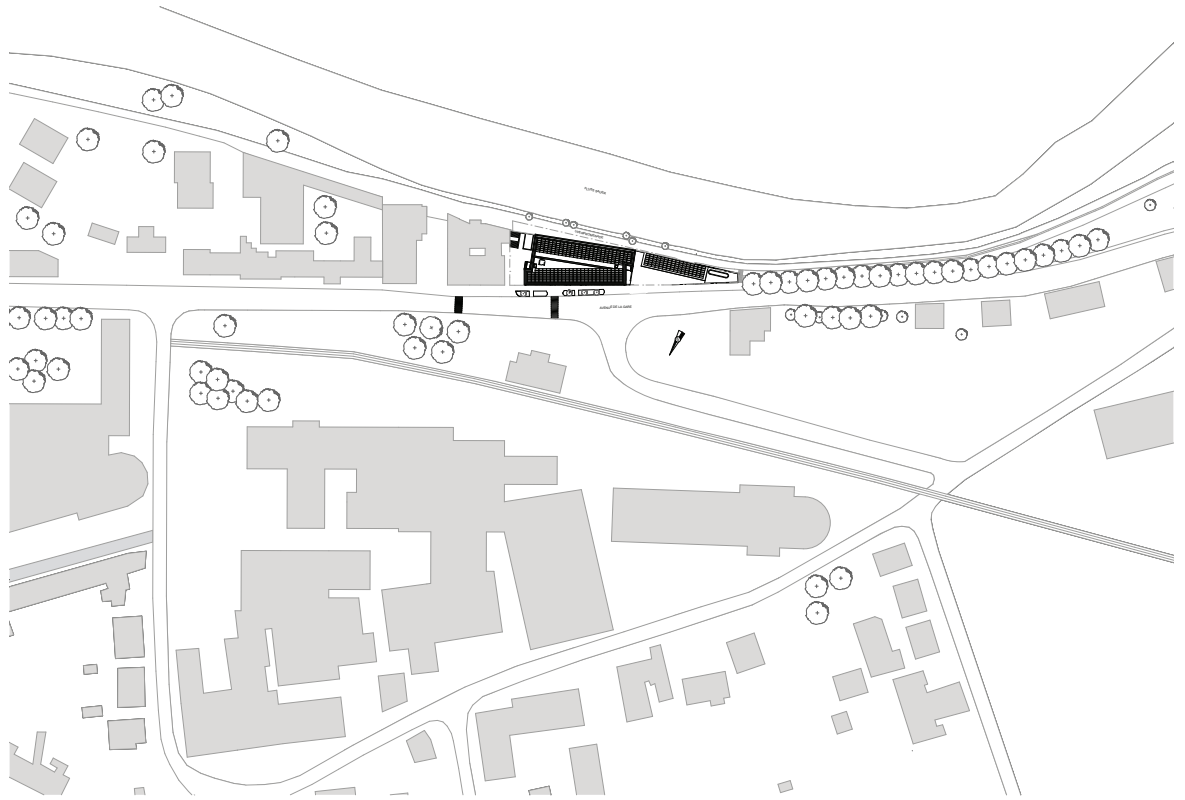
Anfänglich wurde mit dem Gedanken gespielt, das „Hôtel du Midi“ einer radikalen Erneuerungskur zu unterziehen, um hier den neuen Hauptsitz der Naturverwaltung unterzubringen. Dabei sollte es sich nicht nur um eine einfache Renovierung handeln, sondern es sollte ein Pilot-Projekt entstehen, das auf nationale Ebene neue Maßstäbe in Sachen Energieeffizienz und Nachhaltigkeit setzt. Mit dem geforderten Raumprogramm des zukünftigen Nutzers und der an diesem Standort nicht unbedeutenden Hochwasserproblematik wurden bereits



\_Hôtel du Midi







früh hohe Ziele gesteckt. Dazu kam der desolate Bauzustand der Bestandsstruktur, welche seit seiner Erbauungszeit nur wenige Erneuerungsarbeiten erfahren hatte. Ein, trotz allem nicht uninteressantes Gebäude, welches seinen Platz im Diekircher Stadtgefüge gefunden hatte, wurde demnach einer umfangreichen Bauanalyse und einer zielgerichteten Machbarkeitsstudie unterzogen.

Natürlich galt es bei dieser Vorarbeit auch noch die Kosten zu ermitteln, welche die Antwort auf diese erste Frage nach einer möglichen Lösung entscheidend beeinflussen sollten.

Somit wurden unmittelbar nach den Erkenntnissen der ersten Analysen auch Kostenanalysen erstellt und mit der Alternative eines Neubaus verglichen. Dabei zeigte sich innerhalb kürzester Zeit, dass die angestrebte Lösung einer tiefgreifenden Renovierung dieses Bestandsgebäudes nicht die günstigste Variante darstellte und darüber hinaus einen sehr geringen Grad an Kostenverlässlichkeit in sich trug. Zudem passte das Raumprogramm nur schlecht in diese Bestandsstruktur.

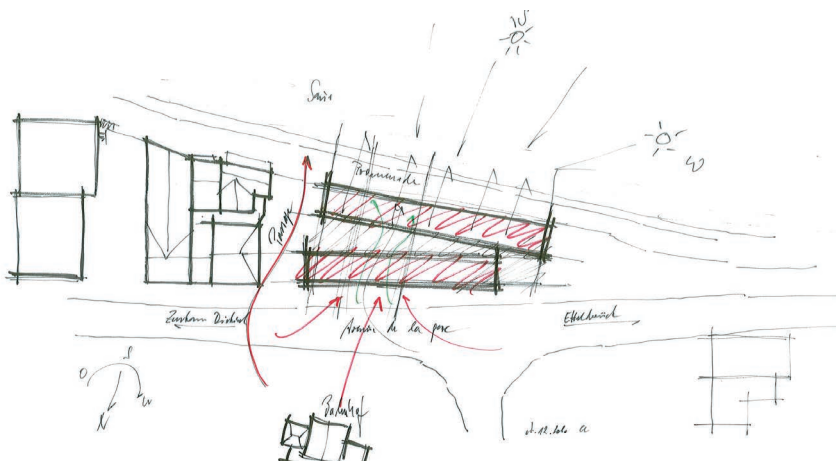
Aus technischer Sicht wurden nicht nur die Betonsanierungen als ausgesprochen aufwändig eingestuft, hinzu kam das große Problem des Hochwasserschutzes (Kellergeschoss). Die Lager und Kartenarchive der Verwaltung konnten aus Platzgründen nicht in den Büroetagen untergebracht werden, sollten bei Hochwasser aber dennoch in Sicherheit sein. Das Bestandsgebäude konnte all diesen Anforderungen nicht gerecht werden und die möglichen Lösungen stellten weder die Bauherrn noch die Planer zufrieden.

Infolgedessen reifte die Entscheidung durch den Bauträger, den Weg eines Neubaus zu beschreiten. Bestärkt wurde diese Entscheidung durch den Umstand, dass die kalkulierten Entstehungskosten eines Neubaus niedriger waren als die angesetzten Umbau- und Sanierungskosten, dies bei gleichzeitig höherer Qualität in nahezu allen Bereichen. Diese Entscheidung brachte nun völlig neue Möglichkeiten mit sich um ein von Grund auf maßgeschneidertes Gebäude zu entwickeln, welches in all seinen Entstehungsphasen den gesteckten Zielen einer beispielhaften Energieeffizienz und konsequenten Nachhaltigkeit Rechnung tragen konnte. Zudem konnte das angrenzende Nachbarhaus zwecks Abriss erworben werden, welches aufwändige Stützmaßnahmen und Anpassungen überflüssig machte.

Nun konnten alle Vorgaben als Grundlage eines völlig neuen Entwurfs miteinander verknüpft werden. Die Größe des Grundstücks und die städtebaulichen Vorgaben waren stark limitiert und ließen nur wenig Spielraum. Andererseits bekräftigte dieser Umstand die Klarheit des entstandenen Entwurfs. Mit der rückseitigen Sauer und ihrer Uferpromenade im Süden und der vorderseitigen Hauptstraße mit einer durchgängigen Bebauungslinie im Norden, gab es zwei spitz aufeinander zulaufende Achsen, welche das Konzept grundlegend prägen sollten. Eine dritte Achse wurde durch die geplante Fußgänger Verbindung vom Bahnhof zur Uferpromenade definiert. Diese Anfangspartelle einer bestehenden Blockrandbebauung am Ortseingang von Diekirch bot die Möglichkeit einen Baukörper zu setzen welcher den Eingang in die Stadt markieren sollte. Durch den genau gegenüberliegenden Bahnhof von Diekirch gewinnt dieser prominente Standort im Rahmen der Entwicklung der „Nordstad“ aus verkehrstechnischer Sicht noch weiter an Bedeutung.

Es entstanden somit zwei klare Baukörper, präzise und konsequent entlang jeder dieser Achsen, dazwischen eine zentrale Kernzone. Dass in diesem Projekt der Baustoff Holz eine Hauptrolle spielen sollte war ein ausdrücklicher Wunsch der Naturverwaltung. Die Kernfrage bestand jedoch in der Interpretation, gekoppelt an die Suche nach einer energieoptimierten Konstruktionsweise, welche sich in enger Wechselwirkung zwischen Architektur und Technik bewegen und optimal für dieses Projekt sein sollte.

Vordergründig für uns war dabei stets die Schaffung einer architektonischen Identität, welche dieses Gebäude prägen und in enger Wechselwirkung mit seinem Nutzer stehen sollte. Die Antwort fand sich in einer Mischbauweise mit denkbar



\_Skizze zum städtebaulichen Ansatz und energetischer Ausrichtung





Ablesbares Material- und Konstruktionsprinzip am Beispiel der offenen Südbüros; Holzelementdecken- und Stützen, Betonkern mit Sichtbrettschalung und geschliffener Zementestrich

einfachem Konzept. Zwei dreistöckige, komplett in Holzbau ausgeführte Bauvolumen mit den Büroetagen. In der Mitte ein massiver, in Beton gegossener Kern mit den Servicebereichen, Treppenhäuser, Nasszellen und den Technikschränken. Darunter ein wasserdichtes, in Beton ausgeführtes Untergeschoss mit Archiven, Lagerräumen und der Technik. Dieses Konzept bietet die Vorteile einer leichten Außenhülle in Holzbauweise mit einer optimierten Wärmedämmung und einem schweren inneren Kern als Speichermasse, welcher als Garant für geringe Temperaturschwankungen in den Innenräumen steht. Diese Herangehensweise spart nicht nur deutlich an Betriebskosten, sondern hilft zudem auch den technischen Aufwand erheblich zu reduzieren.

Darüber hinaus wurde die Anzahl der Materialien der Hauptstruktur konsequent auf die beiden Grundmaterialien Holz und Beton reduziert, was dem Gebäude eine natürliche Ruhe und Klarheit verleiht.

Der Innenausbau mit seinen wenigen weiteren Materialvariationen erlaubt es, die gestalterischen und die technischen Gesichtspunkte stets miteinander zu vereinen.

Die individuelle Holzfassade aus Douglasie führt die Thematik konsequent weiter bis in die Außenhaut und verleiht dem Gebäude seinen einzigartigen Charakter. Nicht nur an der Außenhülle und den Fassaden kommt das Holz zum Tragen, auch am inneren Betonkern wird die Textur des Holzes durch eine Betonoberfläche sicht- und spürbar, welche anhand einer vertikalen Bretterschalung hergestellt wurde.

Der helle Boden, welcher durch seine integrierten Rohrleitungen im Sommer kühlt und im Winter heizt, besteht aus einem geschliffenen Zementestrich, der mit seinen wenigen notwendigen Fugen große, homogene Flächen erlaubt. Die Holzdeckenelemente sowie die Wandverkleidungen aus 3-Schicht-Massivholzplatten runden das konsequente Materialkonzept ab.

Weißer Schrankelemente im Wechsel mit transparenten Türen und Trennwänden bilden die Trennung der verschiedenen Bereiche und Räume.

In den zwei oberen Etagen befinden sich die Büroflächen. Im nördlichen Teil eine eher geschlossene Büroraumstruktur, belichtet durch die auf die Gebäudeachsen dimensionierte Lochfassade, im südlichen Gebäudeteil finden sich offene Großraumbereiche mit flexibler Büronutzung. Die großzügig geöffnete Südfassade mit Blick auf die Sauer ist als Pfosten-Riegel-Konstruktion ausgeführt und sorgt zusammen mit

einem adäquaten Sonnenschutz für einen maximalen Tageslichtanteil bis in die volle Raumtiefe dieser Bereiche. Somit konnten die Kunstlichtanlagen auf ein Minimum reduziert werden. Der Haupteingang und das progressive Öffnen der Holzfassade entlang der Hauptstraße geben Einblick in die öffentlichen Bibliotheks- und Ausstellungsbereiche. Die öffentlichen und halb-öffentlichen Bereiche im Erdgeschoss wie etwa die Empfangshalle, die Bibliothek, die Vortrags- und Tagungsräume mit Cafeteria profitieren auf angenehme Weise von der Transparenz des Gebäudes an dieser Stelle.

In technischer Hinsicht ist das Gebäude auf einen äußerst geringen Energiebedarf ausgelegt, welcher wiederum aus regenerativen Quellen gewonnen wird. Gekühlt und geheizt wird das Gebäude mittels einer Wärmepumpe, die ihre Energie aus dem Flusswasser der Sauer gewinnt und über den Zementestrich an die Innenräume abgibt. Durch das einfache Konzept einer manuellen Querlüftung mittels einer Vielzahl von schmalen Lüftungsflügeln mit vorgelagerten Strömungsgittern in der Nord- und Südfassade kann die Dauer der mechanischen und zonengesteuerten Lüftung deutlich reduziert werden. Darüber hinaus hat sich das Konzept der Nachtauskühlung des Gebäudes in den Sommermonaten bereits mehrfach bewährt.

Die Elektroinstallationen und die Kunstlichtanlagen konnten exakt auf die Bedürfnisse und das Verhalten der Gebäudenutzer angepasst werden. Die einzelnen Komponenten der LED-Beleuchtung und die technische Ausstattung der Arbeitsplätze, der Servicebereiche und der EDV erfüllen alle Nutzungsanforderungen bei gleichzeitig minimalem Energiebedarf.

Großflächige und leistungsstarke Photovoltaik-Anlagen produzieren im Gegenzug mehr Energie als das Gebäude nachweislich verbraucht, inklusive zum Bau aufgebrauchter Grauenergieanteil womit wir im Bereich des «Plusenergie-Standards» angekommen sind. Die Anlagen befinden sich auf dem begrünten Hauptdach des Gebäudes, direkt in die Architektur der Südfassade integriert und als Bekleidung des Daches und der Südseite des unmittelbar angrenzenden Carports, welcher als geschützte Stellfläche für Dienstfahrzeuge zur Verfügung steht.

Während des ganzen Projektablaufs, vom Rückbau des Bestands bis zur Inbetriebnahme des Neubaus, wurde die Herkunft und die Zusammensetzung mit ihrem entsprechenden Grauenergieanteil aller Baustoffe ausnahmslos unter die Lupe genommen, geprüft, beurteilt und in den Entscheidungsprozess



\_Großer Besprechungsraum im 2. Obergeschoss

mit einbezogen. Der konsequente Einsatz von gesundheitlich unbedenklichen und nachhaltigen Materialien, sowie die akribisch geführte Planung brachte dem Gebäude letztendlich eine DGNB Zertifizierung höchster Stufe ein.

Natürlich handelt es sich bei solchen Projekten immer um eine Momentaufnahme aus den zur Verfügung stehenden technischen Möglichkeiten unserer Zeit. Entscheidend ist dabei jedoch die Vorbildfunktion und der Baustein im Erfahrungs- und Entwicklungsprozess modernen Bauens. Es ist die Bewusstseinsänderung und die Sensibilisierung die zählt; die Anregung neue Lösungen finden zu wollen und vielleicht auch die Herausforderung beweisen zu können, dass trotz einer gezielten Reduzierung von Ressourcen und Energie die Qualität der Architektur in gleichem Maße gesteigert werden kann.

Zeitgemäßes und innovatives Bauen sollte nicht auf geringste Verbrauchszahlen und beste Energieklassen reduziert werden. Vielmehr sollte das Gleichgewicht zwischen einer natürlichen, gesunden Umgebung und einer guten Energieeffizienz im Vordergrund stehen und qualitätsbestimmend sein.

Die Gewissheit, dass sich nicht nur der architektonische Raum und das Licht positiv auf unser Befinden auswirken, sondern auch, dass die verwendeten Materialien dabei eine entscheidende Rolle spielen, gewinnt mehr und mehr an Bedeutung.

Bei der Umsetzung unseres Entwurfs haben wir all diese Komponenten in gleicher Weise miteinander verknüpft, ohne dabei die Identität der Architektur zu stören.

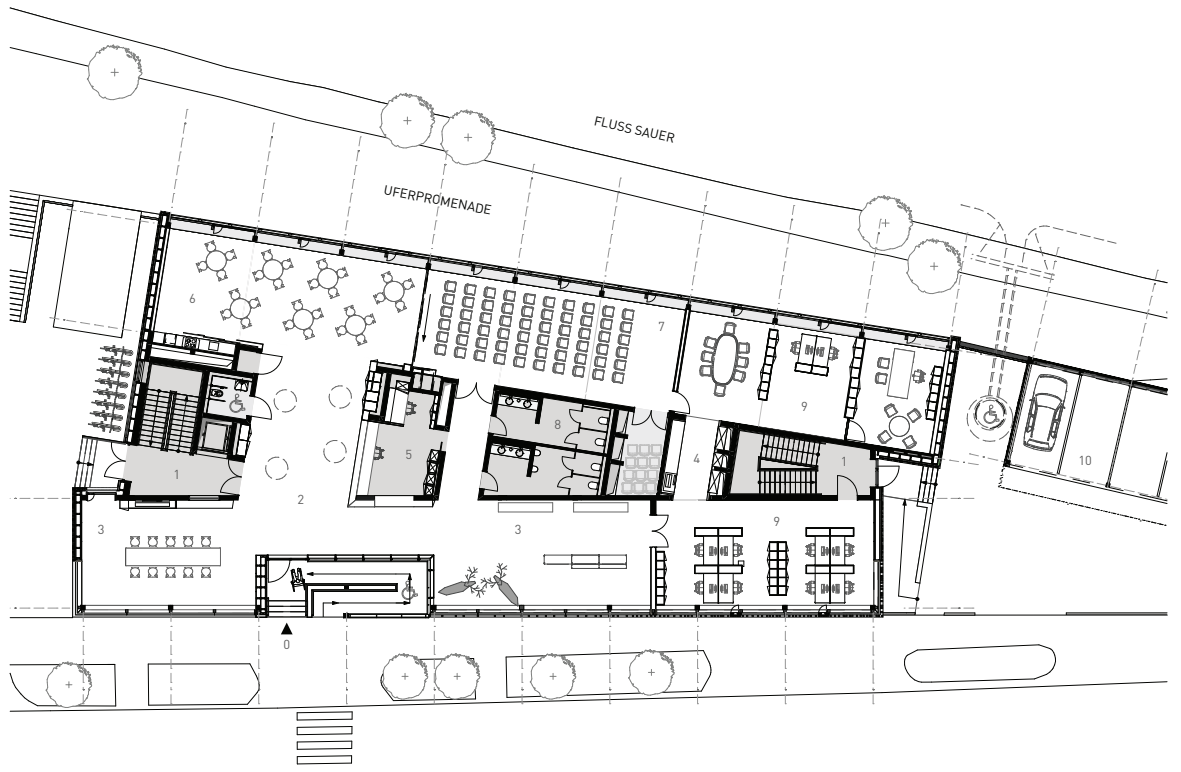
Das Gelingen eines solchen Projektes wird entscheidend dadurch beeinflusst, in welchem Maße ein Planungsteam (Architekten, Ingenieure, Bauphysiker, Bauökologen, Akustiker, Auditoren, u.a.) integral zusammenarbeitet. Zudem ist der ständige Dialog mit der Bauherrschaft, dem zukünftigen Nutzer und letztendlich mit den ausführenden Firmen unerlässlich.

Durch ein komplexes Geflecht an Fragen und Möglichkeiten, sowie besonnen und schnell zu treffenden Entscheidungen, rückt diese Zusammenarbeit mehr denn je in den Vordergrund und bestimmt letztendlich den Erfolg eines Projektes.

[www.morph4.com](http://www.morph4.com) / [www.atelierb.lu](http://www.atelierb.lu)

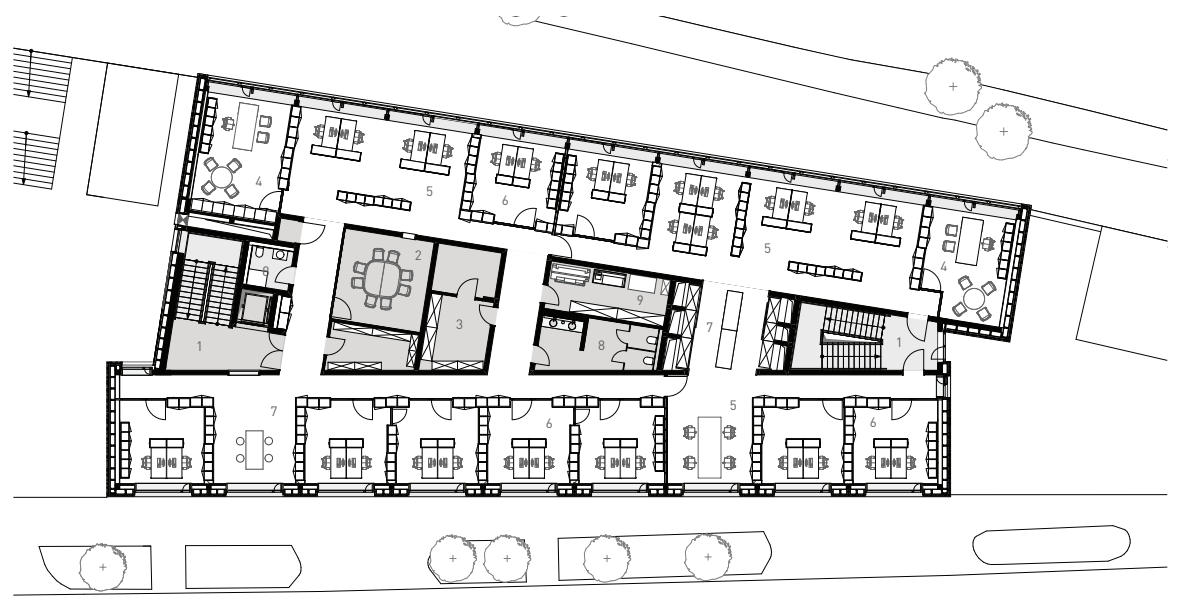


\_Uferpromenade mit Sichtbetonwand und architekturintegrierten Photovoltaikanlagen der Südfassaden



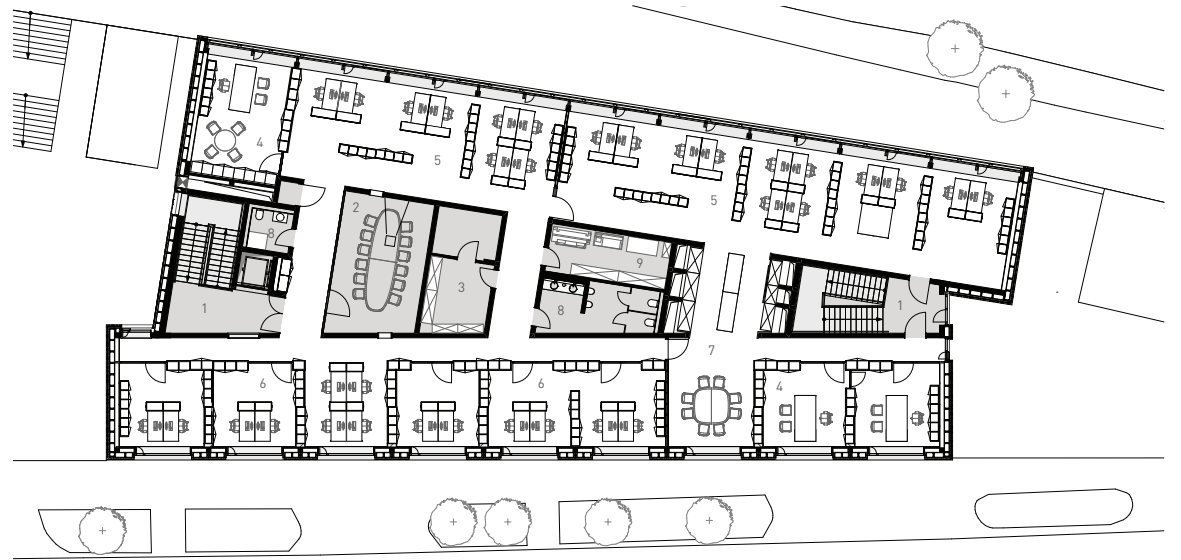
Erdgeschoss

- 0 Haupteingang
- 1 Erschließung
- 2 Foyer
- 3 Besucher- und Informationsbereich
- 4 Druckerstation
- 5 Empfang
- 6 Cafeteria
- 7 Großer Vortragsraum
- 8 Sanitäre Anlagen
- 9 Geschlossene Büroflächen
- 10 Carport



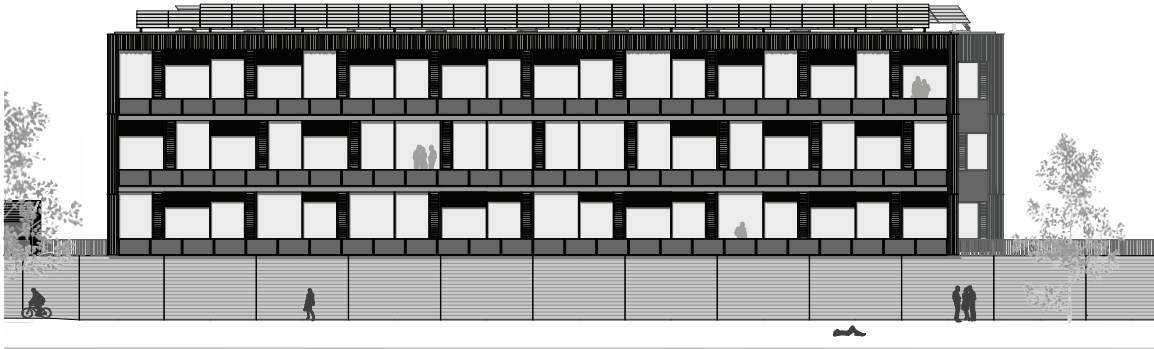
1. Obergeschoss

- 1 Erschließung
- 2 Kleiner Besprechungsraum
- 3 Lager & Technikräume
- 4 Direktionsbüro
- 5 Open Space
- 6 Geschlossene Büroflächen
- 7 Temporäre Besprechungsbereiche
- 8 Sanitäre Anlagen
- 9 Druckerstation

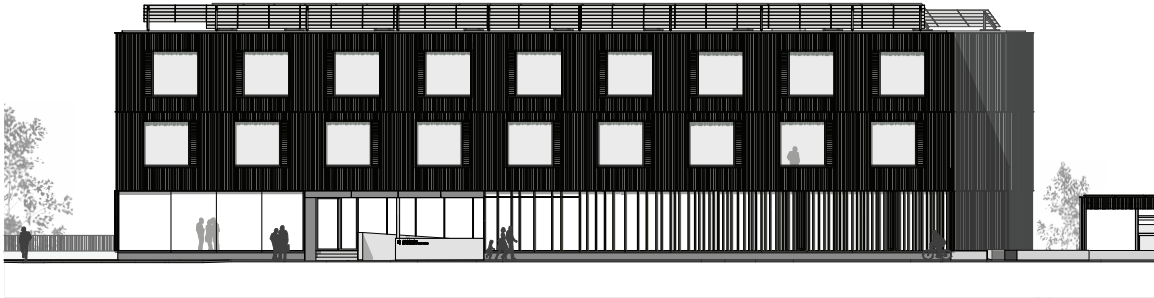


2. Obergeschoss

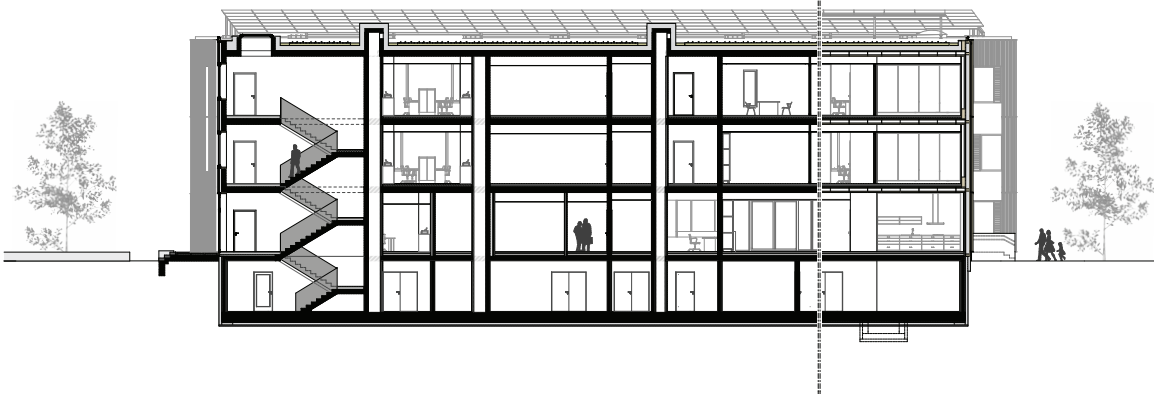
- 1 Erschließung
- 2 Großer Besprechungsraum
- 3 Lager & Technikräume
- 4 Direktionsbüro
- 5 Open Space
- 6 Geschlossene Büroflächen
- 7 Temporäre Besprechungsbereiche
- 8 Sanitäre Anlagen
- 9 Druckerstation



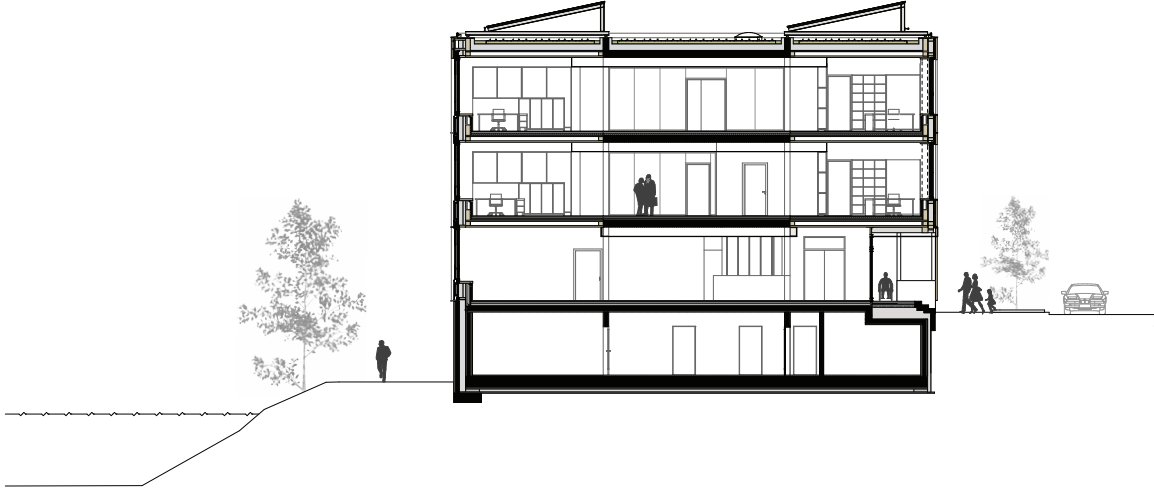
\_Ansicht Süd



\_Ansicht Nord



\_Systemschnitt längs



\_Systemschnitt quer

Die erfolgreiche Planung eines Plusenergiegebäudes geht mit gehobenen Ansprüchen an die Planungsleistung jeder Fachdisziplin sowie an die reibungslose Zusammenarbeit aller Fachplaner einher (integralen Planung).

## TRAGWERKSENTWURF UND PLANUNG DER AUSSENANLAGEN

Marc Prommenschenkel Ingénieur-conseil, Daedalus Engineering



Die Zielvorgaben für dieses Gebäude waren das Erreichen eines Plusenergiestandards mit wirtschaftlich vertretbaren Mitteln einhergehend mit dem Erlangen eines guten Bewertungsgrades bei der geplanten DGNB-Gebäudezertifizierung. Ein besonderes Augenmerk sollte auf die mögliche Reduzierung der grauen Energie (nicht erneuerbare Primärenergie, welche notwendig ist, um das Gebäude zu errichten und rückzubauen) gelegt werden. Bedingt durch die Vorgabe ein Gebäude mit möglichst hohem Anteil an thermisch nutzbarer Massenträgheit zu entwerfen, dies auch im Hinblick auf ein möglichst angenehmes Behaglichkeitsempfinden für den späteren Nutzer bei zeitgleich geringem Einsatz (haus-)technischer Hilfsmittel, musste trotzdem der Vorgabe des späteren Gebäudenutzers Rechnung getragen werden, ökologische und ressourcenschonende Baustoffe zum Einsatz zu bringen. Die Herausforderung bestand darin zusätzlich zu sämtlichen technischen und rechtlichen oder gesetzlichen Vorgaben bei der Planung des Gebäudes, eine Vielzahl an neuen Auswahl- und Entscheidungskriterien bei der Planung dieses Bauwerks zu berücksichtigen. Bei jedem Planungsschritt sind die Einflüsse der Entscheidungen des Tragwerksplaners auf die Gewerke anderer Fachplaner vorab zu erkennen, zu untersuchen und im Sinne einer integralen Gesamtprojektplanung zur Erfüllung der gesetzten Zielvorgaben in gemeinsamer Absprache abzuwägen.

Nach Analyse aller Anforderungen an das zu planende Gebäude wurde schnell klar, dass eine Entscheidung für ein angepasstes Tragwerkskonzept in diesem Fall nicht allein nach statisch-, technischen oder gar philosophischen Gesichtspunkten getroffen werden konnte. Um das für dieses Bauvorhaben optimale und möglichst allen Vorgaben entsprechende Tragwerkskonzept zu finden, wurde, parallel zur Erstellung des Vorentwurfes durch die planenden Architekten, eine ausgiebige Variantenstudie mehrerer Tragwerkssysteme erstellt. Anhand von vorher festgelegten Spannweiten und Lastannahmen, sowie auf Basis eines fiktiven Grundrisses wurden insgesamt 13 verschiedene Deckensysteme mit den dazugehörigen Bauteilen zur vertikalen Lastabtragung (Wände, Träger, Stützen) vorbemessen und untersucht.

Folgende Systeme wurden verglichen: linien- und punktgelagerte Stahlbetondecken mit und ohne eingelassene Verdrängungskörper, Stahl- und Stahlbetonverbunddecke, Holz-Stahlbeton- Verbunddecke als Rippendecke oder als Plattendecke mit ebener oder gerippter Unterseite, Massivholzdecke als Brettsperrholz- oder Brettstapeldecke, Rippendecke aus Holz sowie mehrere Systeme von Holz-Hohlkastendecken.

Diese Systeme wurden nach insgesamt 9 unterschiedlichen Kriterien bewertet: Verbrauch an grauer Energie, Verbrauch an Primärenergie, Emission von Treibhausgasen, Brandschutzanforderungen, Gebrauchstauglichkeitsanforderungen (Empfindlichkeit auf Durchbiegungen und Schwingungsanfälligkeit), Schallschutzanforderungen (Luftschalldämmmaß und Trittschallschutz) sowie aus dem Tragwerk resultierende Baukosten umgelegt pro Quadratmeter Deckenfläche.

Diese Studie hat es ermöglicht, eine Vorauswahl der geeigneten Tragwerkskonzepte auf Basis objektiv festgelegter Kriterien in Anbetracht aller Forderungen für das zu erstellende Gebäude vorzunehmen, auch wenn sich nicht von vorneherein ein einzelnes System deutlich vorteilhaft gegenüber anderer Systeme positionieren konnte.

In Anbetracht der Auswertung der Variantenstudie wurde beschlossen, die weiteren Untersuchungen auf die 2 Systeme zu beschränken, welche jeweils in der Summe die größte Anzahl an Vorteilen aufzeigen konnten und welche sowohl einzeln als auch in Kombination betrachtet wurden: linienförmig gelagerte Stahlbetonflachdecken, auf Stahlbetonwänden aufliegend, und Holzdecken



**Systemvergleich Deckenvarianten (statisch erforderliche Konstruktion)**

Variante Nummer	1	2	3	4
System	Stahlbetondecke	COBIAX-Flachdecke	Holz-Beton-Verbunddecke	Holz-Hohlkastendecke
Systemskizze (ohne Maßstab)				
Systembeschreibung	Stahlbetondecke in Ortbeton- oder Halbfertigteilbauweise	Stahlbetondecke h=30 mit Verdrängungskörpern COBIAX CBCM-S-180	HBV-Decke als Plattendecke F90, Stb.-Platte 12 cm, Brettstapeldecke 26cm, HBV-Schubverbinder	Hohlkastendecke F90, z.B. Lignatur LFE Sondertyp mit Akustikdämmung, ohne Kammerbefüllung
Bauhöhe nur statisches Deckensystem	35	30	38	36
Statisches System	Flachdecke punktgelagert, teils durchlaufend	Flachdecke punktgelagert, teils durchlaufend	Einfeldträger liniengelagert	Einfeldträger liniengelagert
Resultierende Eigenlast Deckenkonstruktion	875	594	419	91
SUMME Graue Energie (Basis: KBOB):	1.335	1.001	1.627	798
Differenz gegenüber Variante 1	0,0	-25,0	21,9	-40,2
SUMME Primärenergie gesamt (Basis: KBOB):	1.395	1.046	4.876	3.043
Differenz gegenüber Variante 1	0,0	-25,0	249,4	118,1
SUMME Treibhausgas-emissionen (Basis: KBOB):	136	97	123	51
Differenz gegenüber Variante 1	0,0	-28,7	-9,2	-62,4
Brandschutz - Anforderung	F90-B			
Durchbiegungsnachweise - Gebrauchstauglichkeit	erfüllt (I/500)	erfüllt (I/500; Nachweis durch Hersteller)	erfüllt für I/500	erfüllt für I/450 (Nachweis durch Hersteller)
Schwingungsnachweise - Gebrauchstauglichkeit	nicht erforderlich, gilt als erfüllt	nicht erforderlich, gilt als erfüllt	erfüllt, vereinfachtes Verfahren	erfüllt (Nachweis durch Hersteller)
Schallschutz - Luftschall	nicht nachgewiesen, gilt als erfüllt	nicht nachgewiesen, gilt als erfüllt	erfüllt (HBV-Software)	erfüllt (Nachweis durch Hersteller)
Schallschutz - Trittschall	nicht nachgewiesen, gilt als erfüllt	nicht nachgewiesen, gilt als erfüllt	erfüllt (HBV-Software)	erfüllt (Nachweis durch Hersteller)
Geschätzte Baukosten nur Decke, gerundet (€/m²)	150,00	160,00	330,00	260,00

Auszug aus der Vergleichstabelle verschiedener Deckensysteme

bestehend aus flächigen Hohlkastenelementen, welche auf einem Holzskelett aufliegen. Die Stahlbetonbauweise konnte Nachteile bei den ökologischen Bewertungskriterien durch Vorteile bei den technischen Bewertungskriterien (Brandschutz, Schallschutz) kompensieren.

Die Holzbauweisen haben meist klare Vorteile bei den ökologischen Kriterien, wobei, je nach System, mehr oder weniger große Nachteile bei einzelnen technischen Bewertungskriterien nur durch zusätzliche Mittel wettgemacht werden können.

Unter Anbetracht des zwischenzeitlich durch die Architekten vorgelegten Vorentwurfs des Gebäudes mit entsprechendem ästhetischen Konzept, sowie der durch das haustechnische Planungsbüro vorgelegten Vorgaben zu den maximalen Wärmedurchgangskoeffizienten der einzelnen Bauteile der späteren Gebäudehülle, kristallisierte sich zunehmend heraus, dass eine Fassadenkonstruktion bestehend aus entsprechend stark gedämmten Holztafelbauelementen in jedem Fall die sowohl wirtschaftlich als auch technisch angepasste Lösung darstellen wird.

So konnte demnach angenommen werden, dass hier die Wahl eines Tragwerkssystems unabhängig von der Ausbildung der Fassadenkonstruktion getroffen werden kann, da aus statisch-konstruktiver Sicht die Unterschiede in der Wechselwirkung zwischen Fassadenkonstruktion und den untersuchten Tragwerkssystemen als geringfügig einzustufen sind.

Nach erfolgreichem Abgleich der aus der Variantenstudie gewonnen Erkenntnisse auf Basis eines fiktiven Grundrisses mit dem tatsächlichen Grundriss des Vorentwurfs für das zu erstellende Gebäude hat sich sehr deutlich herausgestellt, dass nur eine Kombination von 2 Bausystemen in der Lage ist, alle gestellten Anforderungen größtenteils und bestmöglich zu erfüllen.

Für den vorgelegten, der Örtlichkeit angepassten, fast trapezförmigen Grundriss konnte nur die Kombination aus einem, auch bei einem geometrisch-konstruktiv unvorteilhaften Grundriss, vergleichsweise einfach und günstig herzustellenden Stahlbetonbau im Bereich des Gebäudekerns in Verbindung mit einem klaren, gerichteten und ökologisch vorteilhafteren Holzbau der außenliegenden Büroriegel die größte Anzahl an Vorteilen in der Summe vereinen.

Allein durch diese Erkenntnis war aber für die Gebäudebereiche in Holzbauweise noch keine abschließende

Entscheidung der optimalen konstruktiven Durchbildung der einzelnen Bauteile getroffen. Mehrere auf dem Markt vorhandenen Systeme zur Herstellung von Holzdecken aus flächigen Hohlkastenelementen wurden innerhalb des Planungsteams kontrovers diskutiert.

Zur Entscheidungsfindung wurde untersucht, wie, je nach Produkttyp, die Ausbildung einiger charakteristischer Anschlussdetails, wie zum Beispiel der Anschluss der Deckenelemente an den Stahlbetonbau oder aber der Anschluss der Deckenelemente an die Randträger aussehen könnte.

Diese wurden sowohl unter Anbetracht einer möglichst einfachen und damit schnellen Ausführung als auch nach dem erforderlichen Materialverbrauch (in Anbetracht der Vorgabe, graue Energie einzusparen) objektiv bewertet.

Als zusätzliche Entscheidungsbasis wurde untersucht, welche zugelassenen und geprüften Bodenaufbauten auf den Hohlkastenelementen am besten geeignet sind, um möglichst alle Vorgaben des ökologischen Bauens, der geplanten Gebäudezertifizierung, der Eigenschaften des Brandschutzes, der einfachen und flexiblen Verlegung von technischen Leitungen, der Schwingungsdämpfung, des Trittschallschutzes sowie der thermischen aktivierbaren Massenträgheit des Gesamtaufbaus zu erfüllen.

Schlussendlich wurde entschieden, die Decken des Holzbaus aus werkseitig geschlossenen Holz-Hohlkastenelementen mit rechteckigen oder quadratischen Kammern herzustellen.



Gebäudeansicht während der Rohbauarbeiten, Holzskelettbau mit Gebäudekern in Stahlbeton

© Daedalus Engineering s. a. r. l.

Da das Bauwerk in unmittelbarer Nähe des Flusses Sauer liegt, haben die Vorgaben des Wasserwirtschaftsamtes zum hundertjährigen Hochwasserniveau die Höhenlage des Erdgeschosses bestimmt. Unterhalb des Erdgeschosses liegt

vollflächig ein Untergeschoss mit den erforderlichen Flächen zur Unterbringung von Neben- und Lagerräumen sowie der haustechnischen Gerätschaften. Dieses Untergeschoss dient auch zum Niveauausgleich zwischen der höherliegenden, nördlichen avenue de la Gare und dem tieferliegenden, südlichen Fahrrad- und Fußgängerweg entlang der Sauer. Wegen des zu erwartenden Lastfalles „Wasserdruck“ und durch den straßenseitig anstehenden Erddruck entlang einer Hauptverkehrsachse lag die Entscheidung nahe, das Kellergeschoss komplett in Stahlbetonbauweise auszuführen. Die Kellerwände wurden mittels sogenannter Doppelwände hergestellt.

Die Decke über dem Kellergeschoss basiert auf einachsigen gespannten Filigranplatten. Das komplette Kellergeschoss wurde wannenartig druckwasserdicht als „schwarze Wanne“ ausgeführt. Durch die offensichtlich vorhandene Hochwassergefahr und bedingt durch das, dem großen Anteil an Holzbau geschuldete, vergleichsweise geringe Eigengewicht der Gesamtkonstruktion musste das Gebäude mit einer Auftriebssicherung versehen werden. Diese ist durch eine Erhöhung der Dicke der Bodenplatte erfolgt.

Die hieraus resultierende große Steifigkeit der Bodenplatte und des Kellergeschosses hat ermöglicht, das Gebäude auf dem vorhandenen Baugrund, unter Zwischenschaltung einer teils etwa 50 cm starken Schicht Schotter, zu errichten. Auch wenn das Grundstück in unmittelbarer Nähe der Sauer liegt und der vorhandene Baugrund aus einem Sand-Kies-Gemisch besteht, konnte auf Tiefengründungen verzichtet werden.

Das komplette Untergeschoss gehört der thermischen Hülle an und musste entsprechend ringsum stark gedämmt werden. Sauerseitig wurde dem Kellergeschoss eine Stahlbetonsichtbetonwand aus architektonischen Gründen aber auch als mechanischer Gebäudeschutz im Hochwasserfall vorgestellt.

Der Gebäudekern der oberirdischen Geschosse wurde in Stahlbetonbauweise hergestellt und besitzt einen trapezförmigen Grundriss. Die Wände dieses Kernes sind Stahlbetonwände mit einem sehr großen Anteil an Sichtflächen. Diese Sichtbetonflächen wurden mittels einer Rauspundschalung nach architektonischen Vorgaben hergestellt. Aus statischer Sicht dienen diese Wände zum Abtragen der anfallenden vertikalen Lasten des Gebäudes und zur Aufnahme aller Aussteifungskräfte des Gebäudes. Die Geschossdecken wurden in Ort betonbauweise, teils einachsig bewehrt, teils zweiachsig bewehrt, hergestellt. Die Treppenläufe bestehen aus oberflächenfertigen Sichtbeton-Fertigteilläufen, welche mit Ort betonpodesten verbunden wurden.

Die dem Gebäudekern angegliederten Büroriegel bestehen aus einem gerichteten Holzbau mit rechtwinklig angeordneten Hauptachsen. Die Geschossdecken aus Hohlkastenelementen spannen über etwa 6,00 m vom Gebäudekern in Richtung der straßen- und sauerseitigen Außenwände. Der Holzbau wurde als Holzskelettragwerk ausgeführt. Die Entscheidung für dieses Tragwerkssystem war zum einen bedingt durch das Resultat der zuvor beschriebenen Variantenstudie, zum anderen aber auch durch die vorhandene architektonische Vorgabe, die Außenwände im Bereich der Büroräume, im Bedarfsfall, auch als Pfosten-Riegelkonstruktion mit hohem Anteil an Verglasung ausführen zu können. Nur eine Skelettkonstruktion konnte diese erforderliche Flexibilität bieten.

Zur besseren Tageslichtausnutzung konnte kein Sturz unterhalb der Decke im Bereich von Fenstern ausgeführt werden. Diese Vorgabe bedingt, dass alle Deckenelemente nicht, wie im Holzbau üblich, dem Holzskelett aufgelegt, sondern an den Randträgern des Holzskelettes hochgehängt werden mussten. Dieses Hochhängen erfolgte mittels, im Randbereich der Deckenelemente, an der Deckenunterseite eingelassener, durchgehender U-Profile aus Stahl und Gewindestäben im statisch erforderlichen Abstand. Diese Gewindestäbe werden durch im Werk vorgefertigte Bohrungen zur Randträgeroberseite geführt und dann mittels Unterlegscheiben und Muttern verbolzt.



\_Hochhängung der Holzdecken im Bereich der fassadenseitigen Randträgern

© Daedalus Engineering s. a. r. l.

Diese Randträger, welche als Einfeldträger mit einer Spannweite von jeweils etwa 4,80 m ausgelegt sind, wurden im Brüstungsbereich der jeweils oberliegenden Etage konstruktiv verkleidet. Diese Randträger sind zusammen mit den Stützen, die aus konstruktiven Gründen und aus Gründen des Brandschutzes verdeckt wurden, in die Holzquerschnitte eingelassene Verbindungen. Zur Stützen-Riegel-Verbindung wurde ein innovatives, zugelassenes Schwalbenschwanzverbindersystem aus Aluminium gewählt.

Bereits während der Planung wurde darauf geachtet, dass ein Ausgleich von möglichen Bauleranzen der Ausführung im Bereich der Verbindung zwischen dem Stahlbetonbau und dem angrenzenden Holzbau in 3 Dimensionen möglich ist, insbesondere im Bereich der Deckenanschlüsse. Hierzu wurden am Deckenrand der Stahlbetondecken im Betonbereich rückverankerte Kopfplatten aus Stahl eingebracht. An diesen wurde nach Herstellung des Rohbaus ein Stahlwinkel befestigt. Die Holzdecken sind im Randbereich ausgeklinkt und liegen diesem Stahlwinkel direkt auf. Unterhalb des Stahlwinkels wurde eine Verkleidung aus einer Brandschutzplatte und einem Nadelholzbrett (sichtbar) angebracht.

Zwischen diesem Brett und der angrenzenden Stahlbetonwand wurde eine Schattenfuge hergestellt. Somit war ein Toleranzausgleich in alle Richtungen möglich, was während der Bauausführung auch notwendig war.



\_Auflagerung der Holzdecken an den Stahlbetonwänden des Gebäudekernes

© Daedalus Engineering s. a. r. l.

Die Aussteifung des Holzskelettragwerkes erfolgt über die Stahlbetonwände im Kernbereich des Gebäudes. Die statische Scheibe, welche zur Aufnahme von horizontalen Kräften aus Wind- und Imperfektionslasten dient, wird durch eine Dreisichtplatte, welche den Deckenelementen aufliegt und auch mit den Deckenelementen vernagelt ist, hergestellt.

Die Entscheidung für diese Ausführung beruht größtenteils auf ökologischen Gründen. Bedingt durch die hohen aufzunehmenden Lasten hätte eine mechanische Verbindung mittels Schubbolzen zwischen den einzelnen Deckenelementen zu einem hohen Anteil an Stahlbauteilen innerhalb des Holzbaus und somit zu einer schlechteren ökologischen Bilanz geführt. Das Aufbringen einer OSB-Platte auf die Deckenelemente wäre statisch vorteilhafter gewesen, hätte jedoch Nachteile bei der Gebäudezertifizierung (Risiko einer höheren Schadstoffbelastung der Raumluft durch Klebstoff) mit sich bringen können.

Die Befestigung der Scheibe an den Stahlbetonwänden erfolgt mittels einfacher Verbindungswinkeln aus Stahl, welche von oben mit der Scheibe und mit der angrenzenden Wand verbolzt wurden.



„Dreischichtplatten zur Scheibenausbildung und Anschlussdetail an die Stahlbetonwände des Gebäudekernes“ © Daedalus Engineering s. à r. l.

Die Fassadenkonstruktion besteht aus teils vorgefertigten, stark gedämmten, großformatigen Holztafelelementen, welche nur zur Abtragung von horizontalen Lasten mit dem Holzskelettbau verbunden sind. Die Abtragung von vertikalen Lasten (Eigengewicht der Fassadenkonstruktion) erfolgt über Auflagerkonsolen im Fußbereich der Fassade. Die vertikalen Lasten werden so unmittelbar in die Kelleraußenwände eingeleitet. Vorteil dieser Wahl der Konstruktion ist die große Flexibilität der architektonischen Gestaltung. An der Südfassade konnten so großzügige Fensterflächen mittels einer Pfosten-Riegel-Konstruktion generiert werden. An der Nordfassade war die Herstellung einer Lochfassade problemlos möglich. Alternativ zu der jetzt gewählten Tragstruktur wurde auch die Möglichkeit untersucht, die Struktur der Außenfassade ebenfalls zur Abtragung der vertikalen Lasten des Bauwerkes zu nutzen. Dieser Ansatz hätte allerdings zu einem in der Summe höheren Holzbedarf geführt und zudem die gestalterische Freiheit der Architekten stark eingeschränkt.

Durch Rücksprache mit den entsprechenden Behörden, durch das Vorsehen von entsprechenden Kompensierungsmaßnahmen sowie durch das Erstellen eines Prüfberichtes konnte von den üblichen Brandschutzanforderungen eines Gebäudes dieser Größenordnung abgewichen werden. Dies hatte sowohl wirtschaftlich als auch in Bezug auf die Bilanzierung der grauen Energie des Gebäudes einen positiven Einfluss. Die Geschossdecken des Holzbaus sind auf Abbrand für eine Feuerwiderstandsdauer von 60 Minuten, die Dachdecke für 30 Minuten ausgelegt. Die tragenden Bauteile des Holzskelletes sind für eine Feuerwiderstandsdauer von 60 Minuten bei einer zusätzlichen Kapselung von 30 Minuten ausgelegt. Die notwendigen Treppenhäuser, welche als Fluchtweg dienen, liegen alle im Bereich des Stahlbetonbaus im Gebäudekern. Ein direkter Fluchtweg nach außen, ohne Queren von Bereichen des Holzbaus ist möglich.



„Rohbau im Bereich des westlichen Fluchttreppenhauses während der Montage“ © Daedalus Engineering s. à r. l.

Um den Aufbau einer Photovoltaikanlage über dem Flachdach des Gebäudes mit einem möglichst optimalen Einfallswinkel der Sonnenstrahlen zu ermöglichen, wurde eine Unterkonstruktion aus Stahlwalzprofilen hergestellt.

Diese fachwerkartige Unterkonstruktion konnte durch die Skelettbauweise sehr einfach punktuell, unter Zwischenschaltung wärmedämmender Trennelemente, einerseits auf den Stützen des Holzbaus befestigt werden, andererseits mit den Stahlbetonwänden des Gebäudekernes verbunden werden.

Angrenzend an das betrachtete Gebäude wurde ein Unterstand für die Dienstwagen der Gebäudenutzer hergestellt. Das Tragwerk dieses Carports besteht aus einem klassischen, stabförmigen Holztragwerk, welches mittels Windverbänden aus Stahlzugstäben stabilisiert wird.

Auch die ingenieurmäßige Planung der an das Gebäude angrenzenden Außenanlagen kann, auf Grund der begrenzten Fläche des Grundstücks sowie den hohen technischen Anforderungen als Herausforderung angesehen werden. Auf der Restfläche des Grundstückes mussten sämtliche Leitungen zur Regenwasserentwässerung des Gebäudes, eine Zisterne zur Regenwassernutzung, eine Regenwasserretentionsmulde und ein Vorlagebecken für Flusswasser zur haustechnischen Nutzung eingebracht werden.

Das Baugrundstück hat eine annähernd dreieckige Grundrissform. Es wird nördlich begrenzt durch die vielbefahrene avenue de la Gare, südlich durch einen Weg für Fußgänger und Radfahrer entlang der Sauer, im Folgenden als Promenade bezeichnet, sowie eine östlich angrenzende Nachbarbebauung. Die Promenade liegt etwa 3 Meter tiefer als das Baugrundstück und etwa 3,5 Meter tiefer als das Erdgeschossniveau des Gebäudes.

Im Bereich des Höhenunterschiedes wurde das Gelände vor Baubeginn durch eine gemauerte Stützwand gehalten. Im Zuge des Projektes wurde diese Stützwand durch eine neue Winkelstützwand in Stahlbeton mit einer sauerseitigen Sichtbetonoberfläche ersetzt und im gleichen Zug wurden die vorhandenen Grenzen begradigt. Hierzu mussten Nachweise der Hochwasserausgleichsmaßnahmen geführt werden, um zu gewährleisten, dass dem Fluss im Hochwasserfall mindestens das gleiche Stauvolumen zur Verfügung steht wie vor der Baumaßnahme.

Das Dachwasser der begrünten und bekiesten Dachfläche des Hauptgebäudes wird einer Regenwassernutzungsanlage mit entsprechenden Vorlagebehältern zugeführt. Die befestigten Flächen der größtenteils befahrbaren Außenanlagen sind mit einem versickerungsfähigen Belag aus Pflastersteinen ausgelegt.

Am westlichen Grundstücksende wurde eine Retentionsmulde, welche jederzeit erreichbar und einsehbar ist, hergestellt. Somit können visuell eventuelle Fehlschlüsse von Schmutzwasser an das Regenwassernetz einfach festgestellt werden.

Besonders erwähnenswert sind die Bauwerke der Außenanlagen, welche mit der Nutzung von Flusswasser der Sauer zum Heizen und Kühlen des Gebäudes in Verbindung gebracht werden. Zur Entnahme des Flusswassers wurde ein muldenförmiges Gerinne vom Sauerufer bis zum Gewässertiefpunkt hergestellt. Da sich der Maßnahmenbereich am Prallhang der Sauer befindet, war der Eingriff in das Gewässer mit einer Länge von etwa 3 – 4 Metern gering.

Am Uferbereich erfolgt der Übergang in eine Verrohrung DN 400. Bei mittlerem Niedrigwasser ist das Rohr etwa zur Hälfte eingestaut. Das Rohr mündet in einen Vorlagebehälter mit ca. 10m<sup>3</sup> Volumen. Aus dem Vorlagebehälter erfolgt die Entnahme. Der Rücklauf des Wassers aus dem Wärmetauscher wird dem Regenwasserkanal zugeführt, der an die Gewässerverrohrung des „Floosbaach“ angeschlossen wurde.

Um eine Genehmigung für diese Entnahme zu erhalten, musste unter anderem die Erwärmung des Flusswassers zu Spitzenzeiten (Gebäudekühlung im Sommer bei mittlerem Niedrigwasser) nachgewiesen werden. Die maximale Temperaturveränderung des Wassers beträgt 4°C, der hierzu benötigte Volumenstrom etwa 8,6l/s (31m<sup>3</sup>/h). Bei mittlerem Niedrigwasser von etwa 5,3m<sup>3</sup>/s wird die Sauer nur sehr geringfügig erwärmt.

www.daedalus.lu

Der neue Hauptsitz der Naturverwaltung (Administration de la nature et des forêts) in Diekirch wurde im vergangenen Juli bezogen und stellt ab sofort nicht nur den Beschäftigten der Verwaltung einen adäquaten Arbeitsplatz zur Verfügung sondern bietet darüber hinaus allen Interessierten mit seinen Besucher- und Informationsbereichen eine zentrale Anlaufstelle für alle Angelegenheiten im Rahmen der Luxemburger Natur- und Forstgebiete.

Naturverwaltung Diekirch

## BESCHREIBUNG DER TECHNISCHEN GEBÄUDEAUSRÜSTUNG\_

Thomas Wrobel, B. ENG. (FH), Etienne Kolodziejczyk, Dipl. Ing. (FH)



\_Technikzentrale im Untergeschoss

In Diekirch ist mit dem Neubau der Naturverwaltung ein Gebäudekomplex entstanden, der nicht nur mit moderner Architektur beeindruckt, sondern insbesondere auch mit seiner nachhaltigen Haustechnik. Im Mittelpunkt steht dabei eine Wärmepumpenanlage, die Energie aus dem Fluss für Heizung und Kühlung nutzbar macht.

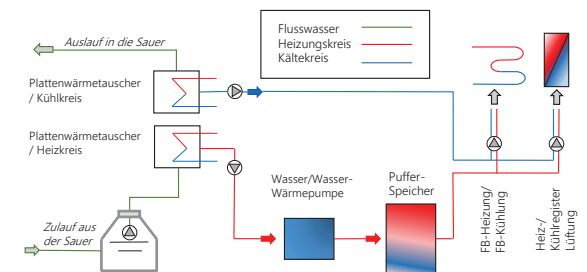
Während der Planungsphase wurde ein besonderer Wert auf die Energieeffizienz des Gebäudes gelegt. Hierbei wurden verschiedene Anlagenvarianten gegenübergestellt, Energieverbräuche abgeschätzt und komplexe Simulationen der Gebäudetechnik durchgeführt; mit dem Ziel, ein Bürogebäude zu errichten, welches mehr Energie produziert, als seine Bewohner verbrauchen.

Das Gebäude der Naturverwaltung Diekirch wurde direkt am Ufer der Sauer errichtet. Somit lag es nahe, das Flusswasser der Sauer als Energiequelle zu nutzen, um das Gebäude im Winter mit Wärme zu versorgen und in den warmen Sommermonaten zu kühlen.

### Wärmepumpenanlage

Zur Wärmeerzeugung wird eine Wasser-Wärmepumpe eingesetzt. Bei dieser hydrothermalen Energiegewinnung wird dem Flusswasser, welches über einen freien Einlauf in eine Zisterne geleitet wird, Wärmeenergie entzogen. In der Regel wird das Wasser durch diese Form der Energiegewinnung um etwa 3 Kelvin abgekühlt, so

dass es mit einer verringerten Temperatur über einen freien Auslauf wieder dem Fluss zugeführt wird. Um einen erhöhten Umweltschutz zu gewährleisten, wurde die Wasser-Wärmepumpe mit zusätzlichen Wärmetauschern zur Systemtrennung ausgestattet, um den Primärkreis vom Sekundärkreis zu trennen. Mit Hilfe dieser Ausführungsvariante und durch den Einsatz umweltfreundlicher Kälteflüssigkeiten können im Falle einer Leckage keine Schadstoffe in das Flusswasser gelangen.



\_Prinzipschema der Wärmepumpenanlage



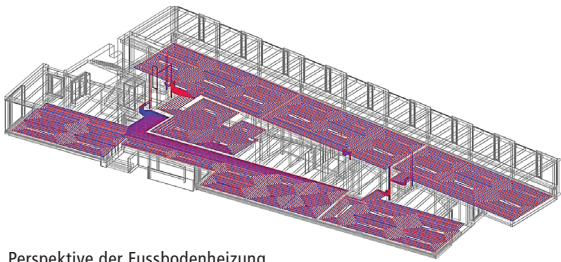
\_Wasser-Wasser-Wärmepumpe der Naturverwaltung Diekirch

Die „kalte Seite“ der Wasserwärmepumpenanlage eignet sich hervorragend zur „Freien Kühlung“. Sie ist als sanfte Kühlung zu sehen, da hier nur das Temperaturniveau des Sauerwassers genutzt wird. „Freie Kühlung“ bedeutet, dass der Kompressor der Wärmepumpe nicht in Betrieb ist. Die „kalte Seite“, das kühle Flusswasser, wird direkt über einen Wärmetauscher zum Kühlen des Gebäudes genutzt.

### Wärmeverteilung

Über eine Fußbodenheizung sowie fünf Heizkörper wird der Wärmebedarf des Gebäudes gedeckt. Auf Grund der

Ausrichtung des Gebäudes wurden zwei Kreise (NORD und SÜD) vorgesehen, so dass ein Heizen und Kühlen in den Kreisen unabhängig voneinander möglich ist.



\_Perspektive der Fussbodenheizung

Für den Heiz-/Kühlfall ist jeweils nur ein Rohrnetz (2-Leiter) vorgesehen und wird auf dem Verteiler mittels Umschaltventilen geregelt. Ein Thermostat für die Fußbodenheizung regelt die Temperatur im jeweiligen Raum. Mit Hilfe eines Temperaturfühlers wird der Istwert mit dem Sollwert verglichen und über ein Stellglied im Fußbodenheizungsverteiler reguliert. Zur Regulierung der jeweiligen Räume wurde das Gebäude in Zonen eingeteilt und diesem Raumregler zugeteilt. Dabei sendet der Fühler seine Messwerte an entsprechende Funkempfänger, die wiederum die Informationen weiterverarbeiten. Durch die Verwendung der energieoptimierten Funktechnik versorgt sich das Bediengerät mittels einer 2cm<sup>2</sup> großen Solarzelle selbst mit elektrischer Energie.

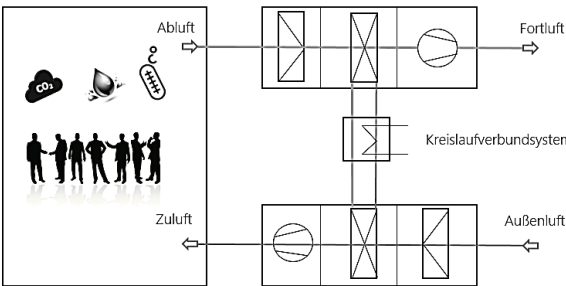
**Raumlufttechnische Anlage**

Die Lüftungsanlage in der Naturverwaltung Diekirch ist ein kombiniertes Zu- und Abluftgerät. Durch die Nutzung einer bedarfsgeregelten Lüftungsanlage wird der Lüfterneuerungsbedarf mittels Luftqualitätsfühler kontinuierlich gemessen und die dem Raum zugeführte Außenluftmenge mittels einer Regelung laufend an den tatsächlichen (gemessenen) Bedarf angepasst. Als Kriterium für die Raumluftqualität wurden folgende Führungsgrößen herangezogen:

- \_CO<sub>2</sub>-Gehalt
- \_Raumfeuchte
- \_Raumtemperatur

Der CO<sub>2</sub>-Gehalt der Raumluft steigt proportional mit der Anzahl und der Verweildauer der im Raum präsenten Personen und liefert somit ein Maß für die Luftqualität. Der Luftqualitätssensor in dieser Zone quantifiziert die Luftqualität des Raumes und liefert die Führungsgröße.

**Naturverwaltung Diekirch**



\_Prinzip der Lüftungsanlage



\_Raumlufttechnische Anlage der Naturverwaltung Diekirch

In der Abbildung ist das Prinzip der Lüftungsanlage der Naturverwaltung Diekirch vereinfacht dargestellt. Die

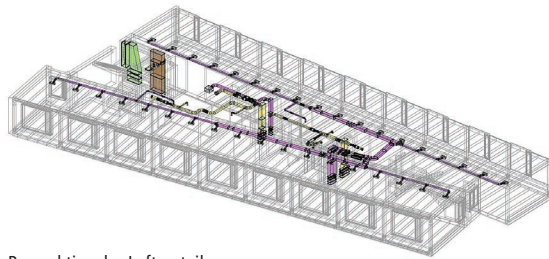
Außen- und Fortluftkanäle der raumlufttechnischen Anlage sind jeweils mit einem Wärmetauscher ausgestattet und durch eine Rohrleitung miteinander verbunden.

**Kreislaufverbundsystem**

Bei diesem Wärmerückgewinnungssystem werden die Zu- und Abluftströme vollständig voneinander getrennt und sind lediglich hydraulisch miteinander verbunden. Hier wird sowohl im warmen, als auch im kalten Luftvolumenstrom ein Register integriert. Die Register werden wasserseitig mit Rohrleitungen verbunden und mit einem Trägermedium gefüllt. Die warme Luft überträgt die Wärme an das Trägermedium, wobei eine Pumpe diese zum zweiten Register fördert und die Energie an die kalte Luft abgegeben wird. Mithilfe eines Mischventils kann die Leistung stufenlos geregelt werden. Der Vorteil des Kreislaufverbundsystems liegt darin, dass die Kombination der Wärmetauscher in der Außenluft und das Abluftgerät einen vergleichsweise geringen Platzbedarf benötigen. Das verbindende Rohrsystem macht dies möglich. Durch die absolute Trennung des Zu- und Abluftstroms wird eine Stoffübertragung von beispielsweise Keimen, Schadstoffen, Feuchtigkeit oder Gerüchen sicher vermieden. Dies prädestiniert das Kreislaufverbundsystem insbesondere für Anwendungen mit hohen Anforderungen an die Hygiene.

**Luftverteilung**

Mittels Luftqualitätssensoren werden die jeweiligen Zonen überwacht und gesteuert. Die Abbildung zeigt das Kanalnetz im 1. und 2. Obergeschoss der Naturverwaltung Diekirch.



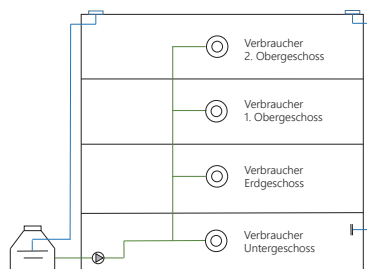
\_Perspektive der Luftverteilung



\_Lüftungsauslässe im Konferenzraum

**Regenwassernutzung**

Eine Regenwasserzisterne sammelt das Regenwasser, welches zur Versorgung der Toiletten und Urinale genutzt wird. In der Abbildung ist die Regenwassernutzung der Naturverwaltung Diekirch vereinfacht dargestellt. Bei niedrigem Wasserstand in der Zisterne wird die Trinkwassernachspeisung aktiviert. Hierbei wird ein Ventil in der Trinkwasserleitung geöffnet, welches für die Nachspeisung von Wasser in der Zisterne sorgt.



\_Vereinfachte Darstellung der Regenwassernutzung



Beleuchtung Eingangsbereich

Gebäude	Aufstellort	Installierte Leistung(kWc)	Ertrag/anno (kWh)
Hauptgeb.	Dach	82,68	75.610,86
Hauptgeb.	Südfassade	19,78	13.055,20
Carport	Dach	26,00	23.452,26
Carport	Südfassade	8,32	5.281,54
<b>Summen</b>		<b>136,78</b>	<b>117.399,86</b>

Leistungsbilanz: Diese Werte wurden mit einer entsprechenden Software berechnet, eine Abweichung ist gemäß den Wetterbedingungen möglich.

**Beleuchtungsanlage**

Um die Nutzung der Beleuchtungsanlage aus energiewirtschaftlicher Sicht den Bedürfnissen der Nutzer bestmöglich anpassen zu können, basiert die gesamte Steuerung der Beleuchtungsanlage des Erdgeschosses, der Obergeschosse und der Verkehrswege auf einem EIB/KNX-System. Die den jeweiligen Bereichen zugeordneten Leuchten werden automatisch über EIB/KNX-Präsenzmelder bzw. manuell über örtliche EIB/KNX-Taster gesteuert. Da im Kellergeschoss überwiegend Lager- und Technikräume eingerichtet sind, erfolgt dort die Beleuchtungssteuerung über konventionelle Präsenzmelder. Dies bringt gegenüber einer manuellen Schaltung über Lichtschalter immer noch den Vorteil, dass die Beleuchtung nur so lange eingeschaltet bleibt wie sich auch eine Person in den entsprechenden Bereichen aufhält. Es kann z.B. nicht passieren, dass „im Keller das Licht angelassen wird“.

Die Leuchten sind mit neuester LED-Technik bestückt und tragen somit zur Energieeinsparung einen bedeutsamen Teil bei. In den Bürobereichen und Verkehrswegen wurden die Leuchten so ausgewählt, dass sie das durchdachte Raumambiente wesentlich hervorheben. Dies wird insbesondere dadurch erreicht, dass die Leuchten die Räumlichkeiten mit einem Direkt- und Indirekt-Anteil ausleuchten. Zuzüglich sind die Leuchten in den Büro- und Besprechungsräumen mit einer Dimmfunktion ausgestattet; somit kann vom Nutzer die Beleuchtungsstärke der einzelnen Räume örtlich gesteuert und individuell angepasst werden.

**Photovoltaik Anlage**

Da auch die Energiegewinnung eine wichtige Rolle spielt, sind auf den Dachflächen und den Südfassaden des Hauptgebäudes sowie des Carports Photovoltaikanlagen installiert. Die Wechselrichter für die Photovoltaikanlage des Hauptgebäudes befinden sich auf dem Dach des Hauptgebäudes und sind auf einer Verteilung, die sich

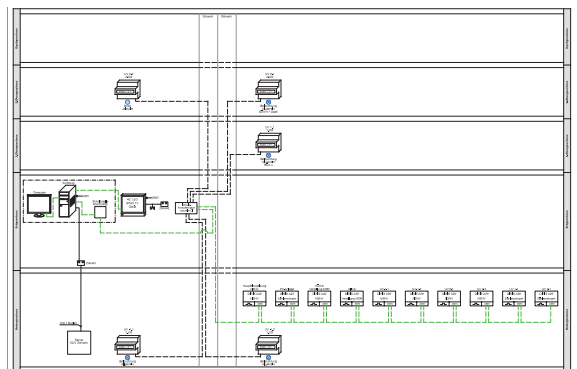
ebenfalls auf dem Dach befindet, angeschlossen.

Die von den Photovoltaikanlagen produzierte Energie wird direkt in das öffentliche Netz eingespeist und entsprechend erfasst.

**Visualisierung Energiemanagement**

In der Baumaßnahme werden der elektrische Verbrauch der Anlagen des Gebäudes sowie die elektrische Energieproduktion der Photovoltaik-Anlage gemessen und berechnet. Dies erfolgt über elektrische Multifunktionsmessgeräte, die in den verschiedenen Haupt- und Unterverteilungen eingebaut wurden. Eine interne Vernetzung der Messinstrumente über M-Bus-Schnittstellen macht es möglich, die Werte zusammenzufassen und zu analysieren. Weiterhin wird die Auswertung der Ergebnisse, sowie die Erfassung der momentanen Werte über eine Visualisierung auf einem LED-Bildschirm im Eingangsbereich für die Nutzer dargestellt.

Aufbau der Anlage:





Nachhaltigkeit ist mittlerweile eines der zentralen Themen in der Bau- und Immobilienwirtschaft. Ökologische, ökonomische und sozio-kulturelle Gesichtspunkte rücken beim Planen, Bauen und Betreiben von Gebäuden immer stärker in den Fokus.

## DGNB-GÜTESIEGEL FÜR NACHHALTIGES BAUEN\_

Klimawandel, Ressourcenverknappung, Finanzkrise - aufgrund der vielschichtigen Herausforderungen muss die Gesellschaft Verantwortung für die gegenwärtigen Probleme übernehmen, anstatt sie an die kommenden Generationen weiterzugeben. Das macht «Nachhaltigkeit» zu einem Leitbegriff der heutigen Zeit. Eine nachhaltige Entwicklung kann allerdings nur durch ein gleichzeitiges und gleichberechtigtes Umsetzen von ökologischen, ökonomischen und sozialen Zielen erwirkt werden.





Gerade die Bau- und Immobilienwirtschaft kann dazu einen entscheidenden Beitrag leisten. Rund ein Drittel des Ressourcenverbrauchs wird von Gebäuden verursacht. Für Abfallaufkommen oder CO<sub>2</sub>-Emissionen gilt ähnliches. Nachhaltiges Bauen zielt auf die systematische Reduktion dieser Kennwerte ab und stellt sich auf zukünftige Entwicklungen in diesem Bereich ein. Gleichzeitig sorgt es für gesellschaftlichen Nutzen und unterstützt die Wirtschaft. Vor diesem Hintergrund gründeten führende Experten aus unterschiedlichen Fachrichtungen der Bau- und Immobilienwirtschaft im Sommer 2007 die Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen e.V (DGNB).

### Die Methodik des DGNB Zertifikats

Das DGNB Zertifikat ist ein aus der Praxis heraus entwickeltes Instrument zur einfachen Bewertung und damit auch zur Planung nachhaltiger Gebäude. Eine seiner Stärken ist die Einbeziehung aller wesentlichen Aspekte des nachhaltigen Bauens. Diese wurden in einem breiten Konsens definiert und umfassen sechs Themenfelder: Ökologie, Ökonomie, sozio-kulturelle und funktionale Aspekte, Technik, Prozesse und Standort. Jedes Themenfeld enthält spezielle Kriterien, die je nach Nutzungsprofil unterschiedlich ausgestaltet und gewichtet werden können, und wird über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes betrachtet. Bei herausragender Erfüllung der Kriterien erhält das Gebäude, je nach Erfüllungsgrad, das DGNB Zertifikat in Platin, Gold, Silber oder Bronze. Das DGNB-System wurde in der Version 2015 noch einmal aktualisiert und verbessert. Für das Gebäude „Naturverwaltung“ wurde deswegen vom Bauherrn die Zertifizierung mit der aktuellen Systemvariante vereinbart.

Das DGNB System bewertet nach Erfüllungsgraden

Ab einem Gesamterfüllungsgrad von 50 % erhält das Gebäude das DGNB Zertifikat in Silber. Ab einem Erfüllungsgrad von 65 % wird das DGNB Zertifikat in Gold vergeben. Für ein DGNB Zertifikat in Platin muss das Projekt einen Gesamterfüllungsgrad von 80 % erreichen.

Gesamterfüllungsgrad	Mindesterfüllungsgrad	Auszeichnung	DGNB
ab 35 %	— %	Bronze*	
ab 50 %	35 %	Silber	
ab 65 %	50 %	Gold	
ab 80 %	65 %	Platin	

\*Diese Auszeichnung gilt nur für Bestandsgebäude

### Bewertung und Auszeichnung

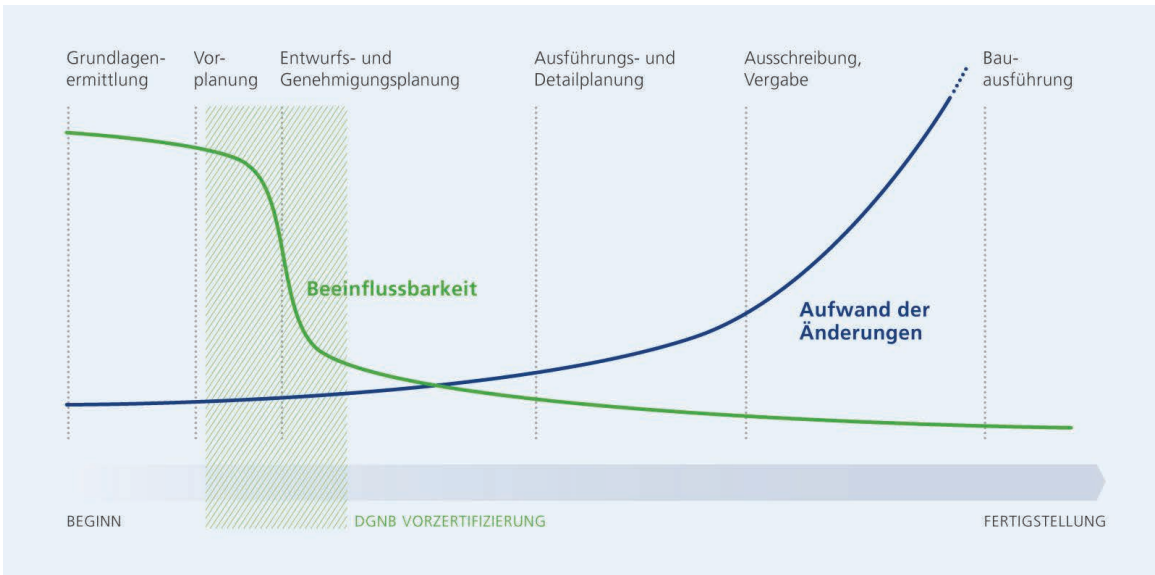
Für jedes Kriterium hat die DGNB Zielwerte definiert. Für das Erreichen der Zielvorgaben werden bis zu 10 Bewertungspunkte vergeben. Die Kriterien werden, je nach Nutzungsprofil, teilweise unterschiedlich gewichtet. Aus der Kombination der Bewertungspunkte mit der jeweiligen Gewichtung eines Kriteriums errechnet sich der konkrete Erfüllungsgrad für die jeweils sechs Themenfelder. Für das Gesamtprojekt errechnet sich der Gesamterfüllungsgrad aus den 5 Themenfeldern entsprechend ihrer Wertigkeit. Die Standortqualität wird als sechstes Themenfeld grundsätzlich separat ausgewiesen und fließt beim Gebäude indirekt über die Marktfähigkeit mit in die Auswertung ein.

Die DGNB hat den Anspruch definiert, eine einheitlich hohe Qualität der Gebäude zu fördern. Der Gesamterfüllungsgrad reicht daher für ein Zertifikat allein nicht aus. Auch der Erfüllungsgrad muss in den ergebnisrelevanten Themengebieten einen Mindesterefüllungsgrad erreichen, um die jeweilige Auszeichnung zu erhalten. Für Platin ist beispielsweise ein Erfüllungsgrad von mind. 65 % in den ersten fünf Themengebieten notwendig. Ein Erfüllungsgrad von mind. 50 % ist Voraussetzung für ein Zertifikat in Gold. Für Silber liegt die Grenze bei 35 % pro Prüfgebiet. Bei der Auszeichnung von Bestandsgebäuden gibt es für die unterste Auszeichnungsstufe Bronze keinen Mindesterefüllungsgrad.

### DGNB-System als planungsbegleitendes Optimierungstool

Zu Beginn der Planung sind die Grundlagen für eine nachhaltige Ausrichtung von Gebäuden fest zu legen und die Konzepte am besten optimierbar. Insbesondere die DGNB Vorzertifizierung





unterstützt die integrale Planung und erschließt dadurch zu einem frühen Zeitpunkt Optimierungspotenziale bei Erstellung, Betrieb, Um- und Rückbau, die dann kostenoptimiert realisierbar sind. Damit steht die Qualitätssicherung des Projekts von Anfang an im Fokus.

Dabei werden für das entsprechende Projekt anhand des DGNB Kriterienkatalogs klare Zielvorgaben definiert, die über den gesamten Planungsprozess messbar sind. Dadurch kann das Projekt von Anfang an unter Nachhaltigkeitsaspekten geplant und optimiert werden.

Die Kriterien des DGNB Bewertungssystems definieren in sechs Themenfeldern das nachhaltige Bauen. Die Standortqualität fließt dabei nicht in die Gesamtbewertung der Gebäudequalität ein.

**Ökologische Qualität**

- \_Treibhauspotenzial
- \_Ozonschichtabbaupotenzial
- \_Ozonbildungspotenzial
- \_Versauerungspotenzial
- \_Überdüngungspotenzial
- \_Risiken für die lokale Umwelt
- \_Umweltverträgliche Materialgewinnung
- \_Nicht erneuerbarer Primärenergiebedarf
- \_Gesamtprimärenergiebedarf und Anteil erneuerbarer Primärenergie
- \_Trinkwasserbedarf und Abwasseraufkommen
- \_Flächeninanspruchnahme

**Ökonomische Qualität**

- \_Gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus
- \_Flexibilität und Umnutzungsfähigkeit
- \_Marktfähigkeit

**Soziokulturelle und funktionale Qualität**

- \_Thermischer Komfort
- \_Innenraumluftqualität
- \_Akustischer Komfort
- \_Visueller Komfort
- \_Einflussnahme des Nutzers
- \_Aufenthaltsqualitäten im Innen- und Aussenraum
- \_Sicherheit
- \_Barrierefreiheit
- \_Nutzungsangebote an die Öffentlichkeit

**Technische Qualität**

- \_Schallschutz
- \_Taufwasserschutz der Gebäudehülle
- \_Anpassungsfähigkeit der technischen Systeme

- \_Reinigungs- und Instandhaltungsfreundlichkeit des Baukörpers
- \_Rückbau- und Recyclingfreundlichkeit
- \_Mobilitätsinfrastruktur

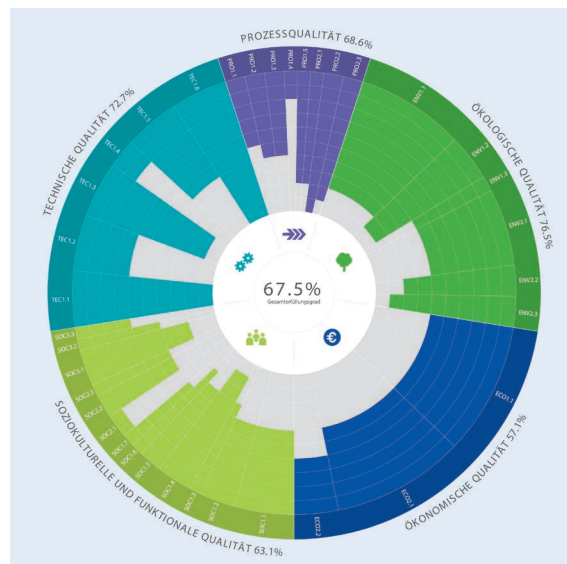
**Prozessqualität**

- \_Projektvorbereitung und Planung
- \_Konzeptionierung und Optimierung in der Planung
- \_Sicherung der Nachhaltigkeitsaspekte in Ausschreibung und Vergabe
- \_Voraussetzungen für eine optimale Nutzung und Bewirtschaftung
- \_Verfahren der städtebaulichen und gestalterischen Konzeption
- \_Baustelle/Bauprozess
- \_Qualitätssicherung der Bauausführung
- \_Geordnete Inbetriebnahme

**Standortqualität**

- \_Risiken am Mikrostandort
- \_Image und Zustand von Standort und Quartier
- \_Verkehrsanbindung
- \_Nähe zu nutzungsrelevanten Objekten und Einrichtungen

www.dgnb.de







Naturverwaltung in Diekirch

# EIN BEISPIEL FÜR OPTIMIERTE NACHHALTIGKEIT\_

Stefan Fries, Dipl.-Ing.

Mit dem Gebäude der Naturverwaltung (Administration de la nature et des forêts) hat die Bautenverwaltung (Administration des bâtiments publics) ein weiteres wegweisendes und zukunftsorientiertes Gebäude realisiert. Zielsetzung der Bauaufgabe war die Realisierung eines Gebäudes, welches die Bedürfnisse des zukünftigen Nutzers zufriedenstellt, in allen Belangen der Nachhaltigkeit optimiert ist und zusätzlich mehr Energie erzeugt, als es zur Herstellung und zum Betrieb benötigt.

Um dies zu erreichen, wurde bereits in einer sehr frühen Planungsphase vom Bauherrn entschieden, das Projekt entsprechend den Nachhaltigkeitskriterien der Deutschen Gesellschaft für nachhaltiges Bauen (DGNB) auszurichten, das heißt neben den ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten auch die technische und prozessorientierte Qualität und den Standort in die Bewertung der Nachhaltigkeit einzubeziehen und dabei das höchste Exzellenzniveau des Deutschen Gütesiegels für Nachhaltiges Bauen (DGNB) anzustreben: PLATIN (entsprechend dem Niveau GOLD bis 2014).



In einem Integralen Planungsprozess der Fachplaner wurden fortan die Nachhaltigkeitsaspekte des Kriterienkatalogs der Deutschen Gesellschaft für nachhaltiges Bauen projektbezogen diskutiert und mitberücksichtigt um ein auf das Projekt zugeschnittenes Nachhaltigkeitsprofil fest zu legen, mit dem das angestrebte Exzellenzniveau PLATIN der DGNB erreicht werden konnte. Anschließend wurden diese Nachhaltigkeits-

squalitäten, im Rahmen der Vorzertifizierung, in einem für alle Projektbeteiligten gültigen Pflichtenheft, festgehalten und im Projekt umgesetzt.

Nachfolgend werden wir nun an einigen Besonderheiten des Gebäudes der Naturverwaltung auf die konkrete Umsetzung der Nachhaltigkeitskriterien der DGNB eingehen, die neben den ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten auch die technische und prozessorientierte Qualität, sowie den Standort bewerten:

## Ökobilanz und Energiekonzept des Gebäudes

Eines der Hauptziele der Bauaufgabe war die Umsetzung eines Plusenergiegebäudes. Da die Anforderungen für ein Plusenergiegebäude im Gegensatz zu dem Passivhaus oder dem Niedrigenergiehaus nicht gesetzlich oder normativ geregelt sind, wurde vom Bauherrn das Ziel formuliert, dass das Gebäude mehr Energie produzieren soll, als für seine Herstellung und seinen Betrieb benötigt wird.

Die Umsetzung der oben genannten Zielvorgaben bedingte deswegen einerseits die Reduzierung der Energieverbräuche zum Gebäudebetrieb und seiner Herstellung auf ein absolutes Minimum und andererseits die Maximierung der Energiegewinne durch die vorgesehenen PV-Anlagen auf den Flachdächern und den Südfassaden des Gebäudes sowie des angegliederten Carports.

## Minimierung des Energiebedarfs - Gebäudebetrieb:

Die Grundlage für die Minimierung des Energiebedarfs wurde mit der Planung einer sehr energieeffizienten Gebäudehülle erreicht.

Folgende Aspekte wurden u.a. optimiert:

- \_Gebäudegeometrie mit einem guten A/V-Verhältnis und einer sehr guten Tageslichtverfügbarkeit für die ständigen Arbeitsplätze
- \_sehr niedrige U-Werte der opaken und transparenten Bauteile
- \_Optimierung der Wärmbrücken

Im Rahmen der integralen Planung wurde unter Berücksichtigung der Architektur die Optimierung der technischen Gebäudeausrüstung vorgenommen. Besonders hervorzuheben ist die « sanfte » Kühlung des Gebäudes durch Wasser der Sauer in Kombination mit einer Flächenkühlung (Kühlschlangen im Estrich) und die Minimierung der Beleuchtungsenergie durch den Einsatz von LED-Beleuchtung.

Gemäß der erstellten Energiebedarfsberechnung nach ENEC, welche für das Gebäude im Rahmen der Ökobilanz erstellt wurde, ergaben sich folgende Energieverbräuche.

Jährlicher Endenergiebedarf ANF DIEKIRCH	Spezifisch [kWh/(m <sup>2</sup> *a)]	Absolut [kWh/a]
Heizung	9,8	21.182,5
Trinkwarmwasser	0,1	141,9
Beleuchtung	8,0	17.183,7
Belüftung	12,8	27.637,3
Kühlung	0,0	0,0
<b>Gesamt</b>	<b>30,7</b>	<b>66.145,4</b>

\_Jährlicher Endenergiebedarf

Jährlicher Primärenergiebedarf (PEges)	Spezifisch [kWh/(m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> *a)]	Absolut [kWh/a]
Rohstoffgewinnung Transport zum Hersteller Herstellung	46,4	130.120,8
Instandhaltung	6,1	17.141,7
Energiegutschriften (z.B. durch Baustoffrecycling nach Abriss)	-8,3	23.375,0
Energieeinsatz Gebäudebetrieb gemäss ENEV	60,6	169.858,3
Gutschriften Strom aus Photovoltaik	-117,5	329.587,5
<b>Gesamprimärenergiebedarf</b>	<b>-12,7</b>	<b>-35.841,7</b>

\_Jährlicher Primärenergiebedarf (PEges)

### Minimierung des Energiebedarfs – Herstellung des Gebäudes (Graue Energie der Baukonstruktion):

Die Reduzierung der grauen Energie für die Baukonstruktion stellte für die Planer eine große Herausforderung dar, da ein wasserdichtes und damit stark bewehrtes Kellergeschoss in Kombination mit einer während der Bauphase auftriebs-sicheren Bodenplatte, wegen der unmittelbaren Nähe des Bauwerks zur Sauer, notwendig war. Auch die im Rahmen der DGNB-Zertifizierung gestellten hohen Anforderungen an den Trittschallschutz mussten zusätzlich erfüllt werden. Durch die Planung von Holzfassaden und schalltechnisch optimierten Holzelementdecken konnten die oben genannten Anforderungen schlussendlich erfüllt werden.

### Optimierung der Energiegewinne durch PV:

Die Ausrichtung der langgestreckten Fassaden des Hauptgebäudes und des Carports in Südrichtung, sowie die Flachdächer der beiden Gebäude ermöglichten die großflächige Installation von Photovoltaikmodulen (PV-Module) mit einer Spitzenleistung von insgesamt 134,7kWp. Die jährliche Stromproduktion der installierten PV-Module wurde mit 115.640 kWh/a berechnet.

### Ökobilanz als Nachweis des Plusenergiegebäudes:

Der Nachweis, dass das Gebäude tatsächlich ein Plusenergiegebäude ist, konnte in der Ökobilanzierung, die im Rahmen der DGNB-Zertifizierung erstellt wurde, erbracht werden.

Der Gesamtprimärenergiebedarf des Gebäudes, der in der Ökobilanzierung durch die detaillierte Berücksichtigung aller oben beschriebenen Energieverbräuche in einem Lebenszyklus von 50a errechnet wird, ist in seinem Ergebnis mit -35.841,7[kWh /a] negativ. Das Gebäude verbraucht also insgesamt 35.841,7[kWh /a] weniger als von der PV-Anlage im gleichen Zeitraum produziert wird.

Das Ergebnis der Ökobilanz wirkte sich sehr positiv auf die Bewertung im Rahmen der DGNB-Zertifizierung aus und dokumentiert gleichzeitig, die Erreichung des vom Bauherrn definierten Zieles: die Realisierung eines Plusenergiegebäudes, welches mehr Energie erzeugt, als es zum Betrieb und zur Herstellung benötigt.

### Einsatz von nachhaltigen Baustoffen

Ein weiterer wichtiger Aspekt der Gebäudeoptimierung im Rahmen der DGNB-Zertifizierung war der Einsatz von nachhaltigen Baustoffen. Letztere zeichnen sich dadurch aus, dass sie sowohl in der Herstellung als auch in der Anwendung einen möglichst geringen negativen Einfluss auf die Umwelt haben, schadstoffarm bis schadstofffrei sind und

dem späteren Gebäudenutzer so eine gesunde Arbeitsumgebung zur Verfügung stellen.

Zur Sicherstellung der Anforderungen an die zu verwendenden Baustoffe, wurde ein Büro für Bauökologie in die integrale Planung mit einbezogen. Das Büro war einerseits für die Integration der Nachhaltigkeitsaspekte der Baustoffe in die Ausschreibungsunterlagen verantwortlich und überprüfte andererseits die auf der Baustelle tatsächlich eingebauten Baustoffe auf ihre Übereinstimmung mit den in der Ausschreibung festgelegten und beauftragten Qualitäten. Der Nachweis, dass die angestrebte hohe Innenraumluftqualität durch die Verwendung der nachhaltigen Baustoffe auch erreicht wurde, ist abschließend durch eine sehr präzise Innenraumluftmessung erbracht worden.

### Umweltverträgliche und schadstoffarme Baustoffe:

Folgende Prinzipien wurden mit Hinblick auf ein umweltverträgliches Bauwerk und eine gesunde Innenraumluft bei der Planung und Umsetzung angewendet:

#### \_Vermeidungsprinzip

Bereits in der Planungsphase wurden bautechnische Lösungen gesucht, die ohne den Einsatz von umwelt- und gesundheitsschädlichen Materialien realisiert werden können. So wurden durch die Anwendung der DGNB-Kriterien folgende Verbesserungen im Gebäude der Naturverwaltung erreicht:

- \_Substitution von OSB-Platten im Innenraum, durch emissionsarme 3-Schichtplatten.
- \_Realisierung von konstruktiven Holzschutzmaßnahmen unter Verwendung von resistenten einheimischen Hölzern, anstelle des Einsatzes von Holzschutzmitteln.
- \_Verzicht auf Epoxidharze bei der Oberflächenbeschichtung.
- \_Ausschluss von Schwermetallhaltigen Bestandteilen in der Oberflächenbehandlung von metallischen Bauelementen und Pulverlacken.
- \_Verbot von Formaldehydhaltigen Holzleimen und Klebern soweit wie möglich.

#### \_Minimierungsprinzip

Emissionen aus Baustoffen und Bauprodukten mit gefährlichen Inhaltstoffen wurden unter der Beachtung der bau- und brandschutztechnischen Vorgaben auf das unvermeidliche Maß reduziert.

Durch diesen Ansatz wurde die Anwendung von Klebern und Bauschäumen auf ein Mindestmaß reduziert. Bauschäume wurden nur dort eingesetzt, wo sie bei der Ausführung einer wärmebrückenfreien thermischen Gebäudehülle benötigt

Holz	Menge [m <sup>3</sup> ]	%-Anteil
Holz, FSC-zertifiziert	10,3	1,8 %
Holz, PEFC-zertifiziert	486,2	85,0 %
<b>Summe Holz FSC-/PEFC-zertifiziert</b>	<b>496,5</b>	<b>86,8 %</b>
Holz aus europäischer Holzwirtschaft (Schweiz, 70%-Regel PEFC)	68,6	12,0 %
Holz ohne Herkunftsnachweis	7	1,2 %
<b>Gesamt</b>	<b>572,1</b>	<b>100%</b>

Einsetzung von Hölzern aus zertifiziert nachhaltiger Holzwirtschaft

Gemäss DGNB vergleichbar mit Kategorien der DIN EN 15251	TVOC [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Formaldehyd [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
Nicht schadstoffarmes Gebäude	$\leq 3000$	$\leq 120$
Schadstoffarmes Gebäude	$\leq 1000$	$\leq 60$
Sehr schadstoffarmes Gebäude	$\leq 500$	$\leq 60$

Innenraumluftqualität

Raumbezeichnung Innenraumluftmessung	TVOC [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Formaldehyd [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
Raum 1	110	5
Raum 2	250	23
Raum 3	260	25

Raumbezeichnung Innenraumluftmessung

wurden. Im Innenraum wurde auf die Verwendung von Bauschäumen verzichtet. Kleber wurden nur dort eingesetzt, wo sie für die Herstellung eines technisch einwandfreien Bauwerks benötigt wurden. Es wurde darauf geachtet, dass nur emissionsarme Produkte auf der Baustelle zur Anwendung kamen.

#### Einsatz von Hölzern aus zertifiziert nachhaltiger Holzwirtschaft:

Zur Vermeidung der unkontrollierten Abholzung von tropischen, subtropischen und borealen Wäldern wurde im Rahmen der DGNB-Zertifizierung auch festgelegt, dass mindestens 80% der eingesetzten Hölzer FSC-/PEFC-zertifiziert sind.

Durch den Einsatz von 86,8% zertifiziertem Holz an der Gesamtholzmenge, konnte auch in dem Kriterium „Umweltverträgliche Materialgewinnung“ die bestmögliche Bewertung erreicht werden.

#### Innenraumluftqualität

Ziel des Einsatzes von nachhaltigen Baustoffen ist besonders, wie oben bereits erwähnt, die Herstellung einer schadstofffreien Innenraumluft. Zur Qualitätskontrolle der Innenraumluft ist im Rahmen der DGNB-Zertifizierung eine Innenraumluftmessung obligatorisch vorgeschrieben. Diese Innenraumluftmessung muss spätestens 4 Wochen nach Fertigstellung eines Gebäudes von einem akkreditierten Prüflabor durchgeführt werden. Zeigt sich in der Innenraumluftmessung eine zu hohe Schadstoffbelastung, so wird das Gebäude von der DGNB Zertifizierung ausgeschlossen.

Hohe Belastungen und als hygienisch bedenklich einzustufen sind eine TVOC-Konzentration (Summe aller flüchtigen organischen Verbindungen) von mehr als  $3.000\mu\text{g}/\text{m}^3$ , eine Formaldehyd-Konzentration von mehr als  $120\mu\text{g}/\text{m}^3$ , sowie eine Überschreiten der RW II-Werte sind.

Folgende Kategorien wurden von der DGNB, in Abhängigkeit von den festgestellten TVOC und Formaldehyd-Konzentrationen, definiert.

Mit Hinblick auf die Gesundheit der späteren Nutzer und der Erreichung der höchsten Zertifizierungsstufe wurde auch eine gute Innenraumlufthygiene vom Bauherrn gewünscht.

Die Verwendung gesundheitsgefährdender Baustoffe wurde deshalb bereits in den Vertragsunterlagen mit den ausführenden Unternehmen ausgeschlossen. Zur Sicherstellung der geforderten Qualität wurden die verwendeten Baustoffe im Rahmen

einer Freigabeprozedur geprüft und die Verwendung der freigegebenen Materialien wurde auf der Baustelle kontrolliert. Durch diese Maßnahmen und durch die anschließend durchgeführten Innenraumluftmessungen in 3 Referenzräumen konnte abschließend bestätigt werden, dass die angestrebte, sehr gute Innenraumluftqualität erreicht wurde und das Gebäude die Qualität der Kategorie «Sehr schadstoffarmes Gebäude» gemäß obenstehender Tabelle erfüllt.

Folgende TVOC und Formaldehyd-Konzentrationen wurden gemessen.

#### Rückbau- und Recyclingfreundlichkeit der Baukonstruktion

Das Gebäude ANF Diekirch verfügt über ein Wasserdichtes Kellergeschoss und einen aussteifenden Kern aus Stahlbeton. Alle anderen Gebäudeteile, d.h. die Geschosdecken, das Dach und die Fassade, wurden in Holzbauweise hergestellt und die Bauteile wurden zum Großteil mechanisch, d.h. ohne Klebeverbindungen, zusammengefügt, wodurch die Holzkonstruktion leicht zurückgebaut werden kann.

Durch den Verzicht auf Holzschutzmittel ist eine Wiederverwendung oder ein Recycling der Hölzer möglich.

#### Ökonomische Qualität des Gebäudes

Bei der DGNB-Zertifizierung spielt neben der ökologischen und sozialen Qualität eines Gebäudes die ökonomische Qualität eine wesentliche Rolle. Die Aspekte «Lebenszykluskosten», «Flexibilität und Umnutzungsfähigkeit» und «Marktfähigkeit» werden bewertet.

#### Lebenszykluskosten

Im Rahmen der integralen Planung wurde auch auf die Reduzierung der Betriebskosten für Energie, Wasser und Reinigung z.B. durch die Installation einer Regenwassernutzung und der Realisierung von wirksamen Schmutzfangzonen geachtet. Der Einsatz von sehr langlebigen und pflegeleichten Bauelementen, wie dem in allen oberirdischen Geschossen realisierten geschliffenen Estrich (Designestrich), wirkte sich günstig auf die im Lebenszyklus des Gebäudes anfallenden Kosten aus.

#### Flexibilität und Umnutzungsfähigkeit

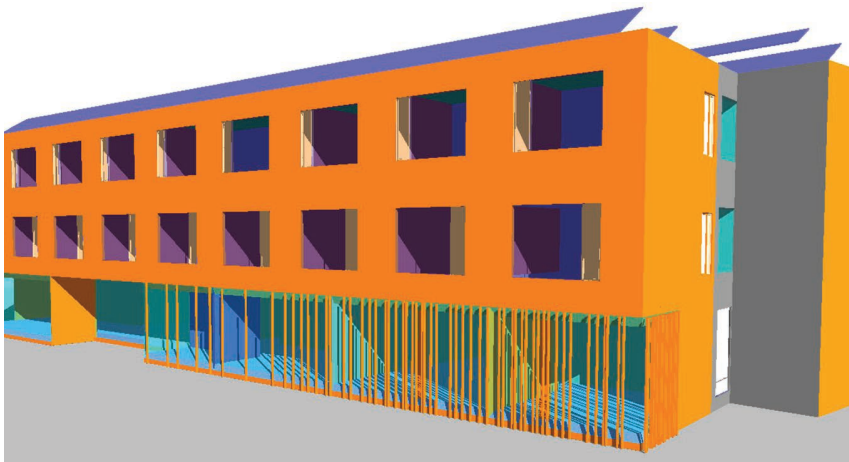
Bei der Planung wurde von Anfang an darauf geachtet, dass eine zukünftige Umnutzung oder Umgestaltung der Grundrisse ohne große Baumaßnahmen möglich ist, indem auf Tragende Innenwände weitestgehend verzichtet wurde und Trennwände an jeder Fassadenachse ohne Eingriff in Boden oder Decke eingebaut werden können.



Von der Bautenverwaltung (Administration des bâtiments publics) wurde die ifes GmbH beauftragt, das Planungsteam für den Neubau des Verwaltungsgebäudes der Naturverwaltung, durch die Anwendung von verschiedenen Simulationswerkzeugen, bei der Umsetzung eines energieeffizienten und nachhaltigen Bürogebäudes beratend zu unterstützen.

# ENERGIEEFFIZIENZ UND NACHHALTIGKEIT DURCH GANZHEITLICHE PLANUNG MIT SIMULATION\_

Gerhard Hoffmann, Dipl.-Ing./Dipl.-Wirt.Ing



\_3D – Gebäudesimulationsmodell TAS

© ifes GmbH

Damit der Entwurf der Architekten mit einer maximalen Energieeffizienz und unter dem Aspekt der größtmöglichen Nachhaltigkeit realisiert werden konnte, haben wir in der frühen Planungsphase alle bauphysikalischen, lichttechnischen und energietechnischen Parameter, durch den Einsatz von Simulationsprogrammen optimiert.

So wurde für die Bewertung der thermischen Behaglichkeit in den Büroräumen und zur Ermittlung der erforderlichen Daten für die Heizung, Kühlung und Lüftung, eine thermische Gebäudesimulation durchgeführt.

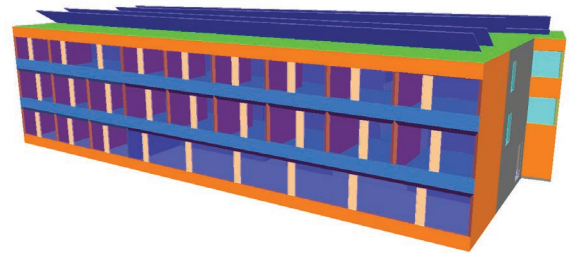
## Thermische Gebäudesimulation

Bei der thermischen Gebäudesimulation wird der gesamte Gebäudekomplex dreidimensional in der Simulationssoftware abgebildet. Berücksichtigt werden dabei die Gebäudegeometrie, der Materialaufbau der Bauelemente, das Versorgungskonzept sowie die Nutzungs- und Belegungsprofile der Büronutzung. Im Einzelnen wurden hierfür folgende Arbeitsschritte durchgeführt:

- \_Erstellung des 3D Gebäudesimulationsmodells für die thermische Simulation
- \_Übernahme und Eingabe der baulichen Randbedingungen des Gebäudes einschließlich der Bauteile, Konstruktionen und internen Wärmelasten in das Simulationsmodell
- \_Zonierung der ausgewählten Räume im Modell
- \_Ermittlung der Lufttemperaturen sowie relativer Luftfeuchte in allen relevanten Bereichen

\_Ermittlung der Nutzenergieverbräuche als Grundlage für die weitere Planung

Das Gebäudesimulationsmodell und die daraus abgeleiteten Ergebnisse wurden für weitere energetische Optimierungen des Energiekonzeptes genutzt.



\_3D – Simulationsmodell

© ifes GmbH

## Wärmebrückenanalyse

Da das Gebäude als ein Niedrigenergiegebäude realisiert wurde, ist der Einfluss von Kältebrücken so gering wie möglich zu gestalten. Mit Hilfe von Wärmebrückenanalysen konnte die Gefahr von Kondensation und der Energieverlust, durch die Verbindungen von unterschiedlichen Baumaterialien, bereits in der frühen Planungsphase ausgeschlossen werden.

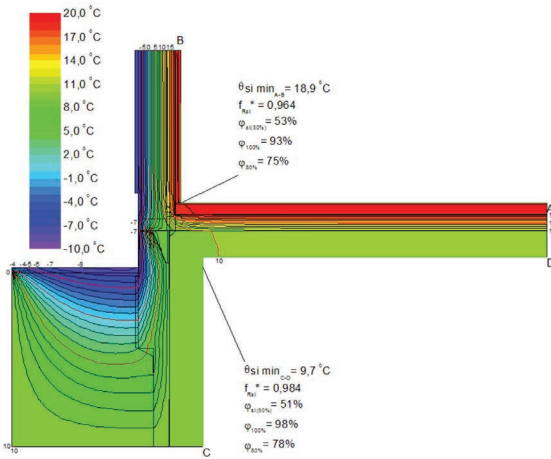
Mit einer Wärmebrückenanalyse kann sehr genau der Verlauf der Isothermen, das heißt der Linien gleicher Temperatur, in der Konstruktion im Bauteil analysiert werden und der Taupunkt an den kritischen Stellen ermittelt werden. Hierdurch wird es möglich frühzeitig die Gefahr von Kondensat am Bauteil zu erkennen und zu vermeiden.

## Tageslichtsimulation – Visueller Komfort

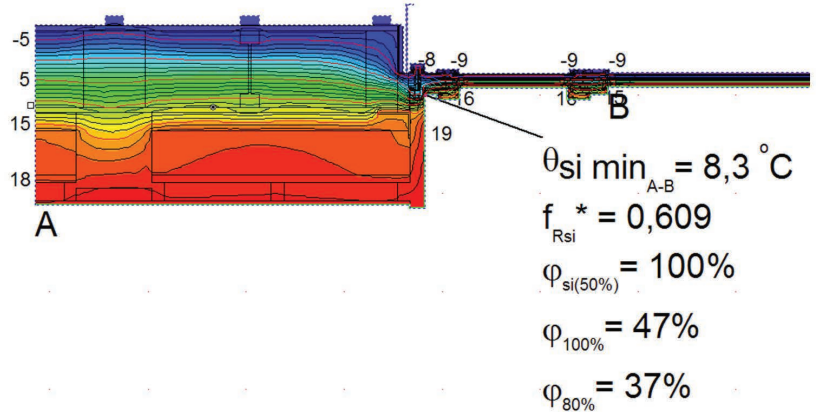
Der visuelle Komfort beeinflusst im hohen Maße die physische und psychische Verfassung des Menschen und damit seine Leistungsfähigkeit. Insbesondere das einfallende Tageslicht, in Kombination mit der Sichtverbindung nach außen, sorgt für Informationen, die der Körper zu seiner Regulation benötigt. Das Tageslicht weist Qualitätsmerkmale auf, die in ihrer Gesamtheit durch künstliche Beleuchtung nicht erreichbar sind.

Die optimale Nutzung des Tageslichts erlaubt es, bis zu 60% an Strom für die Beleuchtung einzusparen. Um für ein Gebäude eine möglichst hohe Nutzungszeit durch Tageslicht zu erreichen, sind die Lichtdurchlässigkeit der Verglasung, die Größe der Fenster und die farblichen Eigenschaften des Raumes in Einklang zu bringen.



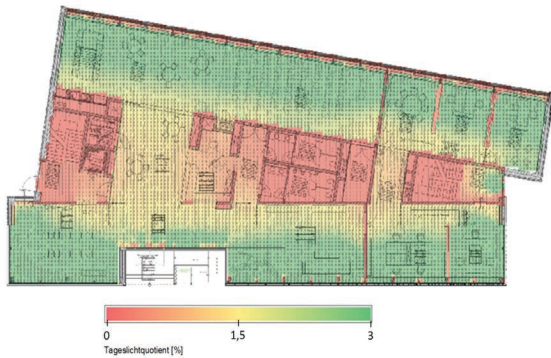


Ergebnis der Wärmebrückenanalyse



© ifes GmbH

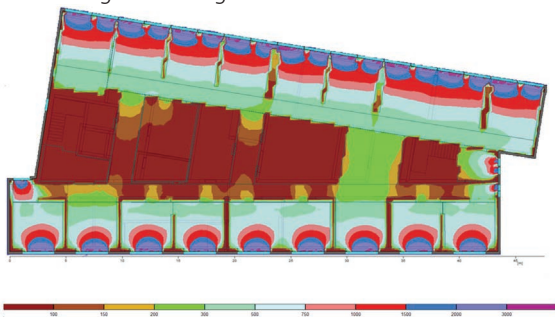
Ziel der Simulation ist es, den Tageslichtquotienten und die relative Nutzbelichtung für mindestens 50% der Nutzfläche zu berechnen. Der Tageslichtquotient gilt dann als optimal wenn er größer als 1% ist. Der Tageslichtquotient ist das Verhältnis der Beleuchtungsstärke in einem Punkt einer gegebenen Ebene, die durch direktes und / oder indirektes Himmelslicht bei angennommener oder bekannter Leuchtdichteverteilung des Himmels erzeugt wird.



Verteilung des Tageslichtquotienten im Erdgeschoss

© ifes GmbH

Durch die Tageslichtsimulation konnte für mehr als 50% der Nutzfläche ein Tageslichtquotient von fast 3 ermittelt werden. Da die Beleuchtung am Arbeitsplatz meist in Lux (lx) angegeben wird, ist auch die Analyse der Verteilung der Beleuchtungsstärke möglich.



Verteilung der Beleuchtungsstärke im Erdgeschoss

© ifes GmbH

Für die Auswertung der Tageslichtverfügbarkeit an allen ständigen Büroarbeitsplätzen wurden die Daten und Simulationsergebnisse von repräsentativen Messflächen herangezogen. Für das Bürogebäude konnte so eine jährliche relative Nutzbelichtung von 71% berechnet werden.

**Primärenergiebedarf „Gesamtenergieeffizienz“**

CO<sub>2</sub>-Emissionen<sup>1)</sup> 21 [kg/(m<sup>2</sup>·a)]

Dieses Gebäude  
80 kWh/(m<sup>2</sup>·a)

0 100 200 300 400 500 ≥610

EnEV-Anforderungswert Neubau ↑ EnEV-Anforderungswert modernisierter Altbau ↑

Anforderungen gemäß EnEV <sup>2)</sup>		Für Energiebedarfsberechnungen verwendetes Verfahren	
Primärenergiebedarf			
Ist-Wert	80 kWh/(m <sup>2</sup> ·a)	Anforderungswert	143 kWh/(m <sup>2</sup> ·a)
Mittlere Wärmedurchgangskoeffizienten	<input checked="" type="checkbox"/> eingehalten		<input type="checkbox"/> Verfahren nach Anlage 2 Nr. 2 EnEV
Sommerlicher Wärmeschutz (bei Neubau)	<input checked="" type="checkbox"/> eingehalten		<input type="checkbox"/> Verfahren nach Anlage 2 Nr. 3 EnEV („Ein-Zonen-Modell“)
			<input type="checkbox"/> Vereinfachungen nach § 9 Abs. 2 EnEV

**Energieausweis - Gesamtenergieeffizienz**

Für das Gebäude wurde für die Zertifizierung nach dem DGNB Bewertungssystem ein Nachweis gemäß der Energieeinsparverordnung EnEV 2009, in Verbindung mit der Normenreihe DIN V 18599 „Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwasser und Beleuchtung -“, ein Energieausweis berechnet. Dies bedeutet, dass unter Ansatz des geplanten haustechnischen Anlagenkonzepts für Heizung, Lüftung, Kühlung, Warmwasser und Beleuchtung und unter Ansatz des baulichen Wärmeschutzes die Energiebilanz des Gebäudes untersucht und die Einhaltung der zulässigen Grenzwerte für den Energiebedarf sowie für die Transmissionswärmeverluste nachgewiesen werden soll.

Das Ergebnis zeigt eine deutliche Unterschreitung des erlaubten SOLL - Wertes.

www.ifes-koeln.de

Im Zuge der DGNB Zertifizierung waren für den Neubau des Gebäudes der Naturverwaltung die Bau- und Raumakustik planerisch nach diesen Vorgaben zu entwerfen und baulich umzusetzen.

# AKUSTIK IN BÜRO- UND VERWALTUNGSGEBÄUDEN\_

Hermann Meyer, Dipl.-Ing.

Die akustische Zertifizierung gemäß der Richtlinien der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen unterteilt sich in zwei Themenbereiche:



**Die Bauakustik** hat zum Ziel, einen entsprechenden nutzungsabhängigen Schallschutz zu gewährleisten, der eine unzumutbare Lärmbelastigung der Nutzer ausschließt.

Grundlage zur Ermittlung der Güte des baulichen Schallschutzes ist die DIN 4109, sowie das Beiblatt 2 zur DIN 4109 für den erhöhten Schallschutz.

**Die Raumakustik** hat zum Ziel, einen akustischen Komfort zu schaffen, der Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit sicherstellt. Die raumakustische Qualität hat einen wesentlichen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit am Arbeitsplatz.

Die Grundlagen für die akustische Gestaltung von Räumen ist die DIN 18041 „Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen“. In dieser Norm sind Anforderungen und Empfehlungen an die Nachhallzeit, abhängig von der Nutzung des Raumes, enthalten. Darüber hinaus werden Hinweise zur raumakustischen Gestaltung gegeben.

## DGNB Kriterienkatalog Bauakustik Schallschutz gegen Außenlärm

\_Planungsphase Zielwert:  $R'w_{erf,res} = 34\text{dB}$

Zur akustischen Dimensionierung der Außenbauteile ist die Kenntnis des maßgeblichen Außenlärmpegels notwendig. Aus diesem Grund hat die Interakustik den Außenlärmpegel messtechnisch bestimmt. Der Durchschnittswert zu repräsentativen Tageszeiten wurde mit  $70\text{dB(A)}$  gemessen. In Anwendung der DIN 4109 ergibt sich daraus der Lärmpegelbereich IV. Die Anforderung an die Luftschalldämmung von Außenbauteilen in diesem Lärmpegelbereich für Büroräume beträgt  $35\text{dB}$ .

Das über Grund- und Bauteilfläche korrigierte erforderliche Schalldämmmaß ergibt ein resultierendes Schalldämmmaß von:  $R'w_{erf,res} = 34\text{dB}$

Zielwert für das Außenbauteil Fassade (Wand + Fenster)  
 $R'w_{erf,res} = 34\text{dB}$

## Messtechnischer Nachweis

Der Nachweis der Schalldämmung des Bauteils erfolgt nach der DIN EN ISO140-5 nach dem sogenannten Bauteil - Lautsprecher - Verfahren. Bei diesem Verfahren wird ein Fassadenlautsprecher unter einem Winkel von  $45^\circ$  auf das Bauteil gerichtet. Zur Messung des Schalldruckpegels auf der Oberfläche des Außenbauteils wird ein Mikrofon an 15 verschiedenen Positionen im Abstand von nicht mehr als  $10\text{mm}$  befestigt.

Wie im Bild 1 gezeigt, konnte die Messanordnung so umgesetzt werden, dass der Lautsprecher auf dem Dach des Messfahrzeugs befestigt wurde. Mittels eines Hubsteigers konnte das Messmikrofon an den 15 verschiedenen Punkten positioniert werden und die Messung stattfinden. Im 2-kanaligen Messmodus wird gleichzeitig der Rauminnenpegel gemessen.

Aus diesen Daten und der Nachhallzeit des Büroraumes (Empfangsraum) wird das resultierende Schalldämmmaß bestimmt.

Messergebnis:  $R'w_{erf,res} = 36\text{dB}$

\_Trittschalldämmung Planungsphase Zielwert:  $L'n,w = 46\text{dB}$

Für die Planung der Trittschalldämmung ist als Ausgangskonstruktion eine Holzdecke der Firma Lignatur gewählt worden. Zur Bestimmung der notwendigen Trittschalldämmung muss der Wert des Trittschallpegels der Rohdecke bekannt sein.

Mit diesem Wert kann das Verbesserungsmaß bestimmt werden, das für die Anforderung an den erhöhten Schallschutz notwendig ist. Der gemessene Norm - Trittschallpegel der Rohdecke nach DIN EN ISO 140-7 beträgt  $73\text{dB}$  (rote Kurve im Diagramm).

Eine Abschätzung der bewerteten Trittschallminderung für schwimmende Estriche nach DIN 12354 - 2 ergibt eine Trittschallminderung  $\Delta Lw = 34\text{dB}$ . Der Abschätzung zugrunde liegt eine dynamische Steifigkeit  $s'$  der Dämmschicht (Feder) von  $11\text{MNm}^{-3}$  und einem Flächengewicht des Estrichs von  $140\text{kg/m}^2$  (Masse).

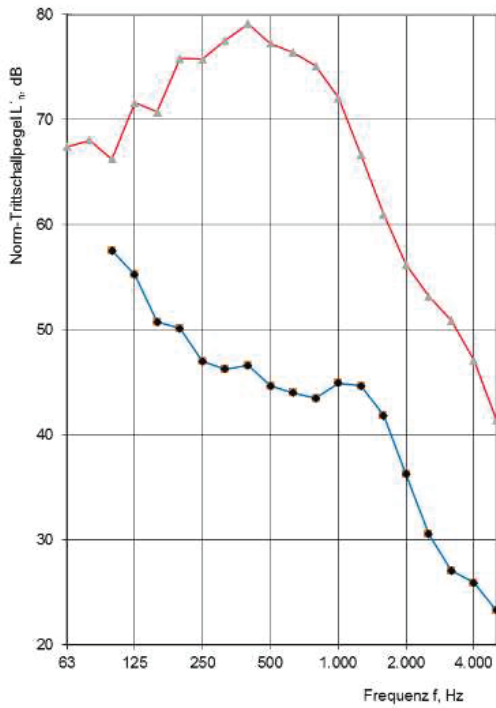
Der am Bau erreichbare Trittschallpegel  $L'n,w$  unter Berücksichtigung der Nebenwegsübertragung:

$L'n,w = 73\text{dB} - 34\text{dB} + 6\text{dB} = 45\text{dB}$

## Messtechnischer Nachweis

Gemessen wurde der Trittschallpegel exemplarisch für einen Büroraum vom 2. Obergeschoss in das 1. Obergeschoss. Messergebnis:  $L'n,w = 46\text{dB}$  blaue Kurve im Diagramm

verschobene Bezugscurve für die Bewertung der Messergebnisse im Frequenzbereich von 100 Hz bis 3.150 Hz entsprechend der Kurve der Bezugswerte (ISO 717-2, Tabelle 3)



**DGNB Kriterienkatalog Raumakustik Einzelbüros und Mehrpersonnbüros bis zu einer Fläche von 40m²**

\_Planungsphase Zielwert: Nachhallzeit T ≤ 0,8s

Die Nachhallzeit eines Raumes berechnet sich nach der Sabinschen Formel:

$$T = 0163 \frac{V}{A} \text{ [s]}$$

V: Raumvolumen in m³

A: Äquivalente Schallabsorptionsfläche in m²

Welche Maßnahmen wurden getroffen, um das Ziel, den akustischen Komfort, zu erreichen?

\_Entsprechend der vorangegangenen Dimensionierung, wurden in den Bereichen der Arbeitsplätze Absorber in Form von rechteckigen Platten von der Decke abgehängt.

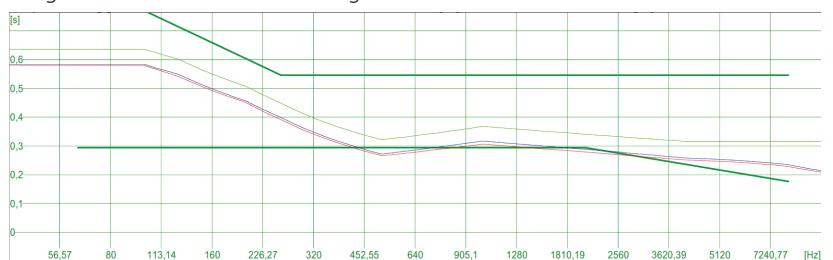
\_In Kombination mit den Deckenflächen sind die rückseitigen Flächen der Schranktrennwände und Aktenschränke abwechselnd schallabsorbierend ausgeführt.

f in Hz	αs
100	0,19
125	0,19
160	0,26
200	0,24
250	0,24
315	0,33
400	0,44
500	0,57
630	0,69
800	0,80
1000	0,90
1250	0,93
1600	0,89
2000	0,77
2500	0,72
3150	0,60
4000	0,57
5000	0,57

f / Hz	σ s
125	0,20
250	0,60
500	0,90
1000	0,95
2000	0,90
4000	0,90
5000	0,90

Schallabsorptionsgrad der Deckensegel α ≥ 0,9 ab 500 Hz

Das Ergebnis der Berechnung zeigt, dass im Frequenzband von 125Hz bis 4000Hz die Nachhallzeit T unter 0,8s liegt. Hellgrüne Kurve nach Sabine im Diagramm:



**Messtechnischer Nachweis**

Die Messung der Nachhallzeit wurde durch abgeschaltetes Rauschen bestimmt. Bei diesem Messverfahren wird der Raum von einem Lautsprecher mit einem Rauschsignal angeregt und abrupt abgeschaltet. Aus dem Abklingverhalten wird die Nachhallzeit bestimmt. Als Nachhallzeit ist die Zeit definiert, in der der Schallpegel um 60dB abnimmt.

Die Nachhallzeitmessungen ergaben die in der nachstehenden Tabelle aufgeführten mittleren Nachhallzeiten

f [Hz]	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000
T[s]	0,5	0,52	0,46	0,44	0,41	0,39	0,44	0,41	0,44	0,43	0,45	0,41	0,39	0,39	0,41	0,44

Messergebnis: T ≤ 0,8s

Im Ergebnis unterschreiten die Nachhallzeiten in allen Terzbändern die angestrebte Nachhallzeit von T ≤ 0,8 s.

**Mehrpersonnbüros mit mehr als 40m²**

\_Planungsphase Zielwert: Verhältnis AV ≥ 0,2

$$\overline{A/V} = \left( \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 \frac{1}{A_i/V} \right)^{-1}$$



$A_i$ : äquivalente Absorptionsfläche mit  $A_i = \sum \alpha \times s$   
 V: Volumen des Raumes  
 A: Schallabsorptionsgrad

Die Berechnung der Nachhallzeiten für Büros mit mehr als 40m<sup>2</sup> und dem Einsatz der beschriebenen Absorber an Decke und Schrankwänden ist in nachstehender Tabelle zusammengefasst:

Frequenz [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
T [s]	0,9	0,73	0,62	0,6	0,6	0,58

Daraus errechnet sich ein AV – Verhältnis von 0,2 im leeren Zustand, womit die erhöhten Anforderungen an die Raumakustik erfüllt sind.

**Messtechnischer Nachweis**

Die Nachhallzeit wurde in einem Mehrpersonenbüro mit einem Volumen von etwa 290m<sup>3</sup> gemessen. Zur Anwendung kam die Messung mit „Chirp“ Signalen, einem Korrelationsverfahren, bei dem nicht die Pegel erhöht werden, sondern die Sendedauer des Lautsprechers. Dieses Verfahren ist besonders für größere Räume von Vorteil, da bei geringeren Pegeln gemessen werden kann und somit weniger Verstärkerleistung benötigt wird.

**Messergebnis der Nachhallzeiten:**

Frequenz	RT60
[Hz]	[s]
125	0,7
250	0,6
500	0,5
1000	0,6
2000	0,6
4000	0,7

Aus den gemessenen Nachhallzeiten ergibt sich nach obiger Gleichung ein Mittelwert für das AV Verhältnis von 0,3 im Frequenzband von 125Hz bis 4000Hz.  
 Ergebnis: AV ≥ 0,2 (im leeren Zustand)

www.interakustik.de





**Zeitschiene**

- März 2000: Realisierung eines Internats für die Hotelfachschule (LTHAH) und Kauf der Immobilie „Hôtel du Midi“ (83-85, avenue de la Gare).
- Dezember 2001: Schließung des Internats wegen sicherheitstechnischer Mängel durch das Gewerbeaufsichtsamt (ITM).
- 2003 – 2005: Erstellung eines Konzepts zur Instandsetzung und Modernisierung des bestehenden Gebäudes. Schlussendlich wurde der Kauf des naheliegenden „Hôtel Star“ zurückbehalten.
- Juni 2006: Ein neues Konzept zur Integration des Wasserwirtschaftsamts und des Distriktkommissariats in das bestehende Gebäude wird ins Auge gefasst.
- März 2007: Bestimmung der Planerbüros.
- März 2009: Schlussendlich wird der Abriss des Gebäudes und das Plusenergie-Projekt der Naturverwaltung zurückbehalten.
- November 2010: Abschluss der Vorplanung.
- November 2011: Abschluss Projekt und Beginn der Ausführungsplanung.
- März 2012: Beginn der Abrissarbeiten.
- Juni 2012: Genehmigung des Wasserwirtschaftsamts, das Sauerwasser zu Heiz- und Kühlzwecken zu nutzen.
- August 2012: Beginn der Rohbauarbeiten.
- 27.08.2012: Vorzertifizierung DGNB.
- 14.12.2012: Grundsteinlegung in Präsenz der Minister Claude Wiseler und Marco Schank.
- 26.08.2014: Pressebriefing über den Fortgang der Arbeiten.
- 01.07.2015: Umzug der Naturverwaltung.
- 09.10.2015: Einweihung des Plusenergie-Gebäudes und Überreichung der DGNB-Zertifizierung mit Exzellenzniveau Platin.

**Baukosten**

Kostenrahmen: EUR 11'000'000.- TTC

**Flächen und Volumen**

Kapazität: 78 Arbeitsplätze  
 Bruttofläche: 3'300m<sup>2</sup>  
 Bruttovolumen: 12'500m<sup>3</sup>

**Programm**

- \_ Einzel-, Doppel- und Open-Space-Büros mit 78 Arbeitsplätzen. Davon 10 Arbeitsplätze für die Regionalverwaltung (Arrondissement Centre-Est)
- \_ Empfang
- \_ Bibliothek
- \_ Besprechungsräume
- \_ Technikzentrale
- \_ Sanitäranlagen

**Bauherrschaft**

Ministerium für nachhaltige Entwicklung und Infrastrukturen (MDDI)

Verwaltung für öffentliche Bauten (ABP)

**Mitwirkende Büros**

Architekten: AM Morph4 – Atelier b architectes  
 Ingenieur (Statik): Daedalus Engineering s.à.r.l.  
 Ingenieur (HVAC): Enerventis Lux S.A.  
 Akustiker: Interakustik GmbH  
 Tageslichtsimulation: IFES GmbH  
 Brandschutzkonzept: AIB Vinçotte Luxembourg Asbl  
 Kontrollbüro: Secolux S.A.  
 Baustellensicherheit: HBH  
 DGNB Zertifizierung: E3 Consult s.à.r.l.  
 Energiekonzept: Ernst Basler + Partner GmbH  
 Betriebsgenehmigung: Eneco Ingénieurs conseils S.A.  
 Fotograf: Lukas Huneke Photography

**Firmen**

Geländeaufmaß: Geotop S.A.  
 Bodengutachten: Grundbautechnisches Büro Lübeck GmbH  
 Sanierung: Depolux S.A.  
 Abriss: Baatz Constructions s.à.r.l.  
 Generalunternehmen geschlossener Rohbau: Tralux s.à.r.l.  
 Generalunternehmen Haustechnik: A.M. FD Electric – WBS S.A.  
 Generalunternehmen Innenausbau: Hubert Schmitt GmbH  
 Lift: Schindler s.à.r.l.  
 Luftdichtigkeitsmessung: Luxcontrol S.A.  
 Mobiliar: BuroTrend S.A.  
 Reinigung: Polygone s.à.r.l.  
 Zutrittskontrolle: CEL s.à.r.l.  
 Telefonanlage: CEL s.à.r.l.  
 Fluchtpläne: jmLux

## HORS SERIES DE LA REVUE TECHNIQUE LUXEMBOURGEOISE

- #001 Inauguration Forum da Vinci
- #002 40 years of DELPHI in Luxembourg
- #003 100+1 Administration des bâtiments publics
- #004 Ouvrages d'art - ponts - Administration des ponts et chaussées
- #005 Deuxième l'Ecole européenne et Centre polyvalent de l'enfance
- #006 Concours Construction Belvédère
- #007 Ouvrages d'art - routiers + fluviaux - Administration des ponts et chaussées
- #008 Château d'eau - Ville de Luxembourg
- #009 Prix excellence - Fondation de Luxembourg
- #010 Prix excellence - Fondation de Luxembourg
- #011 Bâtiment administratif pour l'Administration de la nature et des forêts, bâtiment à énergie positive

**REVUE TECHNIQUE LUXEMBOURGEOISE**

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

éditée par

da Vinci a.s.b.l.

ASSOCIATION OF ENGINEERS | ARCHITECTS | SCIENTISTS | INDUSTRIALS

Responsable Revue Technique Sonja Reichert

tel 45 13 54 23 email [s.reichert@revue-technique.lu](mailto:s.reichert@revue-technique.lu)

Graphisme Jan Heinze

Impression 5.000 exemplaires

Imprimerie Hengen Print & more

14, rue Robert Stumper L- 1018 Luxembourg

revue imprimée sur du papier\_



# HORS SERIE

# REVUE TECHNIQUE

# LUXEMBOURGEOISE

HORS SERIE DE LA REVUE TECHNIQUE LUXEMBOURGEOISE # 011

