

# KNOW- HOW

NACHHALTIGKEIT  
IN DER BAUINDUSTRIE

## **Der Bayerische Bauindustrieverband e.V.**

- Wirtschaftsverband
- Tarifpartner
- Bildungsträger
- Informationen für den Bau

---

Der Bayerische Bauindustrieverband ist mit all seinen Leistungen seinen Mitgliedern verpflichtet. Dazu gehören eine umfassende Information und Beratung der Mitgliedsfirmen in politischen, rechtlichen und wirtschaftlichen Fragen, die Sicherung branchenspezifischer Aus- und Weiterbildung, die Verhandlung von Tarifverträgen, die Schaffung einer Plattform zum Erfahrungsaustausch zwischen den Unternehmen der Bauindustrie und die Förderung von Innovationen in Forschung und Entwicklung.

---

# KNOW- HOW

Nachhaltigkeit in der  
Bauindustrie

# Inhalt

<b>Inhalt</b> .....	<b>4</b>
<b>Vorwort</b> .....	<b>5</b>
<b>Lebenszyklusbetrachtungen</b> .....	<b>6</b>
PPP Schule Kirchseeon – Langlebiger Schulneubau mit niedrigen Lebenszykluskosten .....	6
AS-Bau Hof GmbH - Positive CO <sub>2</sub> -Bilanz durch Nutzung der Bestandssubstanz .....	6
Baulogistik und Nachhaltigkeit.....	7
<b>Recycling</b> .....	<b>8</b>
Nutzung von Recyclingmaterial bei Herstellung von Asphaltmischgut, Fa. Strabag:.....	9
<b>Erneuerbare Energieerzeugung</b> .....	<b>10</b>
Schachtkraftwerk:.....	11
Hybrid-Turm für Windenergieanlagen unterstützt die Energiewende weltweit..	12
Eigenstromversorgung der Firma Hönninger:.....	15
Schwimmende PV-Anlage der Firma Max Bögl:.....	15
Baucontainer versorgt sich selbst mit Photovoltaik-Strom .....	16
Tiefengeothermie im Großraum München:.....	17
<b>Umweltfreundliche Bautechniken und Energieinnovationen</b> .....	<b>18</b>
5C-Prinzip bei der Betonherstellung - Umweltfreundlichkeit durch effiziente Tragwerke.....	18
Betonzusatzmittel und Füllstoffe:.....	18
Hohlkörpersystem Cobiax .....	19
Fuß- und Radwegbrücke Albstadt – Carbonbetonbrücke 100% stahlfrei.....	20
Innovationskonzept für ein nachhaltiges modulares Gebäudesystem mit über sechs Geschossen.....	21
Bohrschlammrecycling durch mobilen MUDCLEANER.....	22
Klima Track reduziert Temperaturen in Innenstädten .....	23
Mixed-in-Place Verfahren – Optimierung des Ressourcenverbrauchs im Spezialtiefbau .....	24
Die BAUER Energiewand .....	25
<b>Effizienter Umgang mit Flächen (Flächeninanspruchnahme)</b> .....	<b>26</b>

# Vorwort



Thomas Schmid  
Hauptgeschäftsführer

Bayern hat sich ein sehr ehrgeiziges Ziel gesetzt: Schon 2040 soll der Freistaat klimaneutral sein, fünf Jahre früher als Deutschland und ein Jahrzehnt vor der EU. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen alle ihren Beitrag leisten. Die Bauwirtschaft ist sogar doppelt gefordert: Einerseits ist der erforderliche Umbau Bayerns zur Klimaneutralität in Vielem eine Bauaufgabe. Andererseits muss die Bauwirtschaft dafür sorgen, dass sie ihre Bauverfahren auf das Klimaziel hin ausrichtet. Einen gewichtigen Beitrag dazu leistet die Digitalisierung. Ihr Hauptvorteil ist, sie vermeidet Doppelarbeit, weil alle Baubeteiligten von Anfang an und mit einem gemeinsamen Datenpool arbeiten. Die Koordination und damit die Zusammenarbeit aller wird wesentlich einfacher und vor allem weniger fehleranfällig.

Ein weiterer erheblicher Beitrag zum Klimaziel muss von den Baustoffherstellern kommen. Dafür sind umfangreiche Innovationen notwendig. Viele herkömmliche Baustoffe wie Beton haben das Potenzial, in Zukunft einen deutlich niedrigeren CO<sub>2</sub>-Fußabdruck zu hinterlassen als heute. Und Innovationen eröffnen den Weg zu völlig neuartigen Baustoffen und Verfahren. Dafür müssen die Rahmenbedingungen stimmen und die Bauauftraggeber müssen bereit sein, diesen Zukunftsweg mutig mitzugehen.

Mutig vorangegangen ist bereits die bayerische Bauindustrie. Die Beispiele im Folgenden belegen den unternehmerischen Mut und die gesamtgesellschaftliche Verantwortung der Unternehmen der bayerischen Bauindustrie. Das alles sind richtige und wichtige Schritte hin zur Klimaneutralität. Trotzdem steht noch ein herausfordernder Weg vor uns, den wir aber gemeinsam erfolgreich meistern können.

In Zukunft müssen Unternehmen ihre wirtschaftlichen Aktivitäten mit mindestens einem der im Folgenden aufgeführten sechs Umweltziele in Einklang bringen, ohne eines oder mehrere andere Umweltziele zu beeinträchtigen (das sog. DNSH-Prinzip: Do No Significant Harm).

1. Verhinderung des Klimawandels
2. Anpassung an den Klimawandel
3. Nachhaltige Nutzung von Wasser- und Meeresressourcen
4. Wandel zu einer Kreislaufwirtschaft
5. Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung
6. Schutz und Wiederherstellung der Biodiversität und der Ökosysteme

Die Bauindustrie ist zweifach betroffen: Die Bauunternehmen müssen ihr eigenes Handeln gemäß den EU-Umweltzielen ausrichten. Und vor allem können sie die anderen Branchen und die Gesellschaft insgesamt bei dieser Zielsetzung unterstützen.

# I. Lebenszyklusbetrachtungen

Bei weitgehender Optimierung der Betriebsphase eines Gebäudes muss sich zukünftig der Fokus energetischer, ökologischer und ökonomischer Fragestellungen auf die übrigen Lebenszyklusphasen des Gebäudes verschieben. Zwar ist der Betriebsenergiebedarf immer noch maßgebend, jedoch steigt die Bedeutung des Anteils an „grauer“ Energie und „grauen“ Umweltwirkungen an. Insbesondere die Planungs-, Errichtungs- und die Sanierungsphase bestimmen den Gesamtenergiebedarf von Gebäuden. Nicht immer sind der Abriss und der effiziente Neubau die beste Lösung. Wenn der gesamte Lebenszyklus von Gebäuden betrachtet wird, kann es Sinn ergeben, die graue Energie von Gebäuden zu erhalten und trotzdem Neues zu schaffen, um modernen Anforderungen gerecht zu werden.

## Best Practice

### PPP Schule Kirchseeon – Langlebiger Schulneubau mit niedrigen Lebenszykluskosten

Das PPP-Projekt „Neubau eines Gymnasiums in Kirchseeon“ war das erste PPP-Projekt Oberbayerns. Besonderer Fokus wurde auf die Langlebigkeit des Gebäudes und dadurch auf niedrige Lebenszykluskosten gelegt. Das Projekt umfasste die Planung und den Neubau eines Gymnasiums mit Sporthalle sowie anschließend deren Instandhaltung und Bewirtschaftung über einen Zeitraum von 20 Jahren. Umfassende Maßnahmen im Bereich Wärmedämmung in Verbindung mit effizienter Anlagentechnik gewährleisteten einen geringen Energiebedarf und niedrige Lebenszykluskosten. Ein besonderer Beitrag zu einer reduzierten Umweltbelastung leistet die installierte Holzhackschnitzel-Heizungsanlage. Mit einer Brutto-Grundfläche von über 11.802 m<sup>2</sup> bekam der Landkreis Ebersberg einen unter baulichen, wirtschaftlichen, pädagogischen und ökologischen Aspekten optimierten Schulbau für insgesamt 850 Schüler.

### AS-Bau Hof GmbH – Positive CO<sub>2</sub>-Bilanz durch Nutzung der Bestandssubstanz

Die AS-Bau Hof GmbH plante auf ihrem Betriebsgelände die Erweiterung und Erneuerung ihres Büro- und Verwaltungsgebäudes. Ziel war die sinnvolle Weiterverwendung des Bestandsgebäudes in Kombination mit einem Erweiterungsbau. Bereits vorhandene Ressourcen wurden dabei weitestgehend weiterverwendet und nur um ein Nötiges ergänzt, so dass lebenszyklusbasiert sowohl eine positive Energie- wie auch CO<sub>2</sub>-Bilanz nachgewiesen werden kann.

Das Projekt zeigt, dass eine Realisierung eines Treibhausgas-neutralen Gebäudes realisierbar ist und sich darüber hinaus ökonomisch rechnet. Dabei muss vor allem auf die Wiederverwendung schon vorhandener Ressourcen, den Einsatz nachwachsender Rohstoffe, die am Ende ihres Lebenszyklus im besten Fall ohne großen Aufwand wiederverwendet werden können, und die regenerative Erzeugung der Energie zur Nutzung des Gebäudes, Wert gelegt werden.



Kombination von Neubau und Bestandsnutzung unterstützt Ziel eines klimaneutralen Gebäudebestands

### **Baulogistik und Nachhaltigkeit**

Die Bauindustrie befindet sich auch hinsichtlich ihrer Logistik in der Transformation und hat damit begonnen, Ihren Fuhrpark auf Elektrofahrzeuge, wo diese schon möglich ist, umzustellen. Stehen neue PKW-Fahrzeuge zur Beschaffung an, wird häufig auf Elektrofahrzeuge ausgewichen. Vielfach versuchen Bauunternehmen gleichzeitig eine Eigenstromversorgung durch Photovoltaik – in Ausnahmefällen auch durch Windenergie – aufzubauen, um so die Energieversorgung des eigenen Unternehmens nachhaltiger aufzustellen. Dies geht dann häufig mit der Errichtung einer eigenen E-Ladeinfrastruktur auf dem Firmengelände einher. Aber auch Zug-, Arbeits- und Baumaschinen können zum Teil elektrifiziert beschafft werden. Insbesondere Bagger und Radlader werden zunehmend elektrifiziert ausgeliefert.

Und auch erste wasserstoffbetriebene Baumaschinen gibt es auf dem Markt. Sie basieren auf der bekannten und bewährten Motorentechnik und machen diese fit für eine nachhaltige Zukunft. Denn wird grüner Wasserstoff eingesetzt, ist der Antrieb nahezu klimaneutral. Hinzu kommt: Baumaschinen werden häufig stationär unter hoher Last betrieben – genau das sind die Stärken des Wasserstoffmotors mit hohem Wirkungsgrad und seiner Robustheit. Darüber hinaus ist der Wasserstoffmotor auch im Großmotorenbereich, beispielsweise als Antrieb bei Muldenkippern, zukünftig eine gute Option. Wasserstoff- und Elektromotoren sind in der Lage, Baumaschinen künftig wesentlich nachhaltiger zu machen und die von Baustellen ausgehenden Treibhausgasemissionen erheblich zu reduzieren.

## II. Recycling

### RC-Baustoffe ein Schlüssel zur Schonung von Ressourcen

Ressourcenschonung als zentrales umweltpolitisches und gesellschaftliches Thema, das auch im Bereich von öffentlichen Bauaufträgen zunehmend Bedeutung gewinnt. Mineralische Bau- und Abbruchabfälle repräsentieren den größten Abfallstrom sowohl in Deutschland als auch in Bayern. Eine Erhöhung der Recyclingquote hat demnach einen enorm starken Hebel auf die CO<sub>2</sub>-Bilanz.

Die umweltrelevanten Vorteile des Einsatzes von RC-Baustoffen sind:

- Schonung der begrenzt verfügbaren, mineralischen, nicht nachwachsenden natürlichen Ressourcen durch die Rückführung von Bau- und Abbruchabfällen in den Wirtschaftskreislauf; Substitution natürlicher Rohstoffe in beachtlichen Größenordnungen.
- Schonung von Natur und Landschaft durch die Verringerung des Flächenverbrauchs für den Abbau von natürlichen Kiesen und Splitten.
- Geringerer Gesamtenergieverbrauch für die Herstellung von RC-Baustoffen im Vergleich zu Primärbaustoffen und damit Minderung klimaschädlicher Emissionen.
- Minderung des Aufkommens an Schwerlasttransporten, des Kraftstoffverbrauchs samt dessen klimaschädlicher Emissionen und Vermeidung zusätzlicher Straßenschäden.
- Schonung von Deponiekapazitäten durch Verwertung anstelle Beseitigung von Bauabfällen.

Der Einsatz von mineralischen Ersatzbaustoffen und die Erweiterung der Verwertungsmöglichkeiten für mineralische Ersatzbaustoffe (z.B. Recyclingbaustoffe, Bodenmaterial, Gleisschotter etc.) liegt im primären Interesse der Bauwirtschaft. Der öffentliche Auftraggeber muss, wo immer möglich, den Einsatz von RC-Baustoffen zulassen und bei Ausschreibungen ausdrücklich auf diese Möglichkeit hinweisen. Durch nachhaltiges Bauen praktizierter Umweltschutz muss bei öffentlichen Bauprojekten Vorrang vor der maximalen Ausnutzung von Subventionen haben.

## Best Practice

### Nutzung von Recyclingmaterial bei Herstellung von Asphaltmischgut, STRABAG:

Der Anteil des zugeführten recycelten Asphalts in der Herstellung von Asphaltmischgut in den Konzernländern Deutschland, Österreich und Polen betrug im Jahr 2021 in

- Deutschland: 34 % bei einer Gesamtproduktion von 3.076 Tsd. t Asphaltgemische (2020: 33 % bei 3.303 Tsd. t)
- Polen: 36 % bei einer Gesamtproduktion von 2.531 Tsd. t Asphaltgemische (2020: 40 % bei 2.391 Tsd. t)
- Österreich: 19 % bei einer Gesamtproduktion von 1.360 Tsd. t Asphaltgemische (2020: 18 % bei 1.287 Tsd. t)



# III. Erneuerbare Energieerzeugung

Primäre Ziele der bayerischen Bauindustrie sind sowohl Bau von energieeffizienten Gebäuden als auch die Errichtung von Anlagen für die Erzeugung erneuerbarer Energien. Der Anteil erneuerbarer Energien an der Bruttostromerzeugung in Bayern hat 2020 bereits 53 % erreicht. Um die im Freistaat Bayern bis 2040 angestrebte Klimaneutralität zu erreichen, bedarf es jedoch weiterer gemeinsamer Kraftanstrengungen. Der Bauindustrie kommt hierbei eine zentrale Rolle zu, um die für die Energiewende notwendigen Baumaßnahmen umzusetzen und durch technischen Innovationen Impulse zu geben.

## 1. WASSERKRAFT

Die Wasserkraft als wichtige erneuerbare Stromquelle trägt mit etwa 14 % zur Deckung des nutzbaren Stromverbrauches in Bayern bei. In rund 4.200 bayerischen Laufwasser- und Speicherkraftwerken mit einer installierten Gesamtleistung von rund 2.400 MW werden im langjährigen Mittel rund 12,5 Mrd. kWh Strom pro Jahr erzeugt.

Durch die unmittelbar bevorstehende Abschaltung der letzten Kernkraftwerke und dem mittelfristig bevorstehenden Ende der Kohleverstromung droht in Bayern ein Energienotstand. Dezentrale Energieversorgungslösungen müssen daher von der Politik rasch und effizient unterstützt werden, um in Bayern die Energieversorgung langfristig auf ein solides Fundament zu stellen.

**Wasserkraft  
wichtiger Baustein  
dezentraler  
Energieversorgung**

## Best Practice

### Schachtkraftwerk:

Auch der BBIV unterstützt seit Jahren aktiv den maßvollen, umweltschonenden und ökonomisch sinnvollen Um- und Ausbau der kleinen und mittelgroßen Wasserkraftanlagen, wobei das von der Technischen Universität München (TUM) entwickelte innovative Konzept, das sog. Schachtkraftwerk, das eine naturverträgliche und kosteneffiziente Nutzung der Wasserkraft ermöglicht, besonders vielversprechend erscheint.

Ein Schachtkraftwerk ist ein Laufwasserkraftwerk, bei dem ein Teilstrom vor dem Stauwehr in einen senkrechten Schacht abströmt und dort eine Turbine mit Generator antreibt. Diese Konstruktion verhindert strömungstechnisch, dass Fische in die laufende Turbine gelangen und dort zerschlagen werden sowie der Flusslauf durch das im Fluss mitgeführte Geschiebe aus Steinen und Treibholz am Turbineneinlauf gestört wird.

Dieses Kraftwerkskonzept könnte in viele bestehende Querbauwerke bayerischer Fließgewässer integriert werden, wie bereits mit der Pilotanlage Großweil an der Loisach als auch mit der Ende 2021 in Betrieb gegangenen Anlage in Dietenheim an der Iller eindrucksvoll bewiesen wurde. Das Schachtkraftwerk könnte nach Meinung des BBIV einen wichtigen Baustein für eine künftige dezentrale Energieversorgung in Bayern darstellen und sollte daher von der Politik unbedingt unterstützt werden.



Schachtkraftwerk Dietenheim

**530 Megawatt installierte  
Leistung entspricht rund**

**100**

**neuen Windkraftanlagen  
pro Jahr**

## **2. WINDENERGIE**

Im Jahr 2040 soll die installierte Leistung aus Windenergie in Bayern 13,1 GW betragen, so das Ziel der Bayerischen Staatsregierung. Um dieses Niveau der installierten Leistung zu erreichen, müssen im Mittel jedes Jahr zusätzliche Windkraftanlagen mit einer Leistung von 530 MW in Betrieb genommen werden. Der historische Ausbau-Mittelwert liegt jedoch bei nur 125 MW / Jahr. Die nötige Ausbaurate beträgt demnach mehr als das 4-fache des historischen Mittelwerts.

Die im Juli 2022 von der Staatsregierung vorgeschlagene Änderung in der Bayerischen Bauordnung soll Ausnahmen von der 10H-Regelung zulassen, bei denen eine pauschaler Mindestabstand von 1.000 Metern gelten soll. Dies ist prinzipiell zu begrüßen, wird jedoch kaum ausreichen, dieses äußerst ambitionierte Ziel der Staatsregierung zu erreichen. Unter dem Strich fehlt es Bayern an verbindlichen Mengen-, Flächen- und Zeit-Zielen, mit denen Klimaneutralität bis 2040 erreicht werden soll.

### **Best Practice**

#### **Hybrid-Turm für Windenergieanlagen unterstützt die Energiewende weltweit**

Mit der Fa. Max Bögl hat die Bauindustrie einen Hersteller für Windenergie-Turmkonzepte in seinen Reihen, der schon mehr als 2.500 Türme weltweit produziert und einen enormen Beitrag zur Energiewende geleistet hat und weiterhin leistet. Das Unternehmen ist Deutschlands Marktführer bei der Herstellung, Lieferung und Errichtung von Hybridtürmen ab 160 Metern Nabenhöhe und realisiert bis Ende 2024 die weltweit höchste Onshore Windenergieanlage mit einer Nabenhöhe von 199 Metern.

Durch stetig stattfindende Optimierungsprozesse wurde das Vorspannen des Turms vereinfacht und damit die Arbeitsabläufe optimiert. Weiter werden höhere Ermüdungsfestigkeiten erzielt und Belastungsspitzen in der Struktur reduziert. Die konisch verlaufenden Hybridtürme benötigen dadurch deutlich weniger Vorspannkraft. Durch ein ausgefeiltes Logistikkonzept kommt der Transport der Turmteile überwiegend mit Standard-LKW oder/und Zugtransport aus und Schwertransporte weitgehend vermieden.



**2040 müssen  
13,1 GW Windleistung  
installiert sein**

### 3. PHOTOVOLTAIK

Nach den Zielen der Bayerischen Staatsregierung muss bis 2040 die installierte Leistung von Photovoltaik-Anlagen in Bayern bei rund 80 GW liegen. Um dieses Niveau der installierten Leistung zu erreichen, müssen im Mittel zusätzliche 3,26 GW PV jedes Jahr in Betrieb genommen werden. Der historische Ausbau-Mittelwert liegt jedoch nur bei 708 MW / Jahr. Die nötige Ausbaurate beträgt demnach ca. das 4-5 fache des historischen Mittelwerts.

Für neue zu errichtende Gewerbe- und Industriegebäude deren Bauantrag zum 1.1.2023 eingeht, ist eine Solarpflicht vorgesehen. Die Auswirkungen dieser Regelung wird sich frühestens 2025 flächendeckend in Bayern bemerkbar machen und ist eher als mittelfristige Maßnahme zu sehen. Es fehlen kurzfristige Maßnahmen, um den Ausbau der Photovoltaik zu beschleunigen. Das Ermöglichen von privaten Investitionen für PV-Anlagen auf Dächern der Öffentlichen Hand sowie den verstärkten moderaten Ausbau von Photovoltaik auf denkmalgeschützten Bauwerken begrüßen wir hingegen sehr.

Mitgliedsunternehmen des BBIV nutzen die Eigenstromerzeugung durch Photovoltaik verstärkt zur Reduzierung des teuren Strombezugs und stellen ihre Unternehmen somit nachhaltig für die Zukunft auf.

**SPITZENREITER BAYERN:**  
**16.200 MW**  
installierte PV-Leistung



Eigenstromversorgung Fa. Hönninger - Photovoltaik auf Verwaltungs- und Werkstattgebäude

## Best Practice

### Eigenstromversorgung der Firma Hönninger:

Die Fa. Hönninger aus Kirchseeon hat 2020 zwei PV-Anlagen auf dem Firmengelände in Betrieb genommen. Die Anlagen befinden sich auf den Verwaltungs- und Werkstattgebäuden. Der Strombedarf auf dem Gelände ist mit 700.000 kWh sehr hoch. Durch die Gesamtleistung von mehr als 500 kWp können fast 40 % des Strombedarfs des Bauunternehmens gedeckt werden. Der selbst erzeugte Strom kommt unter anderem im Beton-Fertigteilwerk zum Einsatz, wo enorme Strommengen benötigt werden, die ansonsten teurer und ggf. auf Basis von fossilen Brennstoffen erzeugt werden würden. So spart die Fa. Hönninger über einen Zeitraum von 25 Jahre ca. 8.000.000 kg CO<sub>2</sub> ein.

### Schwimmende PV-Anlage der Firma Max Bögl:

Mit über 3.700 Modulen errichtete die Fa. Bögl im Juni 2022 eine der größten schwimmenden Photovoltaik-Anlagen auf einem Baggersee in Deutschland. Jährlich produziert die Anlage mehr als 1.6 Mio. kWh umweltfreundlichen, regenerativen Strom, der direkt vor Ort verbraucht werden kann. Dabei werden keine zusätzlichen Flächen im Gemeindegebiet in Anspruch genommen, nennenswerte Eingriffe in die bestehende Gewässerökologie finden nicht statt. Die schwimmende PV-Anlage ist ein wichtiger Baustein der Energiezelle Max Bögl, deren Ziel es ist, Schritt für Schritt den gesamten Energiebedarf des Standortes regional und aus eigenen regenerativen Quellen zu decken. Mittlerweile erzeugen die PV- und Windkraftanlagen der Firmengruppe in der Umgebung des Werks rein rechnerisch bereits mehr Strom als vor Ort verbraucht wird. Durch den Einsatz eines 2,5 MW Li. Ion. Speichers wird schon jetzt überschüssige erneuerbare Energie gespeichert und der gesamte Strombezug netzdienlich gestaltet.

Schwimmende PV-Anlage  
deckt Bedarf von

**450**  
Haushalten



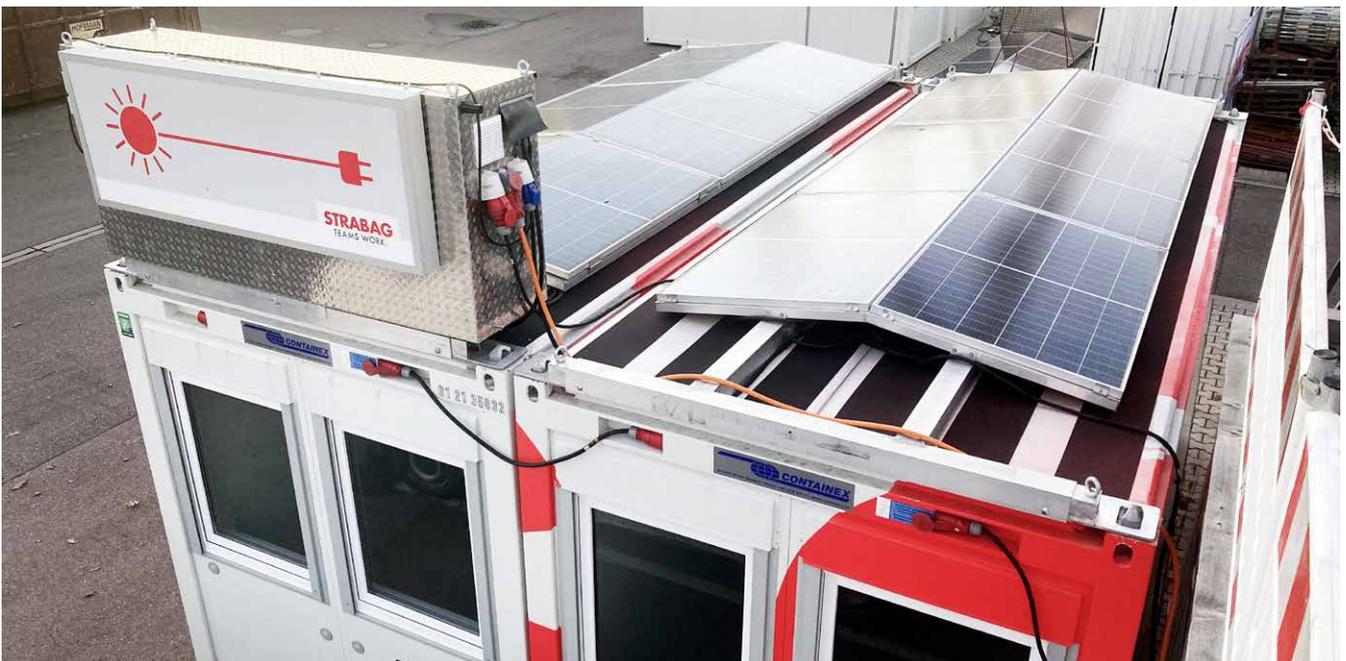
Schwimmende Photovoltaikanlage auf Baggersee, Fa. Max Bögl

### Baucontainer versorgt sich selbst mit Photovoltaik-Strom

Eine Baustelle benötigt eine Menge Strom. Ist ein Anschluss ans öffentliche Stromnetz vorhanden, wird dieser genutzt. Manchmal sind aber Diesel-Aggregate nötig, um eine Baustelle mit Strom zu versorgen. Um darauf möglichst verzichten zu können und Baustellen klimaschonender zu betreiben, hat STRABAG BMTI den „Baustellencontainer-e“ entwickelt. Dieser versorgt die Baustelle autark mit nachhaltigem Strom.

Zahlreiche elektronische Geräte, wie Laptops, Bildschirme, Smartphones oder Tablets, akkubetriebene Handgeräte, Klimageräte und Heizsysteme werden über den selbst erzeugten Strom des Containers betrieben.

Planung, Umsetzung und Wartung erfolgt konzernintern durch STRABAG BMTI, die maschinentechnische Servicedienstleisterin innerhalb der STRABAG-Gruppe. Im ersten Schritt wird der Energiebedarf der Baucontainer mit Solarstrom gedeckt, perspektivisch könnten auch größere Geräte und Maschinen, wie zum Beispiel Krane und Bagger, gänzlich mit grüner Energie betrieben werden. Der Container-e trägt so zu einem nachhaltigen Baustellenbetrieb bei.



zwei Baucontainer mit PV-Anlage der Firma Strabag

## 4. GEOTHERMIE

Nach dem Plan der bayerischen Staatsregierung sollen bis 2050 25 % des Wärmebedarfs für Bayern durch Geothermie abgedeckt werden. Davon ist man jedoch noch ein gutes Stück entfernt, laut dem Energieatlas Bayern trug die Tiefen-Geothermie im Jahr 2019 lediglich zu 0,6 % zur Deckung des Wärmebedarfs Bayerns bei.

**Das süddeutsche Molassebecken bietet beste Voraussetzungen für die Erschließung der Tiefen-Geothermie**

Aufgrund der geographischen bzw. geologischen Gegebenheiten sind die Voraussetzungen für eine hydrothermale Wärmegegewinnung in weiten Teilen des südlichen Oberbayerns besonders günstig. Am Beispiel der Metropolregion München zeigt sich, dass dort je nach Szenario bis zu 67% des Wärmebedarfs durch hydrothermale Tiefengeothermie abgedeckt werden könnte.

### Best Practice

#### Tiefengeothermie im Großraum München:

Gemeinden wie Grünwald, Unterhaching und auch die Stadtwerke München betreiben bereits seit Jahren kommerziell erfolgreich Geothermie-Anlagen, von denen eine Vielzahl von Haushalten Heizenergie über Fernwärmenetze bezieht, die von bayerischen Leitungsbauunternehmen errichtet wurden und ständig weiter ausgebaut werden. Weitere Gemeinden könnten kurzfristig von fossilen Brennstoffen unabhängig werden, sofern Bund und Freistaat die Kommunen sowohl haushaltsrechtlich als auch über tragbare Finanzierungslösungen der kostenintensiven Tiefbohrungen unterstützen würden. Der Bodenschatz Erdwärme muß aufgrund seines immensen Potentials für die Gesellschaft eine andere Aufmerksamkeit fraktionsübergreifend und in der Staatsregierung erfahren.



Geothermieanlage Laufzorn / Grünwald.

# IV. Umweltfreundliche Bautechniken und Energieinnovationen

Der Einsatz von innovativen und umweltfreundlichen Bautechniken kann einen großen Beitrag für den Klimaschutz leisten. Durch die Abscheidung von CO<sub>2</sub> im Zementwerk können beispielsweise CO<sub>2</sub>-Emissionen gespeichert und ggf. zukünftig zur Treibstoffherstellung wiederverwendet werden. Außerdem hilft der Einsatz CO<sub>2</sub>-effizienter Rohstoffe für die Klinker-/ Zementherstellung, Betone zunehmend zu dekarbonisieren. Aber auch Bautechniken, die Treibhausgasintensive Verfahren ablösen, helfen schon heute das Bauen nachhaltiger zu machen.

## Best Practice

### 5C-Prinzip bei der Betonherstellung - Umweltfreundlichkeit durch effiziente Tragwerke

Beton ist heute weltweit eine der meist verwendeten Baustoffe und ist insbesondere bei Tragstrukturen und beim Bauen im Erdreich kaum wegzudenken. Deshalb müssen der Ressourcenverbrauch und die Emissionen der Betonbauweise deutlich reduziert werden. Betonhersteller beispielsweise entwickeln auf Basis des 5C-Prinzips emissionsärmere Betone und Betonkonstruktionen und tragen somit zur Dekarbonisierung des Bauens bei. Dies geschieht auf Basis des 5C-Prinzips, mit dem folgende fünf Punkte verfolgt werden:

- Clinker – Reduktion fossiler Brennstoffe bei der Klinkerherstellung
- Cement – Reduktion des Klinkergehalts im Zement
- Concrete – Reduktion des Zementgehalts im Beton
- Construction – Reduktion des Betonverbrauchs im Bauwerk
- Carbonation – Erhöhung der Karbonatisierung

### Betonzusatzmittel und Füllstoffe:

Durch neuartige Betonzusatzmittel können bis zu 50 % des Zementklinkers durch andere Stoffe wie Kalkstein und gebrannter Ölschiefer ersetzt werden. Dadurch lassen sich so bis zu 60 % CO<sub>2</sub> bei der Betonproduktion einsparen. Auch durch Substitution von Zement durch Füllstoffe oder die Nutzung von recycelter Gesteinskörnung oder anderer mineralischer Abfälle bringen weitere signifikante Einsparungen von Treibhausgasemissionen.

**5C-Prinzip\***  
birgt immense  
CO<sub>2</sub>-Einsparpotenziale

\* „Strategie der Europäischen Zementvereinigung CEMBUREAU für einen klimaneutralen Bausektor“

### Hohlkörpersystem Cobiax

Die mit dem Hohlkörpersystem (Cobiax) ausgeführte Decken, sind um ein Vielfaches leichter, ohne jedoch an Tragfähigkeit einzubüßen, da sie Beton während der Betonage an den Stellen verdrängen, wo er nicht benötigt wird. Das Ergebnis sind größere Deckenspannweiten, einhergehend mit einem Plus an architektonischer Freiheit. Darüber hinaus werden wertvolle Ressourcen wie der weltweit immer knapper werdende Bausand geschont und der CO<sub>2</sub>-Ausstoß für die Zementproduktion und Anlieferung deutlich reduziert. Die Hohlkörper selbst werden aus recyceltem Kunststoff hergestellt.

Der Einsatz von Baustoffen kann beim Einsatz von Hohlkörpersystemen wie folgt reduziert werden:

- CO<sub>2</sub>            20%
- Stahl             15%
- Beton            35%
- Gewicht         35%



Heinze Cobiax Deutschland GmbH



**80 %**  
weniger Beton  
Die Zugfestigkeit von  
Carbon-Bewehrung  
ist verglichen mit  
Bewehrungsstahl um  
ca. 6-8 mal höher.

#### **Fuß- und Radwegbrücke Albstadt – Carbonbetonbrücke 100 % stahlfrei**

Beim Einsatz von Carbonbeton besteht die Möglichkeit, das Betonvolumen um bis zu 80 % zu reduzieren. Dies ergibt sich insbesondere daraus, dass die CFK-Bewehrung (CFK: Carbonfaserverstärkter Kunststoff) vollkommen korrosionsbeständig ist und die bei herkömmlicher Bauweise dem Korrosionsschutz dienende Betondeckung auf wenige Millimeter reduziert werden kann. Die normalerweise eingeschränkte Lebensdauer von Brücken wird gleichzeitig erhöht. Darüber hinaus sind CFK-Bewehrungen wesentlich leistungsfähiger als Betonstahl. In Kombination mit hochfesten Betonen lassen sich hierdurch sehr schlanke und effiziente Konstruktionen verwirklichen. Somit werden nicht nur die materialbedingten Emissionen sondern auch die Emissionen durch Transport und Montage drastisch reduziert.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die für Stahlbewehrung in Außenbauteilen schädliche Karbonatisierungsreaktion der Carbonbewehrung nichts anhaben kann und somit gezielt CO<sub>2</sub> in die Betone eingebracht werden könnte. Dadurch könnte das Treibhauspotential der eingesetzten Betone weiter reduziert werden. Da der Einsatz von Carbonbeton im Ingenieurbau noch kaum geregelt ist, wurde die Carbonbetonbrücke für Albstadt im Rahmen eines Forschungsprojekts zuvor als 1:1 Modell bei Max Bögl in Sengenthal hergestellt und im Realmaßstab bis zum Versagen geprüft. Der Nachweis der hohen Leistungsfähigkeit wurde somit versuchstechnisch erbracht und gutachterlich bestätigt. Anschließend wurde die Brücke ein zweites Mal gebaut und in einem Stück in Albstadt eingehoben. Obwohl es sich um eine Fußgängerbrücke handelt, könnte die Brücke von einem 40 Tonner überquert werden, da die besondere Anforderung bestand, dass die Brücke im Winter von einem Räumfahrzeug befahren werden können soll.

### Innovationskonzept für ein nachhaltiges modulares Gebäudesystem mit über sechs Geschossen

Die derzeitigen, in der Praxis umgesetzten, Wohnmodulsysteme sind aufgrund der Aussteifungsproblematik auf Bauhöhen von sechs Geschossen begrenzt. Mit einem innovativen Konzept der Firmengruppe Max Bögl sind sowohl Gebäude mit z.B. acht aber auch über zwanzig Geschossen mit kombinierter Nutzung durch Wohnen, Büroarbeit und Gewerbe möglich.

Kernidee des Gebäudekonzepts ist dabei die Neukombination vorhandener Technologien. Ein modular aufgebauter, vorgespannter Gebäudekern bildet als aussteifendes Element die Haupttragstruktur. Das kraftschlüssige Fügen hochfester, präzisionsgeschliffener und extern vorgespannter Betonsegmente kommt z.B. im Hybridturm Max Bögl für Windenergieanlagen oder in der Segmentbrücke Bögl seit vielen Jahren zum Einsatz. An den Gebäudekern werden vorgefertigte Wohnmodule (z.B. maxmodul) horizontal angeschlossen. Die mörtelfreien Präzisionsfugen ermöglichen am Lebenszyklusende einen zerstörungsfreien, Rückbau und somit geschlossene Materialkreisläufe. Die Segmente können in derselben Funktion wiederverwendet oder zu ressourcenschonenden Baustoffen aufbereitet werden. Darüber hinaus wird durch den hohen Vorfertigungsgrad des Modulsystems die Belastung der am Bau Beteiligten und des städtischen Umfelds stark verringert, indem lange Sperrzeiten, körperliche Tätigkeiten, Lärm, Staub und Vibrationen vermieden werden.





**Mobile Bohrschlamm-  
aufbereitung spart**

**90 %**

**Wasser und Abfall ein**

#### **Bohrschlammrecycling durch mobilen MUDCLEANER**

Mudcleaner ist eine Inhouse-Innovation und die Antwort der Fa. Max Wild auf die Forderung nach mehr Ressourcenschonung und Nachhaltigkeit auf der Baustelle. Das Horizontalbohrverfahren ist als grabenloses Verfahren zwar sehr schonend, was bestehende Infrastruktur betrifft, aber sein Wasserverbrauch ist sehr hoch. Im Zuge der Bohrung dient ein Bentonit-Wassergemisch der Stabilisierung des Bohrkanals sowie der Schmierung und Kühlung des Bohrkopfes. Das so anfallende Bohrschlammgemisch wird laut Kreislaufwirtschaftsgesetz als Abfall eingestuft und muss ordnungsgemäß entsorgt werden.

Die Recyclinganlage auf der Ladefläche des Lkws arbeitet direkt vor Ort Bohrschlämme auf und ist dabei dreifach nachhaltig: Das Prozesswasser, das für das Horizontalspülbohrverfahren (HDD-Verfahren) nötig ist, lässt sich dank des Recyclings mehrfach verwenden. Das spart bis zu 90 % Wasser. Zudem minimiert der Mudcleaner Truck die Menge des zu entsorgenden Abfalls und reduziert somit auch die Fahrten zu den Deponien und zur Frischwasserbeschaffung um rund 90 %. Das alles schont nicht nur die Umwelt, sondern auch das Baustellen-Budget.

Beispiel: Bei einer ein Kilometer langen Bohrtrasse mit einem Rohrdurchmesser von 250 mm und einer maximalen Bohrungslänge von 200 Metern fallen bis zu 863 m<sup>3</sup> Bohrschlamm und somit Abfall an. Mit dem Mudcleaner Truck lässt sich dieser Abfall auf gerade einmal rund 89 m<sup>3</sup> reduzieren.

REDUKTION UM  
**6–8°C**  
der Temperatur  
der Asphaltoberfläche

### Klima Track reduziert Temperaturen in Innenstädten

Auf der Suche nach Lösungen für die immer wärmer werdenden Städte haben edilon)(sedra, als Anbieter von Gleissystemen und die Asphaltbau und Mischwerke GmbH, aus dem Verkehrswegebau ihre Kernkompetenzen kombiniert und mit KlimaTrack eine nachhaltige Form des in die Straße integrierten Gleises entwickelt.

Wo konventionelle Verkehrsflächen die Sonneneinstrahlung absorbieren und Oberflächenwasser sofort in die Kanalisation einleiten, trägt KlimaTrack zur spürbaren Kühlung der innenstädtischen Bereiche bei.

So entsteht eine vollwertige, stark belastbare Verkehrsfläche, die gleichzeitig ca. 30% der direkten Sonneneinstrahlung zurückwirft und bis zu 125 Liter Regenwasser pro m<sup>3</sup> Straßenbelag aufnehmen und davon 75 Liter auch speichern kann. Im Vergleich zum konventionellen „schwarzen“ Asphalt ist die Temperatur der Oberfläche von KlimaPhalt im Sommer 6–8°C niedriger. Die Verdunstung des gespeicherten Niederschlagswassers entzieht der Fahrbahn selbst, aber auch der direkten Umgebung weitere Energie, was zur zusätzlichen Abkühlung der Bebauung führt.

Ein weiterer Nachhaltigkeitsaspekt von KlimaTrack ist, dass durch die Art deren Einbindung in den Straßenaufbau, die Schienen und deren Verguss bei Bedarf unkompliziert und zerstörungsfrei ausgetauscht werden können.



Fa. Edilon sedra – System Gleis-/Straßenaufbau

## Best Practice aus dem Bereich Spezialtiefbau:

**Transporte drastisch  
reduzieren**

### Mixed-in-Place Verfahren – Optimierung des Ressourcenverbrauchs im Spezialtiefbau

Das Mixed-in-Place Verfahren (MIP) ist von der BAUER Spezialtiefbau GmbH patentiert und eignet sich besonders in nichtbindigen Böden für die Herstellung von Dichtwänden als Grundwassersperre oder die Umschließung von Altlasten, für die Ertüchtigung von Deichen und Dämmen oder als statisch wirksame Verbauwand für Geländesprünge und Baugruben.

Dabei wird der anstehende Boden in-situ, also „vor Ort“, mit umweltfreundlichen Bindemitteln vermischt, und als Zuschlagstoff in die Wand oder das Element integriert. Das Verfahren verringert damit den Ressourcenverbrauch deutlich, da die Abfuhr von Bohrgut fast vollständig entfällt. So entstehen massive Einsparungen bei Transporten von Bodenmaterial und Zuschlagstoffen und letztendlich bei Treibhausgasen.

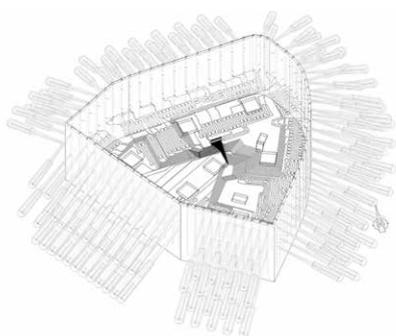
Eine der häufigsten Verwendungen des Verfahrens ist die Herstellung von vertikalen Betonwänden im Erdreich. Dabei wird der anstehende Boden mit einer mäklergeführten Einfach- oder Dreifachschnecke aufgebrochen, umgelagert und die Porenräume mit der Bindemittelsuspension verfüllt.





### Die BAUER Energiewand

Eine innovative Erweiterung der Baugrubenwand, auch im nachhaltigen Sinne, stellt die Energiewand der Fa. Bauer dar. Bisher wurden die Wände der Baugrube meist nur vorübergehend als Hilfsmaßnahme genutzt. Nachdem das Gebäude errichtet ist, werden die mit großem Aufwand hergestellten Baugrubenwände oft nicht mehr gebraucht. Die Wände sind aber noch im Boden vorhanden und erhalten durch die Innovation der BAUER-Energiewand ein neues, zweites nachhaltiges Leben. Die Baugrubenwand kann damit zusätzlich als Energiespeicher genutzt werden. Die Wand und der umgebene Boden werden zum geothermischen Wärmespeicher, der dabei hilft, das Gebäude klimaschonend zu kühlen und zu heizen.



Die BAUER-Energiewand im Mixed-In-Place-Verfahren, kurz „MIP“ genannt, hat sich als besonders effizient herausgestellt. Schon bei der Herstellung der Baugrubenwand im MIP-Verfahren wird weniger CO<sub>2</sub> frei, da die MIP-Technik als „Bodenmischverfahren“ den anstehenden Boden als Zuschlag nutzt. Nur noch der Zement muss zur Baustelle transportiert werden, um zusammen mit einer ausgereiften Mischtechnik den Boden in einen statisch wirksamen „Erdbeton“ zu verwandeln. Mit einem überschaubaren zusätzlichen Aufwand wird die Verbauwand zur Energiewand und damit zum Energiespeicher. An die Stahlträger, die ohnehin zur Lastabtragung in die MIP-Wand eingebaut werden, werden lediglich Rohrleitungen montiert, durch die ein Wärmeträgermedium fließt. So wird der Verbauträger zum Energieträger und die Baugrubenwand zum dauerhaften Energiespeicher. Die Wärmepumpe erschließt diese geothermische Energie zum Heizen im Winter und zum Kühlen im Sommer.

# V. Effizienter Umgang mit Flächen (Flächeninanspruchnahme)

Grundsätzlich gilt, eine Inanspruchnahme von Naturflächen ist nie ein Selbstzweck: Eine Fläche wird immer zu einem bestimmten Zweck verwendet: Wohnungen, Betriebsstätten, Kraftwerke, Verkehrswege, Leitungen und Kanäle – sie alle brauchen „Flächen“. Sie alle nutzen aber dem Menschen. Für ihn sind sie lebens- und überlebenswichtig.

Auch für die Natur müssen Flächen beansprucht werden: Um Schäden durch Lawinen zu vermeiden, um Hochwasser zu verhindern oder zumindest die Auswirkungen zu begrenzen, muss gebaut werden.

Die Energiewende und die Verkehrswende brauchen ebenso Flächen, oft „neue“: Wer mehr Radverkehr in den Städten will, sollte nicht dagegen sein, wenn dafür auch Radschnellwege von außerhalb gebaut werden. Dass die Energiewende Platz braucht für die „erneuerbaren“ Kraftwerke jeglicher Art ebenso wie für Leitungen und Speicher, wissen wahrscheinlich alle. Viele aber verdrängen es. Schließlich kommt der Strom doch bisher immer zuverlässig aus der Steckdose.

Geschicktes Bauen kann Flächen zurückgewinnen: z. B. Bauen unter der Erde oder auf Stelzen. Es kann sogar Naturflächen vermehren. Durch eine intelligente Bauweise ist es möglich, Hochhäuser so zu bauen, dass mehr Grünfläche entsteht als das Fundament „verbraucht“ hat. Keine Frage, dass wir mit unseren „Flächen“ so sparsam wie möglich umgehen müssen. Aber wir müssen sie eben auch nutzen, intelligent und sparsam. Zudem können bebaute Flächen auch wieder „renaturiert“ werden.

Ein gelungenes Beispiel ist die ehemalige Bodanwerft in Kressbronn: Auf dem ehemaligen Werftgelände wurden rund um die denkmalgeschützte Werfthalle moderne Wohnhäuser errichtet. Ein zweites Beispiel ist die ehemalige Papierfabrik in Hegge bei Kempten: Dort entsteht am Illerbogen ein neues Wohnquartier mit Einfamilien-, Mehrfamilien- und Reihenhäusern.

## Impressum

### **Inhaltlich Verantwortlich/Redaktion** **Abteilung Hochbau und Energie**

Dipl.-Ing. (FH)/MBA & Eng. Werner Goller  
w.goller@bauindustrie-bayern.de  
+49 89 235003-41

### **Gestaltung**

Dipl.-Des. (FH) Daniel Schwaiger

### **Herausgeber**

Bayerischer Bauindustrieverband e.V. (BBIV)  
Oberanger 32 | 80331 München  
www.bauindustrie-bayern.de

© BBIV, 1. Auflage, April 2023

