

Die Natur- und Forstverwaltung in Diekirch, Luxemburg

Energy-plus nature and forest management administration building in Diekirch

L'administration de la nature et de la forêt à Diekirch

Carsten Larusch
morph4 architecture
Canach, Luxemburg



Die Natur- und Forstverwaltung in Diekirch, Luxemburg

1. Einführung

Mit der Entscheidung der Regierung das Areal des ehemaligen «Hôtel du Midi» gegenüber dem städtischen Bahnhof in Diekirch dem Neubau der Naturverwaltung zu widmen, wurde der Weg zur Realisierung dieses ökologischen Pilotprojektes in Plusenergie-Bauweise geebnet.

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. 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. Das Gebäude wurde nach den Richtlinien der Deutschen Gesellschaft für nachhaltiges Bauen (DGNB) errichtet, dies mit der bestmöglichen Zertifizierung in Platin.



Das Gebäude wurde nach den Richtlinien der Deutschen Gesellschaft für nachhaltiges Bauen (DGNB) errichtet, dies mit der bestmöglichen Zertifizierung in Platin.

2. Das Konzept

2.1. Standortwahl und Herausforderungen

Anfang des 20. Jahrhunderts war das ehemalige «Hôtel du Midi» in Diekirch eine bekannte Adresse für in- und ausländische Touristen. Das ehrwürdige Gebäude wurde zu Gunsten eines Hotelbaus in den 50er Jahren abgerissen. Letzteres wurde vom Luxemburger Staat im Jahr 2000 erworben. Das Gebäude befand sich bis dahin größtenteils noch in seinem ursprünglichen Bauzustand und war stark renovierungsbedürftig. Im Jahr 2009 wurde die endgültige Entscheidung getroffen, das Gebäude als erstes dezentralisiertes Verwaltungsgebäude am Entwicklungsstandort «Nordstad», der Naturverwaltung zuzusprechen. Anfänglich wurde mit dem Gedanken gespielt, das «Hôtel du Midi» einer radikalen Erneuerungskur zu unterziehen. Es sollte ein Pilotprojekt entstehen, das auf nationaler Ebene neue Maßstäbe in Sachen Energieeffizienz und Nachhaltigkeit setzt. Mit dem geforderten Raumprogramm des zukünftigen Nutzers und der an diesem Standort nicht unbeträchtlichen Hochwasserproblematik wurden bereits früh hohe Ziele gesteckt.



Hôtel du Midi

Nach einer umfangreichen Bauanalyse, einer zielgerichteten Machbarkeitsstudie und einer Kostenanalyse wurden diese mit der Alternative eines Neubaus verglichen. Dabei zeigte sich innerhalb kürzester Zeit, dass die angestrebte Lösung einer tiefgehenden Renovierung dieses Bestandgebäudes nicht die günstigste Variante darstellte. Zudem passte das

bestrebte Raumprogramm nur schlecht in die Bestandsstruktur. Das Bestandsgebäude konnte allen Anforderungen nicht gerecht werden und die möglichen Lösungen stellten weder die Bauherren noch die Planer zufrieden. Bestärkt wurde die Entscheidung eines Neubaus 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.

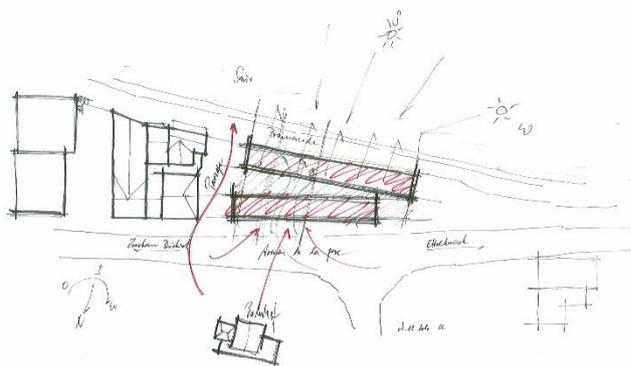
2.2. Städtebaulicher Ansatz

Die Größe des Grundstücks und die städtebaulichen Vorgaben waren stark limitiert und ließen nur wenig Spielraum.

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 Fußgängerverbindung vom Bahnhof zur Uferpromenade definiert. Diese Anfangsparzelle 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 Standort im Rahmen der Entwicklung der «Nordstad» aus verkehrstechnischer Sicht an Bedeutung.

2.3. Beschreibung der Architektur

Es entstanden 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. Die Antwort fand sich in einer Mischbauweise mit denkbar einfachem Konzept. Zwei dreistöckige, komplett in Holzbau ausgeführte Bauvolumen mit den Büroetagen. In der Mitte ein massiver, in Beton gegossener Kern mit den Servicebereichen, Treppenhäusern, Nasszellen und den Technischächten. 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 geringe Temperaturschwankungen in den Innenräumen garantiert.



Skizze zum städtebaulichen Ansatz und energetischer Ausrichtung

Darüber hinaus wurde die Anzahl der Materialien der Hauptstruktur auf die beiden Grundmaterialien Holz und Beton reduziert. Die individuelle Holzfassade aus Douglasie führt die Thematik konsequent weiter bis in die Außenhaut und verleiht dem Gebäude seinen einzigartigen Charakter mit einer natürlichen Ruhe und Klarheit.

Der Innenausbau mit seinen wenigen weiteren Materialvariationen erlaubt es, die gestalterischen und technischen Gesichtspunkte stets miteinander zu vereinen. 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 und homogene Flächen erlaubt. Die Holzdeckenelemente sowie die Wandverkleidungen aus 3-Schicht-Massivholzplatten runden das konsequente Materialkonzept ab.

In den zwei oberen Etagen befinden sich die Büroflächen. Im nördlichen Teil eine eher geschlossene Büroraumstruktur, belichtet durch die auf die Gebäudeachsen dimensionierte Lochfassade. Offene Großraumbereiche mit flexibler Büronutzung befinden sich im südlichen Gebäudeteil. 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.



Gebäude entlang der Avenue de la Gare

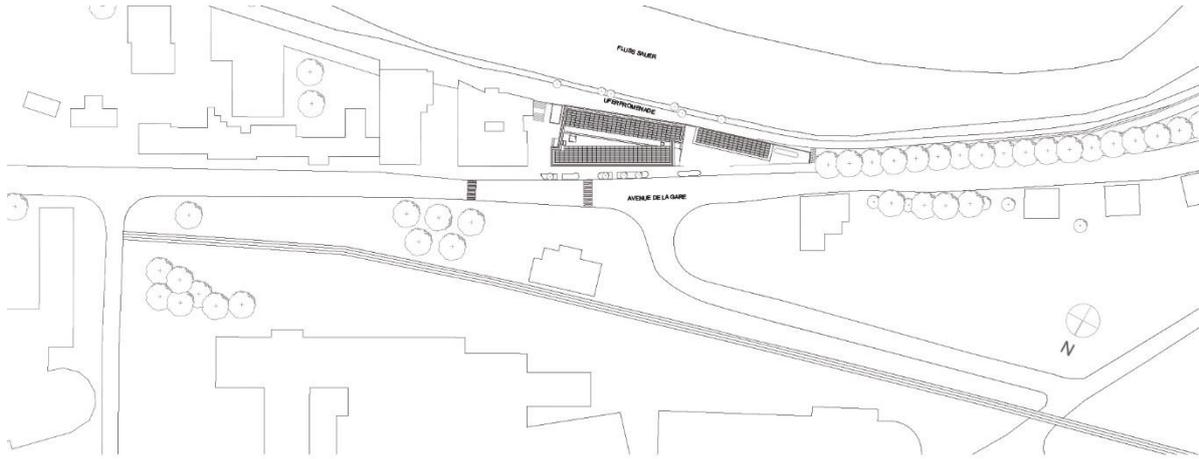


Ablesbares Material- und Konstruktionsprinzip am Beispiel der offenen Büros; Holzelementdecken- und Stützen, Betonkern mit Sichtbrettschalung und geschliffener Zementestrich.



architekturintegrierte Photovoltaikanlagen der Südfassade

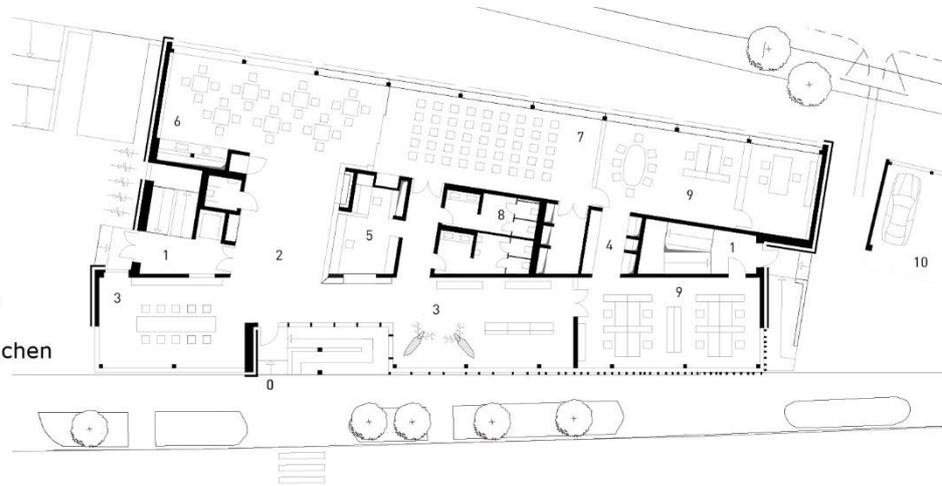




Lageplan

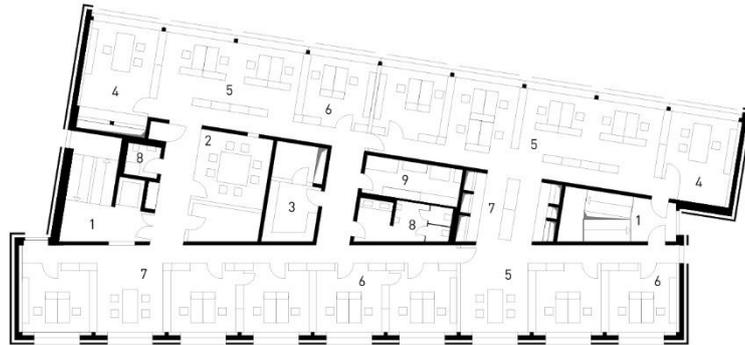
Erdgeschoss

- 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



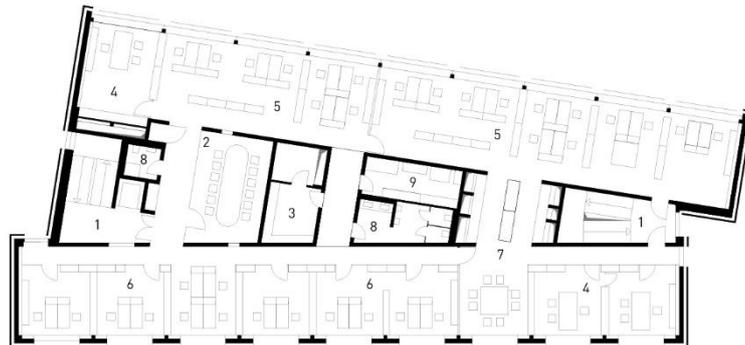
1. Obergeschoss

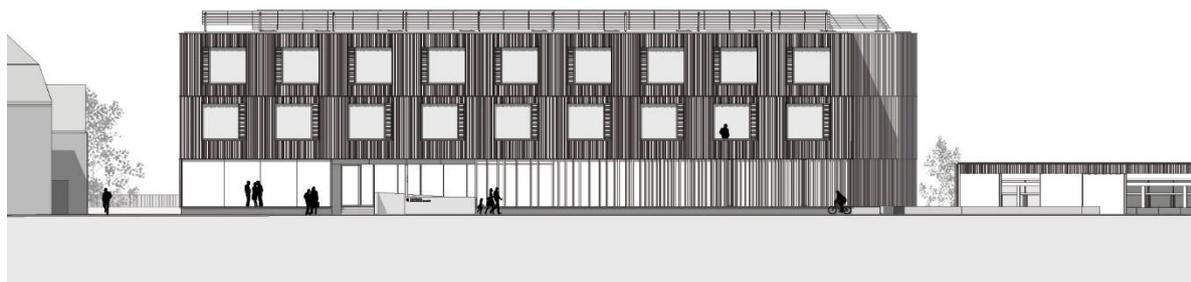
- 1 Erschließung
- 2 Kleiner Besprechungsraum
- 3 Lager & Technikräume
- 4 Direktionsbüro
- 5 Open Space
- 6 Geschlossene Büroflächen
- 7 Temporäre Besprechungsbereiche
- 8 Sanitäre Anlagen
- 9 Druckerstation



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 Nord



Ansicht Süd



Systemschnitt längs



Systemschnitt quer

3. Tragwerksentwurf und Planung der Außenanlagen

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 gelegt werden.

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.

Systemvergleich Deckenvarianten (statisch erforderliche Konstruktion)

Variante Nummer System	1	2	3	4
	Stahlbetondecke	COBIAx-Flachdecke	Holz-Beton-Verbunddecke	Holz-Hohlkastendecke
Systemskizze (ohne Maßstab)				
Systembeschreibung	Stahlbetondecke in Ortbeton- oder Halbfertigteilbauweise	Stahlbetonflachdecke h=30 mit Verdrängungskörpern COBIAx CBCM-S-180	HBV-Decke als Plattendecke F90, Stb-Platte 12 cm, Brettstapeldecke 25cm, HBV-Schubverbinder	Hohlkastendecke F90, z.B. Lignatur LFE Sondertyp mit Akustikdämmung, ohne Kammerbefüllung
Bauhöhe nur statisches Deckensystem	cm	35	38	36
Statisches System	Flachdecke punktelagert, teils durchlaufend	Flachdecke punktelagert, teils durchlaufend	Einfeldträger innengelagert	Einfeldträger innengelagert
Resultierende Eigenlast Deckenkonstruktion	kg/m ²	875	594	419
SUMME Graue Energie (Basis: KBOB)	MJ/m ²	1.335	1.001	1.627
Differenz gegenüber Variante 1	%	0,0	-25,0	-40,2
SUMME Primärenergie gesamt (Basis: KBOB)	MJ/m ²	1.395	1.046	4.878
Differenz gegenüber Variante 1	%	0,0	-25,0	249,4
SUMME Treibhausgas-emissionen (Basis: KBOB)	kg/m ²	138	97	123
Differenz gegenüber Variante 1	%	0,0	-28,7	-9,2
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 (€/m ²)	160,00	160,00	330,00	280,00

Auszug aus der Vergleichstabelle verschiedener Deckensysteme

Es wurden 13 verschiedene Systeme nach insgesamt 9 unterschiedlichen Kriterien bewertet: Verbrauch an grauer Energie, Verbrauch an Primärenergie, Emission von Treibhausgasen, Brandschutzanforderungen, Gebrauchstauglichkeitsanforderungen (Empfindlichkeit auf Durchbiegungen und Schwingungsanfälligkeit), Schallschutz-anforderungen (Luftschalldämmmaß und Trittschallschutz) sowie aus dem Tragwerk resultierende Baukosten umgelegt pro Quadratmeter Deckenfläche.

Die Wahl fiel auf Holzdecken bestehend aus flächigen Hohlkastenelementen. Diese Holz-Hohlkastendecken liegen auf einem Holzskelett auf und 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.

So konnte demnach angenommen werden, dass die Wahl eines Tragwerkssystems unabhängig von der Ausbildung der Fassadenkonstruktion getroffen werden kann und nur eine Kombination von 2 Bausystemen in der Lage ist, alle gestellten Anforderungen bestmöglich zu erfüllen.

Für den der Örtlichkeit angepassten, fast trapezförmigen Grundriss konnte nur die Kombination aus einem Stahlbetonbau im Bereich des Gebäudekernes in Verbindung mit einem klaren, gerichteten und ökologisch vorteilhaften Holzbau der außenliegenden Büroriegel die größte Anzahl an Vorteilen in der Summe vereinen.

Zur Entscheidungsfindung wurde untersucht, wie die Ausbildung einiger charakteristischer Anschlussdetails, wie zum Beispiel der Anschluss der Deckenelemente an den Stahlbetonbau oder der Anschluss der Deckenelemente an die Randträger aussehen konnte. Zusätzlich 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.

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. Wegen des zu erwartenden von außen «drückenden Wassers» und durch den straßenseitig anstehenden Erddruck entlang einer Hauptverkehrsachse lag die Entscheidung nahe, das Untergeschoss komplett in Stahlbetonbauweise auszuführen.

Die Wände des Gebäudekernes 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 dem Gebäudekern angegliederten Büroriegel bestehen aus einem gerichteten Holzbau als Pfosten-Riegelkonstruktion mit rechtwinklig angeordneten Hauptachsen und einem hohen Anteil an Verglasung. Die Geschossdecken aus Hohlkastenelementen spannen über etwa 6,00 m vom Gebäudekern in Richtung der straßen- und sauerseitigen Außenwände.

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 Holzskelletes hochgehängt werden mussten. 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. Zur Stützen-Riegel-Verbindung wurde ein innovatives, zugelassenes Schwalbenschwanzverbinder-System aus Aluminium gewählt.

Bereits während der Planung wurde darauf geachtet, dass ein Ausgleich von möglichen Bautoleranzen der Ausführung im Bereich der Verbindung zwischen dem Stahlbetonbau und dem angrenzenden Holzbau in 3 Dimensionen möglich ist, insbesondere im Bereich der Deckenanschlüsse. Hierzu konnten am Deckenrand der Stahlbetondecken im Betonbereich rückverankerte Kopfplatten aus Stahl eingebracht werden. 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 sichtbaren Nadelholzbrett 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.

Die Aussteifung des Holzskeletttragwerkes erfolgt über die Stahlbetonwände im Kernbereich des Gebäudes. Die statische Scheibe, welche zur Aufnahme von horizontalen Kräften 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 und kostengünstiger gewesen, hätte jedoch Nachteile bei der Gebäudezertifizierung (Risiko einer höheren Schadstoffbelastung der Raumluft durch hohe Formaldehyd-Belastungen) mit sich bringen können.

Die Fassadenkonstruktion besteht aus teils vorgefertigten, stark gedämmten, großformatigen Holzkastenelementen, welche nur zur Abtragung von horizontalen Lasten mit dem Holzskelettbau verbunden sind. Die vertikalen Lasten werden 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.

Durch Rücksprache mit den entsprechenden Behörden konnte durch das Vorsehen entsprechender Kompensierungsmaßnahmen 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 ausgelegt. Die tragenden Bauteile des Holzskellettes 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 und bieten so einen direkten Fluchtweg nach außen.

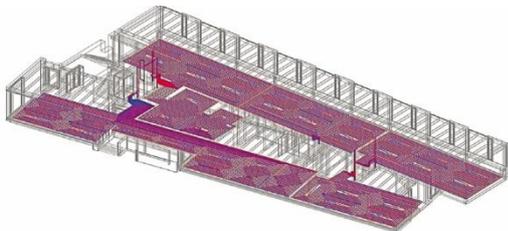
4. Die technische Gebäudeausrüstung

4.1. Wärmepumpenanlage

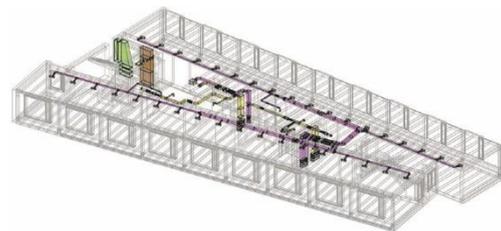
Zur Wärmeerzeugung wird eine Wasser-Wasser-Wärmepumpe eingesetzt. Bei dieser hydrothermalen Energiegewinnung wird dem Flusswasser, welches über einen freien Einlauf in eine Zisterne geleitet wird, Wärmeenergie entzogen. In der Regel wird das Wasser durch diese Form der Energiegewinnung um etwa 3K abgekühlt, so dass es mit einer verringerten Temperatur über einen freien Auslauf wieder dem Fluss zugeführt wird. Die «kalte Seite» der Wasser-Wasser-Wärmepumpenanlage 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.

4.2. Wärmeverteilung

Über eine Fußbodenheizung sowie fünf Heizkörper wird der Wärmebedarf des Gebäudes gedeckt. Aufgrund der Ausrichtung des Gebäudes wurden zwei Kreise (NORD und SÜD) vorgesehen, so dass Heizen und Kühlen in den Kreisen unabhängig voneinander möglich ist. 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.



Perspektive der Fussbodenheizung



Perspektive der Luftverteilung

4.3. Raumluftechnische Anlage

Die Lüftungsanlage in der Naturverwaltung Diekirch ist ein kombiniertes Zu- und Abluftgerät. Durch die Nutzung einer Bedarfsregelung wird der Lüfterneuerungsbedarf mittels Luftqualitätsfühler kontinuierlich gemessen und die dem Raum zugeführte Außenluftmenge mittels einer Regelung laufend an den tatsächlichen (gemessenen) Bedarf angepasst.

4.4. Regenwassernutzung

Eine Regenwasserzisterne sammelt das Regenwasser, welches zur Versorgung der Toiletten und Urinale genutzt wird.

4.5. Beleuchtungsanlage

Die den jeweiligen Bereichen zugeordneten Leuchten werden automatisch über EIB/KNX-Präsenzmelder bzw. manuell über örtliche EIB/KNX-Taster gesteuert.

Die Leuchten sind mit neuester LED-Technik bestückt und tragen somit zur Energieeinsparung einen bedeutsamen Teil bei. Grundlage der Beleuchtungsplanung war u.a. die Kunstlicht- aber auch die Tageslichtsimulation.

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

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

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

5. Ein Beispiel für optimierte Nachhaltigkeit

Zielsetzung der Bauaufgabe war, das Projekt entsprechend der Nachhaltigkeitskriterien der Deutschen Gesellschaft für nachhaltiges Bauen (DGNB) auszurichten. Das heißt neben den ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten auch die technische und prozessorientierte Qualität in die Bewertung der Nachhaltigkeit einzubeziehen und dabei das höchste Exzellenzniveau des Deutschen Gütesiegels für Nachhaltiges Bauen (DGNB) anzustreben: PLATIN.

5.1. Ökobilanz und Energiekonzept des Gebäudes

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.

5.2. 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

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 ² *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
Gesamt	30,7	66.145,4

Jährlicher Endenergiebedarf

Jährlicher Primärenergiebedarf (PEges)	Spezifisch [kWh/(m ² _{NGF} *a)]	Absolut [kWh/a]
Rohstoffgewinnung Transport zum Hersteller Herstellung	46,4	130.120,8
Instandhaltung	6,1	17.141,7
Energiegutschriften (z.B. durch Bau- stoffrecycling nach Abriss)	-8,3	-23.375,0
Energieeinsatz Gebäudebetrieb ge- mäß ENEC	60,6	169.858,3
Gutschriften Strom aus Fotovoltaik	-117,5	-329.587,5
Gesamtprimärenergiebedarf	-12,7	-35.841,7

Jährlicher Primärenergiebedarf (PEges)

5.3. 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 136,78 kWp. Die jährliche Stromproduktion der installierten PV-Module wurde mit 117.399,86 kWh/a berechnet. Im reinen Vergleich mit dem absoluten Endenergiebedarf von 66.145,4 kWh/a ist ein voraussichtlicher jährlicher Überschuss von ca. 50.000 kWh/a zu erwarten.

5.4. 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.

5.5. Einsatz von nachhaltigen Baustoffen

Ein weiterer wichtiger Aspekt der Gebäudeoptimierung im Rahmen der DGNB-Zertifizierung war der Einsatz von nachhaltigen Baustoffen. Diese 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.

5.6. 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. Es wurde darauf geachtet, dass nur emissionsarme Produkte auf der Baustelle zur Anwendung kamen.

5.7. 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.

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

Einsatz von Hölzern aus zertifiziert nachhaltiger Holzwirtschaft

5.8. Innenraumluftqualität

Die Verwendung gesundheitsgefährdender Baustoffe wurde aufgrund der DGNB-Zertifizierung 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 auf der Baustelle kontrolliert. Durch diese Maßnahmen und die anschließend durchgeführten Innenraumluftmessungen in 3 Referenzräumen konnte abschließend bestätigt werden, dass die angestrebte, sehr gute Innenraumluftqualität erreicht wurde und dass das Gebäude die Qualität der Kategorie «Sehr schadstoffarmes Gebäude» gemäß Tabelle erfüllt. Folgende TVOC und Formaldehyd-Konzentrationen wurden gemessen.

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	≤ 3000	≤ 120
Schadstoffarmes Gebäude	≤ 1000	≤ 60
Sehr schadstoffarmes Gebäude	≤ 500	≤ 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

5.9. Rückbau- und Recyclingfreundlichkeit der Baukonstruktion

Das Gebäude verfügt über ein wasserdichtes Kellergeschoss und einen aussteifenden Kern aus Stahlbeton. Alle anderen Gebäudeteile, d.h. die Geschossdecken, das Dach und die Fassade, wurden in Holzbauweise hergestellt. 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.

5.10. 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.

5.11. 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.

6. Energieeffizienz und Nachhaltigkeit durch ganzheitliche Planung mit Simulation

Damit der Entwurf mit einer maximalen Energieeffizienz und unter dem Aspekt der größtmöglichen Nachhaltigkeit realisiert werden konnte, wurden 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.

6.1. 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. Die abgeleiteten Ergebnisse wurden als Nachweis zur energetischen Optimierung des Energiekonzeptes herangezogen.

6.2. Wärmebrückenanalyse

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

6.3. Tageslichtsimulation

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. Die optimale Nutzung des Tageslichts erlaubt es, bis zu 60 % an Strom für die Beleuchtung einzusparen. Für das Gebäude konnte eine jährliche relative Nutzbeleuchtung von 71 % berechnet werden.

7. Akustik

Im Zuge der DGNB-Zertifizierung waren für den Neubau des Gebäudes der Naturverwaltung die Bau- und Raumakustik planerisch nach Vorgaben zu entwerfen und baulich umzusetzen. Mit Hilfe von verschiedenen örtlichen Messungen im Innen- und Außenbereich und den resultierenden Maßnahmen konnte ein akustischer Komfort erreicht werden.

7.1. Bauakustik

Die Bauakustik hat zum Ziel, einen entsprechenden nutzungsabhängigen Schallschutz zu gewährleisten, der eine unzumutbare Lärmbelästigung 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. Zur akustischen Dimensionierung der Außenbauteile war die Kenntnis über den maßgeblichen Außenlärmpegel notwendig. 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° 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 10mm befestigt. Bei der Messanordnung wurde der Lautsprecher auf dem Dach des Messfahrzeugs befestigt. Mittels einer Hubarbeitsbühne konnte das Messmikrofon an den 15 verschiedenen Punkten positioniert werden. Im 2-kanaligen Messmodus wird gleichzeitig der Rauminnenpegel gemessen. Für die Holzdeckenelemente wurde ein spezieller Aufbau entwickelt, der bereits während der Planung, den zu errechnenden Trittschallpegel nachweisen musste. Zur Bestimmung der notwendigen Trittschalldämmung wurde der Trittschallpegel der Rohdecke gemessen. Um einen optimalen Schallschutz zu gewährleisten, wurden die Messungen des Schallschutzes im Rohzustand und im fertigen gebauten Zustand durchgeführt.

7.2. Raumakustik

Die Grundlage für die akustische Gestaltung von Räumen ist die DIN 18041. Die raumakustische Qualität hat einen wesentlichen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit am Arbeitsplatz. Die Messung der Nachhallzeit wurde in Mehrpersonenbüros bis 40 m² und im großen Saal im Erdgeschoss gemessen. Um einen akustischen Komfort zu erreichen wurden anhand dieser Messwerte 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 abwechselnd schallabsorbierend ausgeführt.