



HOCHSCHULE TRIER

Umwelt-Campus Birkenfeld

Campus Ambiental

Vivir la tecnología verde



Contenido.

Prólogo: Emisión Cero.	3
Energía Fotovoltaica – De la luz a la electricidad.	4
Sistema de Iluminación – Inteligencia brillante.	6
Técnica de la Ventilación del Aire interior – Aire para pensar.	7
Eficiencia Energética - Técnica de Circulación Intermittente del Aire en Espacios Cerrados	8
Refrigeración del Edificio – Refrigeración a partir del calor.	9
Calor en el Campus – Calor desde la distancia.	10
Uso del Agua pluvial – Recolección. Almacenamiento. Aplicación en el sistema sanitario.	11
Edificio de Comunicación – Una mirada en el futuro.	12
Autores y Agradecimientos.	13

Prólogo.

Campus Ambiental Birkenfeld. Una de las universidades más ecológicas de Alemania.

En el 2011 "Utopia AG" le preguntó nuevamente a los estudiantes: ¿Cuál es la universidad más ecológica de Alemania? A lo que los estudiantes eligieron el Campus Ambiental Birkenfeld en el sensacional primer lugar. Utopia AG concuerda exactamente: "Es realmente impresionante como aquí se vive y se práctica la sostenibilidad".

Las instalaciones tecnológicas, que hacen único al Campus Ambiental Birkenfeld, serán expuestas y descritas en este folleto. Dicho esto, se responderán preguntas a: ¿cómo utiliza el campus la energía solar? ¿De dónde obtiene el Campus su calor?

Todas las instalaciones y medidas en el Campus aspiran a poner en práctica el concepto de un Campus verde y el concepto de Cero Emisiones. Estudiantes y visitante observarán como la sostenibilidad funciona. Las medidas en el Campus van desde simples sensores de movimiento hasta complejos sistemas para el aprovechamiento de la luz diurna, así como la sencilla utilización del agua pluvial para el sistema sanitario. Con todo y todo las diversas medidas e instalaciones proporcionan que el abastecimiento energético fundamental del Campus sea cubierto 100% por energía renovable.

El edificio de comunicación es un edificio de cero emisiones y por esta razón un sitio singular, ya que el edificio regula su calefacción y ventilación de forma autónoma y sirve con ello como un objeto emblemático en la innovación tecnológica.



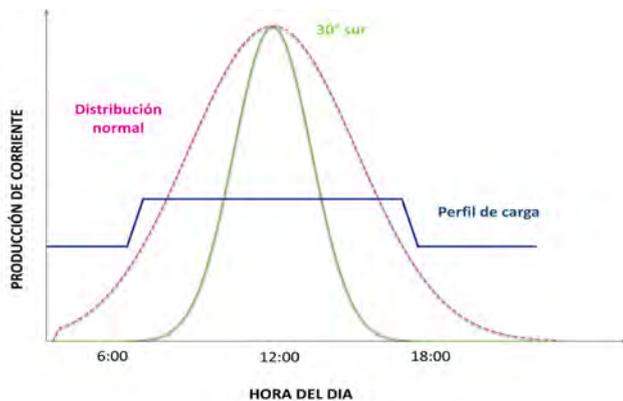


Energía fotovoltaica – de la Luz a la Electricidad.

El Campus Ambiental Birkenfeld es bastante adecuado para la instalación de plantas fotovoltaicas gracias a la radiación solar de aproximadamente 1.000 kWh/m² al año. El campus posee grandes superficies de tejado, las cuales exhiben una alineación adecuada hacia el sol y no tienen edificios o árboles inmediatos que puedan ensombrecer las instalaciones.

El consumo eléctrico en el campus se totaliza a aproximadamente 1.000 MWh anuales. Con las instalaciones fotovoltaicas, que se encuentran en el tejado de los edificios, se produce alrededor de 520 MWh al año. Con esto se puede cubrir más o menos un 52% de la demanda eléctrica del campus en caso de que la electricidad producida alimentara directamente la red eléctrica. Sin embargo, en su momento de planificación, el sistema de primas fijadas por la EEG (Ley de Energía Renovable) era más rentable, por lo que se decidió alimentar la red pública.

PROGRESIÓN DIARIA FV



En caso de que la electricidad generada se utilizara exclusivamente para satisfacer las necesidades del campus, podría ocurrir a veces que la demanda de electricidad sea inferior a la producción y el superávit no se pueda utilizar. (Curva roja está por encima de la azul). Por medio de la alimentación directa al cableado eléctrico se puede suministrar aproximadamente 120 hogares de cuatro personas, suponiendo que el consumo promedio anual sea en total 4.400 kWh.

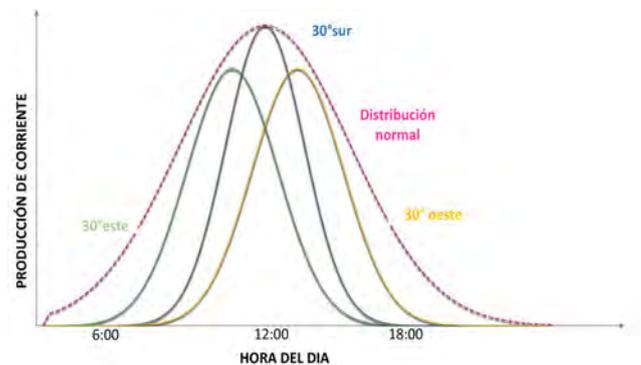
Adicionalmente la instalación fotovoltaica en el campus reduce cerca de 317 toneladas anuales de emisiones CO₂. Esto significa que estos hogares pueden conducir una distancia media de 25.000 km neutrales de CO₂. La instalación fotovoltaica consiste en 6.494 módulos de silicio policristalino, monocristalino y módulos de capa fina, los cuales todos juntos resultan en un área equivalente un tercio de un campo de fútbol. La potencia nominal de la instalación fotovoltaica es de 530 kWp. La corriente continua generada por los módulos solares se convierte por medio de los inversores en corriente alterna y posteriormente alimenta la red eléctrica. Para lograr el mejor rendimiento energético posible, los paneles solares se montaron con una orientación hacia el este, sur y oeste.



Por lo tanto, la trayectoria del sol está cubierta por la diferente orientación de los módulos solares. En la ilustración se puede identificar como el curso de la producción eléctrica se amplía (curva roja), ya que los módulos solares no están orientados solamente hacia el sur (curva amarilla). De esta forma se logra cubrir uniformemente la demanda eléctrica del campus (curva azul).

Los módulos solares que se instalaron en las fachadas de los pasillos abarcan un área de 370 m² y poseen una potencia de 18,6 kWp. La electricidad generada entra directamente en la red del campus y sirve para el consumo propio. En el año se produce alrededor de 6.000 kWh por medio de los módulos, lo cual se asemeja al consumo de un hogar de cinco personas.

PROGRESIÓN DIARIA FV CON PROGRESIÓN DEL SOL



PANELES SOLARES EN EL CAMPUS AMBIENTAL BIRKENFELD



MÓDULOS DE LÁMINA DELGADA

Cantidad de Módulos: 246

Eficiencia: 13,3%

Potencia Nominal: 230 Wp/Módulo



MÓDULOS MONOCRISTALINOS

Cantidad de Módulos: 246

Eficiencia: 13,3%

Potencia Nominal: 230 Wp/Módulo



MÓDULOS POLICRISTALINOS

Cantidad de Módulos: 45

Eficiencia: 13,3%

Potencia Nominal: 235 Wp/Módulo

Sistema de iluminación - Inteligencia brillante.



EFICIENCIA ENERGÉTICA MÁXIMA MEDIANTE EL USO DE LUZ DIURNA

En el Campus Ambiental Birkenfeld se aprovecha la luz diurna de la mejor forma mediante diversas medidas. El uso de la luz diurna es la mejor solución con respecto a la eficiencia energética además por razones ecológicas y económicas.

Para garantizar una iluminación óptima en las habitaciones, grandes componentes del edificio fueron construidos en vidrio y además se construyeron un gran número de tragaluces. Laminillas de persianas especiales proporcionan una dosis óptima de luz diurna y con ello una reducción en el consumo eléctrico. Estas persianas se encuentran sobre el tejado y las ventanas del “Nuevo Edificio Central”. La alineación de las persianas está basada según la posición del sol. A partir de una radiación solar de 45.000 lux las persianas se bajan automáticamente. Además las persianas cuentan con una función de seguridad para que se cierren en caso de heladas y vientos fuertes.

Sobre las ventanas del “Nuevo Edificio Central” se construyó un sistema de dirección de luz diurna, el cual está conformado por tubos de vidrio que distribuyen la luz diurna en las habitaciones. Con esto se logra una alta iluminación. Los elementos de aislamiento, acristalados en ambos lados, dispersan la luz incidente de manera uniforme, creando así una iluminación difusa sin deslumbramientos. En consecuencia las buenas propiedades del aislamiento acortan también el tiempo en el que se necesita luz artificial.

El control de la iluminación en cada habitación es descentralizado gracias a la ayuda de sensores de movimiento y medidores de luz diurna. Los sensores de movimiento procuran que la luz se apague cuando la habitación correspondiente no esté siendo utilizada. Por medio de esta optimización en el control de la iluminación artificial se pretende mantener los costos de electricidad lo más bajo posible.

EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN EN EL CAMPUS AMBIENTAL BIRKENFELD CONSISTE EN:



Técnica de la Ventilación del Aire interior – Aire para pensar.

La técnica de ventilación en el campus proporciona a las Aulas no sólo aire fresco, para garantizar una temperatura ambiente agradable, sino que también regula la concentración de CO₂ a través de sensores especiales. Las instalaciones están situadas en una amplia zona por debajo del “Nuevo Edificio Central” y suministran:

- El auditorio (campo para 360 personas),
 - Dos aulas (campo para 100 y 140 personas),
 - La biblioteca,
 - Los salones de seminarios
- (corriente de aire extra se efectúa mediante las ventanas).

En el cuarto de máquinas se encuentra adicionalmente:

- Un refrigerador de adsorción para el suministro de aire acondicionado (véase capítulo “Refrigeración”),
- Una estación de transferencia térmica solar con almacenamiento de calor para la calefacción,
- Una estación de transferencia de calefacción urbana suministrada por una planta de cogeneración de biomasa,
- Un intercambiador geotérmico para la previa termorregulación del aire externo,
- Un colector masivo como fuente de calor para una bomba de calor por compresión,
- dos bomba de calor por compresión,
- Una cisterna de agua pluvial con una bomba de presión,
- dos Refrigeradores por adsorción con evaporador.

Las tecnologías utilizadas para los sistemas de aire acondicionado aquí son exclusivamente tecnologías de “cero emisiones” ya que no se necesita energía primaria producida de fuentes fósiles.

Tres torres capturan el aire exterior y lo transfieren seguidamente a dos intercambiadores geotérmicos, los cuales miden 55 m de largo y 1,5 m de diámetro, y están diseñados para un volumen de aire total de 25.000 m³/h. Una vez aspirado el aire exterior se lleva a cabo el filtrado primario de este para proteger el sistema de ventilación.

Seguidamente el filtrado secundario sirve para asegurar la calidad del suministro de aire.

El auditorio (Audi Max) tiene como módulo central un intercambiador de calor con una eficiencia de 80% (Clase H1). Los ventiladores de este sistema operan de forma directa con una ventilación libre. Para ello los ventiladores poseen una potencia promedio de 1,2 kW y un volumen de flujo de 9.800 m³/h. Los dispositivos operan con un medidor de CO₂ y un regulador de presión con el fin de lograr un intercambio de aire óptimo. La ventilación de aire fresco se realiza en cuatro zonas. Mediante esta técnica de ventilación es como se calienta, se enfría e incluso se deshumidifica el aire. La humidificación del aire no se lleva a cabo en este sistema.

La evacuación del aire se realiza por medio un conducto de escape por el que atraviesan una gran cantidad de tubos de plástico. De esta forma la energía residual es recolectada por medio de las bombas de calor por compresión y seguidamente es llevada a altos niveles térmicos antes de ser liberada en la instalación de la técnica de ventilación. La potencia térmica de las bombas de calor ronda a 14 kW en invierno y 11 kW en verano para enfriar. La energía que no se utiliza es conducida a tierra.

Todas las habitaciones de la escuela están equipadas con reguladores de temperatura autosuficientes.



Central Técnica



Auditorio Máximo

Eficiencia Energética - Técnica de Circulación Intermitente del Aire en Espacios Cerrados.

En el año 2016 entra en funcionamiento en el Campus Ambiental Birkenfeld el nuevo pabellón deportivo multifuncional, con una superficie aproximada de 1.480 m². La instalación de un sistema de circulación intermitente del aire ofrece una valiosa contribución en el aumento de la eficiencia energética. La nueva técnica de circulación de aire en espacios cerrados tiene un efecto positivo en el dimensionamiento del abastecimiento energético en todo el pabellón deportivo, ya que a través de ella tanto la energía eléctrica como la térmica se puede almacenar.

En el marco de un proyecto de investigación (Backes, Kaup, 2016), se obtuvo que el modo de funcionamiento en los dispositivos de ventilación (con una cantidad de aire aproximada de: 10.400m³/h) puede ser optimizado, tanto para aireación como para desaireación, a través de un funcionamiento intermitente el cual podrá reducir sustancialmente los cambios de aire necesarios. Con este procedimiento se mejorará la efectividad en la ventilación y la mezcla del aire, tanto en el funcionamiento con carga máxima como con carga parcial, además del caudal de aire, reduciendo significativamente el factor 2.

Además de minimizar el riesgo de corrientes de aire, la calidad del aire mejora notablemente, aumentando el confort en el local, debido a que se disminuye la carga de sustancias nocivas (ej. Co₂) a causa de la reducción rápida de agentes contaminantes. Así mismo, el funcionamiento con carga máxima, sobretodo en pequeños índices de cambio de aire, puede llegar a mejorar la efectividad en el flujo de aire interno. Con un volumen de aire interno en el Pabellón de deporte de 12.580 m³, se obtiene un flujo volumétrico máximo con una tasa de cambio de solo 0,82 por hora.



Pabellón deportivo multifuncional en el Campus Ambiental Birkenfeld

Refrigeración del Edificio – Refrigeración a partir del Calor

TEMPERATURAS AGRADABLES TANTO EN VERANO COMO EN INVIERNO.

Para lograr una temperatura confortable en los cuartos del Campus Ambiental Birkenfeld, está a disposición la refrigeración por adsorción con evaporador, el cual efectúa el proceso de enfriamiento a través del circuito de distribución del edificio. De este modo se enfría el aire interno así como las paredes y los suelos.

La instalación de refrigeración por adsorción se encuentra en el sótano del “Nuevo Edificio Central” y cuenta con una potencia máxima de 175 kW y enfría a partir de una temperatura exterior promedio de 19° C. El agua fría producida es reutilizada en los distribuidores del aire acondicionado para enfriar las distintas habitaciones.

El uso de la energía térmica, proveniente de las instalaciones solares térmicas y de la planta de cogeneración de biomasa, juega un rol muy importante en la primera fase del proceso de enfriamiento. Con ello la demanda térmica de la instalación es cubierta completamente CO₂ neutral. Por esto existe una instalación de energía solar térmica que cubre 200 m² del techo del campus y que genera 20-30% del calor para la máquina de refrigeración. El resto de la energía térmica necesitada es generada por el sistema de calefacción urbana. El calor es requerido para lograr la transición del estado líquido a gaseoso del refrigerante. Seguidamente, el calor es retirado del gas y devuelto para su almacenamiento.

El proceso de refrigeración también es importante para enfriar el agua entre los 5° C y los 12° C. Este proceso es facilitado mediante la evaporación del agua y la añadidura de gel de sílice como adsorbente. De esta forma se evita la utilización de refrigerantes dañinos.

La refrigeración de retorno del aire acondicionado se realiza mediante una torre de enfriamiento. Dicha torre es operada con 36 m³ de agua pluvial que proviene de las cisternas de agua pluvial. Esto representa una alternativa amigable al medio ambiente, no sólo por suministrar la máquina de refrigeración, sino también por el suministro de alrededor 15-15 m³ de agua pluvial para el sistema sanitario.

REFRIGERAR MEDIANTE LA UTILIZACIÓN (CO₂ NEUTRAL) DEL CALOR

SIN EL USO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS DAÑINAS

USO DEL AGUA PLUVIAL



La máquina de refrigeración en el Umwelt-Campus

Calor en el Campus – Calor desde la distancia.

La calefacción urbana, que es suministrada al Campus Ambiental Birkenfeld, proviene de una planta cercana de cogeneración de biomasa de la OIE AG en Neubrücke. En el año 2014 el campus necesitó 1.7 GB/h de energía térmica.

En dicha planta se utiliza la madera como fuente de energía. La ventaja de la combustión de madera es que no se necesitan combustibles fósiles como el petróleo o el gas. La demanda de madera de la planta ronda a 63.000 toneladas anuales, la cual está cubierta mediante la utilización de desechos y residuos de madera, que en Alemania tiene un promedio de 100 kilogramos por habitante al año (8.000.000 t/a en Alemania). No se requiere madera de bosques o áreas forestadas. Ya que los desechos y residuos de madera provienen de fuentes regionales, se logra reducir adicionalmente emisiones de gases dañinos causados por la transportación del combustible. La planta de energía de la OIE Neubrücke recibe su combustible en un radio de 150 kilómetros.

En la planta de energía los residuos y desechos de madera son quemados preferiblemente en trozos o astillas, para así obtener energía en forma de vapor y después en electricidad. Una característica especial de esta planta es que desprende dos bar de vapor y los incorpora a la red de calefacción urbana.

Las sustancias liberadas en las emisiones de escape del proceso de combustión están sujetas a rigurosos valores que son monitoreados y mantenidos. Por esta razón la planta de cogeneración de biomasa en Neubrücke cuenta con una instalación de filtro de mangas que sirve en la separación de polvo. Complementario a ello se aplica un procedimiento para una reducción selectiva no catalizadora que, con la ayuda de amoníaco, transforma el óxido nítrico de la emisiones de escape en nitrógeno y oxígeno elementales.

Abastecimiento de Calor en el Campus



Mediante el suministro de la calefacción urbana proveniente de la planta de cogeneración de biomasa Neubrücke, el Campus Ambiental Birkenfeld fortalece su concepto de "Cero Emisiones".

Una utilización de combustible separada para la calefacción de la universidad llevaría consigo la utilización de combustibles fósiles e impediría el uso de la planta. Por lo tanto, la generación de calor del Campus Ambiental se basa en la utilización sostenible de los productos residuales no fósiles de la región cuyas emisiones son tratados y monitoreados continuamente.

Uso del agua pluvial – Recolección. Almacenamiento. Aplicación en el sistema sanitario.



Sistema de control del uso de agua pluvial



El Campus Ambiental Birkenfeld dispone de un sistema de recolección y almacenamiento de agua pluvial, la cual ahorra 800 – 1.000 m³ de agua potable. En el 2014 el consumo de agua del campus se totalizó en 2.858 m³. Alrededor de un 1/3 de este consumo se puede cubrir con el uso de agua pluvial.

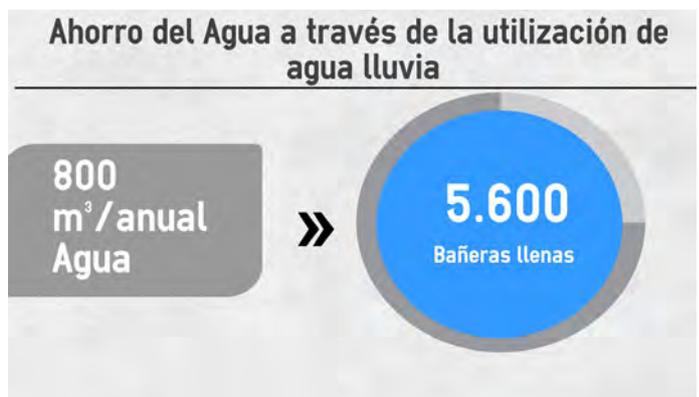
Los techos de los edificios 9916/17 y 9924/25 sirven como áreas de recolección de agua de lluvia. En total esta área resulta aproximadamente en 2.000 m² para capturar el agua de lluvia, que seguidamente es almacenada en dos cisternas con una capacidad de 36 m³ y para luego ser filtrada para su consumo.

El agua pluvial que no puede ser almacenada por las cisternas es dirigida al alcantarillado. El agua de lluvia, que no es recolectada en los demás techos del campus, es conducida a depósitos de retención que están repartidos por el campus. Allí el agua puede evaporarse o infiltrarse en el suelo.

Gran parte del agua pluvial colectada se utiliza en el sistema sanitario de los edificios 9916 / 17 / 24 / 25 / 26 / 30 y del "Nuevo Edificio Central". Los metros cúbicos restantes se suministran al ciclo del agua de la refrigeración por adsorción y sirven para el riego de las instalaciones exteriores.

Para poder cubrir gran parte de la demanda de agua en el sistema sanitario mediante agua pluvial, el Campus Ambiental posee inodoros equipados con ahorradores de descarga de agua. Adicionalmente, 30% de los orinales son secos que no requieren de agua. A esto se añade grifos con válvulas de cierre automático, que también limitan el consumo de agua en las instalaciones sanitarias.

Dependiendo de las condiciones de la temporada y el clima, el agua de lluvia almacenada se puede agotar en el peor de los casos después de dos o tres días. En caso de que se agote este recurso se utilizaría agua potable para cubrir la demanda de agua.



El Edificio de comunicación – Una mirada al futuro.

El 28.06.2012 el Campus Ambiental Birkenfeld amplía con la inauguración del edificio de comunicación su rol como campus de Cero-emisión.

El edificio de comunicación está conformado por una casa pasiva no destinada para vivienda, que se distingue por la vinculación de un excelente aislamiento térmico exterior con un eficiente sistema de control de edificios. Además cabe resaltar la instalación fotovoltaica en el techo, la cual suministra la electricidad al edificio.

La particularidad de este edificio es que la calefacción de sus instalaciones no requiere electricidad ni tampoco energías fósiles. Más bien es añadido a este tipo de casas pasivas un buen aislamiento térmico en las paredes y ventanas y de esta manera se evita la emisión de diversos tipos de sustancias a través de procesos de combustión. Las tecnologías utilizadas en el edificio de comunicación, están conformadas por un sistema de ventilación con una recuperación de calor integrada y un sistema de iluminación con sensores de movimiento, los cuales reducen el consumo eléctrico. Adicionalmente, el complejo arquitectónico dispone de un sistema de control de edificios especial, el cual, hace uso del sistema de ventilación solo cuando es requerido y en consecuencia se ahorra de nuevo electricidad además que el calor del edificio es retenido.

En el interior se encuentran al lado de la sala multifuncional varias salas de seminarios y pruebas. Además hay un salón de té, un gimnasio y salas para el cuidado de los niños. Estos elementos han encontrado su lugar en este Campus Ambiental, debido a la construcción de este tipo de casas pasivas.



Edificación de Comunicación

Autores y Agradecimientos.

Prof. Dr.-Ing. Susanne Hartard

Industrial Ecology
 Telefono: +49 (0) 6782 17-1322
 E-Mail: s.hartard@umwelt-campus.de

Prof. Dr. Henrik te Heesen

Technologien der Erneuerbaren Energien
 Telefono: +49 (0) 6782 17-1908
 E-Mail: h.teheesen@umwelt-campus.de

En este apartado se le agradece especialmente a Prof. Dr.-Ing. Susanne Hartard y Prof. Dr. Henrik te Heesen por la concepción y realización del Folleto tecnológico. Basados en un Proyecto estudiantil interdisciplinario realizaron este Folleto, el cual ofrece una vision general sobre las tecnologías instaladas en el Campus Ambiental Birkenfeld.



Prof. Dr. Klaus Helling
 Decano de la Facultad de Economía Ambiental/
 Derecho Ambiental



Prof. Dr.-Ing. Peter Gutheil
 Decano de la Facultad de Planificación Ambiental/
 Técnica Medioambiental

Contacto.

Universidad de Trier, Campus Ambiental Birkenfeld

E-Mail: info@umwelt-campus.de
 Internet: www.umwelt-campus.de

Telefono: +49 6782 17-18 19
 Telefax: +49 6782 17-13 17



Medio ambiente, una profesión del mañana. Únete!

Umwelt-Campus Birkenfeld
Hochschule Trier, Standort Birkenfeld
Postfach 13 80
55761 Birkenfeld
Telefon: +49 6782 17-18 19
Telefax: +49 6782 17-13 17
E-Mail: info@umwelt-campus.de

www.umwelt-campus.de

