3D-Solartextil

WORK IN PROGRESS

Textiler Sonnenschutz als Plug & Play System für integrierte Phototovoltaik

Zukunft Bau Forschungsförderung, Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB), Projektlaufzeit: 11.2025 – 11.2027

„3D-Solartextil“ identifiziert im Rahmen einer Grundlagenforschung die Auslegung und Herstellmethodik einer strukturintegrierten Verdrahtung und Verschaltung eines 3D-Textils. Themen sind Anwendungen im Bereich Sonnenschutz, kombiniert mit regenerativer Stromerzeugung durch PV. Abstandstextilien werden mit kontaktierbaren Ober- und Unterseiten konzipiert und für ein „Plug & Play“ Verfahren zur Montage stromabnehmender Bauteile vor Ort ausgelegt. Ziel ist die Schaffung eines Verständnisses über Wirkprinzipien und Methoden der vereinfachten Montage stromgenerierender Solarmodule im Bereich Fassade und Verschattung. Leitfähige isolierte Kabel werden dazu wirktechnisch zwischen und/oder auf der textilen 3D Struktur integriert. Es werden Verdrahtungsmodelle für Reihen-, Parallelschaltungen oder Kombinationen analysiert und mit punktuell wirksamen 3D-Druck Elementen kombiniert. Neben der Kontaktierung und der Befestigung stromerzeugender bzw. - abnehmender Bauteile sind diese auch für die Verbesserung der Querdrucksteifigkeit der textilen 3D Sandwich-Strukturen wirksam. Zudem wird ihre Eignung zur punktförmigen Befestigung der textilen Basisstruktur an bauseitige Unterkonstruktionen analysiert und städtische Anwendungen überprüft.

Frankfurt University of Applied Sciences
ReSULT - Research Lab for Sustainable Lightweight Building Technologies,
Frankfurt am Main

Leitung:
Prof. Dipl.-Ing. Claudia Lüling

Technische Universität Dresden
Fakultät Maschinenwesen, Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik (ITM)

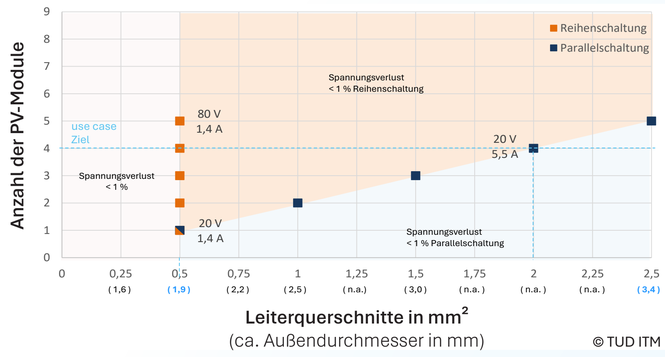
Institutsleitung:
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Dipl.-Wirt. Ing. Chokri Cherif, Institutsdirektor, Professur für Technische Textilien

Projekt Team:
Nils Adam
Anke Golla
Sina Anna Schwingshackl
Dr.-Ing. Danny Friese
Dr.-Ing. Johannes Mersch
Dr.-Ing. Paul Penzel
Prof. Dipl.-Ing. Claudia Lüling
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Dipl.-Wirt. Ing. Chokri Cherif

Intergration der Verkabelung

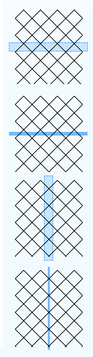
Modellierung elektrischer Netzwerkmodelle zur Auslegung funktionsintegrierter 3D-Gewirke: Wirkmechanismen im textilen Kontext

Spannungs- und Kabelquerschnittbemessung
use-case, Jahresertrag 25 kWh, 40x40 cm Modulgröße



© TUD ITM

mögliche Kabeleinbindung

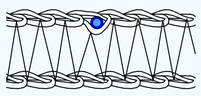


Schuss in Polfadeneben
max. ø10 mm

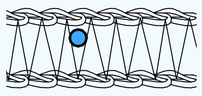
Schuss in Decklage
max. ø2 mm

Stehfaden in Polfadeneben
max. ø10 mm

Stehfaden in Decklage
max. ø1 mm



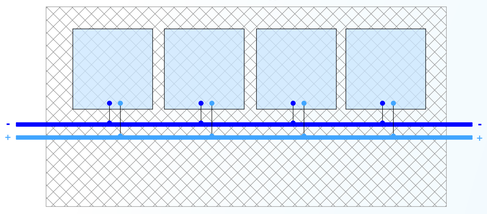
Einbindung in Decklage



Einbindung in Polfaden-Ebene

mögliche Verschaltungsvariaten

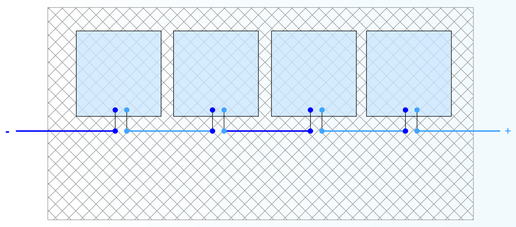
Schema Parallelschaltung



Vorteil:
- Unabhängige PV-Module
- Kabel muss nicht getrennt werden
- Einfaches Plug-In & Play

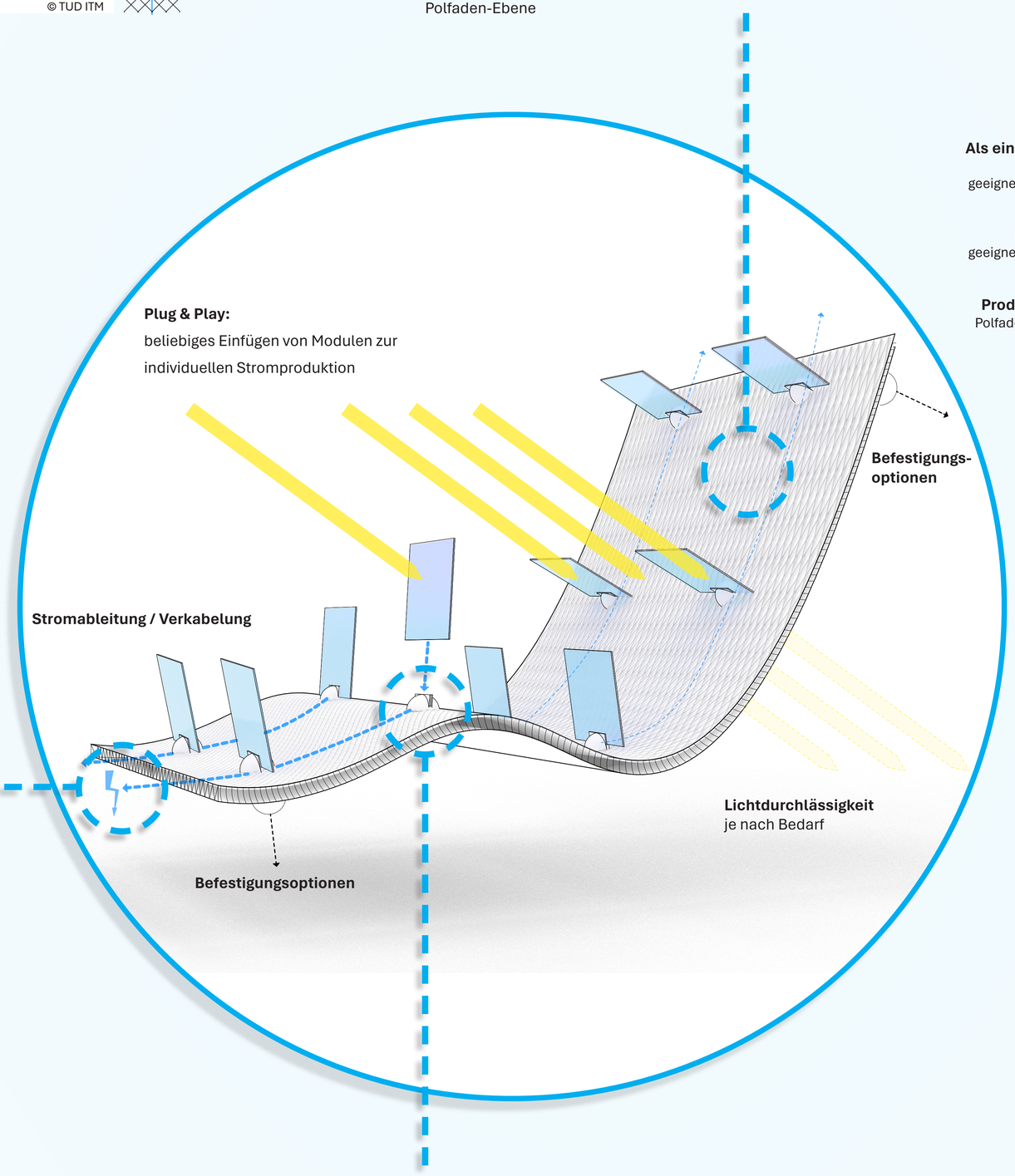
Nachteil:
- Hohe Stromstärke / erhöhte Verluste
- Niedrige Systemspannung benötigen spezielle Wechselrichter
- 2x Einzeladern je PV-Modul / mehr Kabel notwendig
- Benötigt großen Kabelquerschnitt

Schema Reihenschaltung



Vorteil:
- Höhere Systemspannung / geringer Verluste
- Erforderliche Mindestspannung für Wechselrichter von 200 V – 300 V.
- Kleinere Leiterquerschnitte möglich
- Weniger Kabel notwendig

Nachteil:
- Kabel muss getrennt werden
- Spannungsverlust bei Verschattung und ungleichmäßiger Belastung
- Systemausfall bei Störung von einem Modul
- Nur gleiche PV-Module verwendbar / Keine Flexibilität bei untersch. Modultypen
- Erschwerter Austausch / TroubleShooting

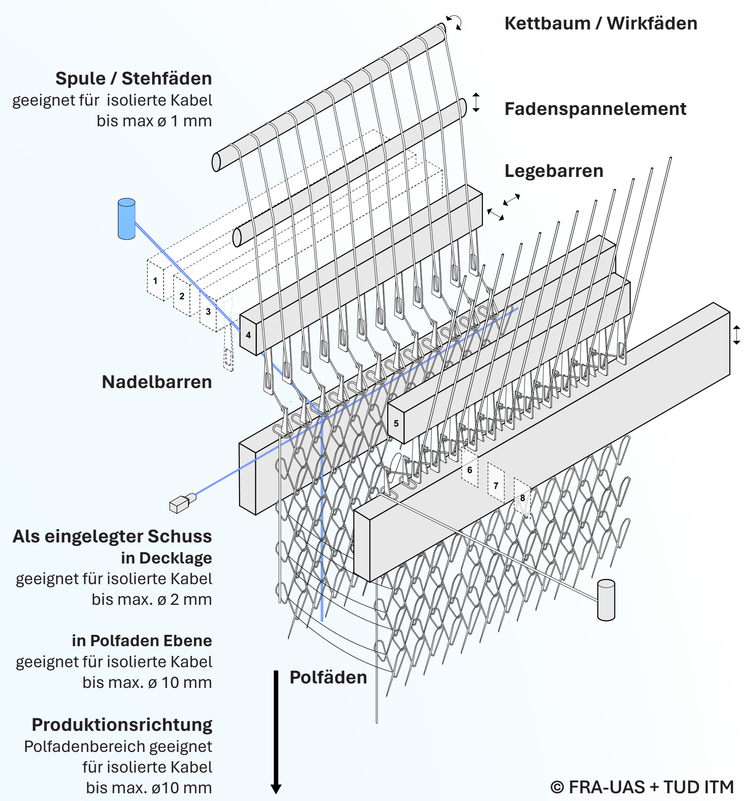


Textilherstellung

Bindungs- und Strukturauslegung funktionsintegraler 3D-Gewirke: Strukturkonzeption und Modellierung

Grundlegende Anforderungen an das Textil
- Lichtdurchlässigkeit der Gesamtstruktur
- Einbindung der leitfähigen Strukturen
- Bedruckbare Oberfläche & Kontaktierbarkeit (Öffnungsporosität)
- Gleichmäßig verformbares Textil (Elastizitätsgrad)
- Steh- und Schussfadeneinbindung (Verdichtung und statisch tragendende textile Einbindungen)

schematische Darstellung einer Recht-Rechts-Raschelmaschine

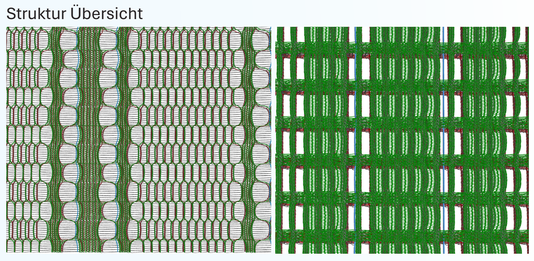


© FRA-UAS + TUD ITM

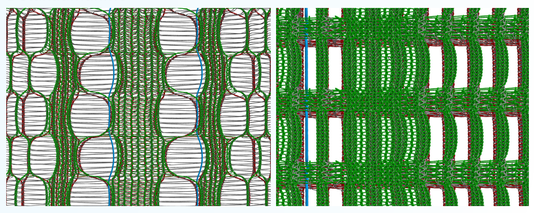
textiltechnische Simulation von Textilvarianten, dehnbar und thermofixiert (b) und nicht dehnbar (a):

TYP A: stretch + fix — TYP B: nicht dehnbar

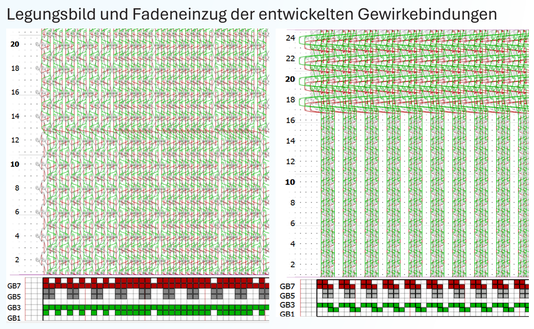
Struktur Übersicht



Detailaufnahme



Legungsbild und Fadeneinzug der entwickelten Gewirkebindungen



© TUD ITM

3D-Druck und Kontaktierung

Erforschung von 3D-Druck Kontaktierungs-/ Versteifungs-/ Befestigungsmethoden: Analyse, Konzipierung und Modellierung im textilen Kontext

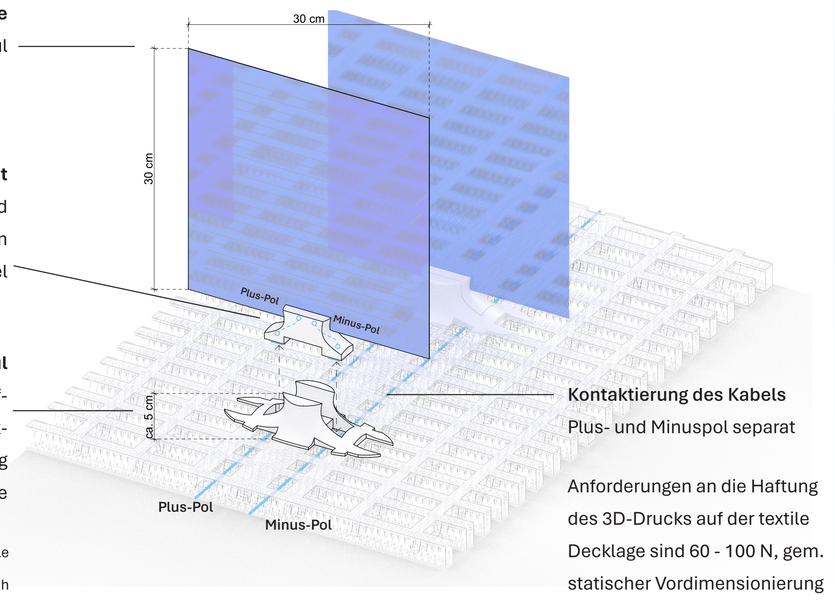
exemplarische Darstellung eines 3D-aufgedruckten Kontaktpunkts mit PV-Modul Halterung

1) PV- Module
max. 40x40 cm je Modul

2) Plug-In Element
Aufnahme des PV-Modul und unterseitiger Kontaktstelle zum Kontakt an das Kabel

3) Connector-Modul
PET-Filament auf PET-Textil aufgedruckte Halterung zur Kontaktierung und statische Halterung für PV-Module

geometrische Anpasung an textile Öffnungsmaße und Bindungstyp möglich

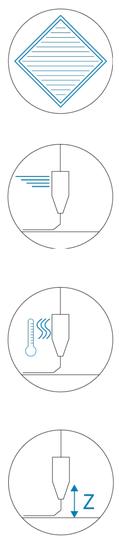


Kontaktierung des Kabels
Plus- und Minuspol separat

Anforderungen an die Haftung des 3D-Drucks auf der textile Decklage sind 60 - 100 N, gem. statischer Vordimensionierung

© FRA-UAS

3D-Druck Parameter



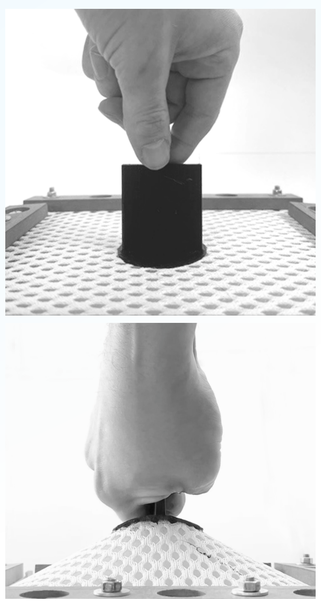
Infill / Druckrichtung

Druckgeschwindigkeit
(Einfluss auf Materialdicke und Eindringtiefe)

Drucktemperatur
(Einfluss auf die Verbindung / Verschmelzung)

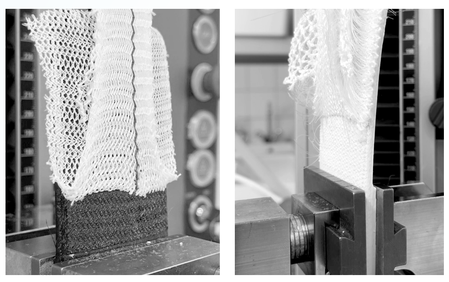
ZD-Wert (Z-Offset)
(Einfluss auf Materialbreite und Eindringtiefe)

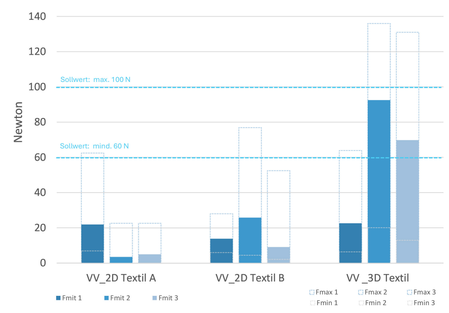
manueller orientierender Haftzugversuch an 3D-Textil



© FRA-UAS

Peel-Off Schälprufung von 2D und 3D-Textilien mit aufgedrucktem Prüfkörper aus PET





© FRA-UAS + TUD ITM

ReSULT
Research Lab for Sustainable Lightweight Building Technologies

FRANKFURT UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

ITM Technische Universität Dresden

ZUKUNFT BAU FORSCHUNGSFÖRDERUNG

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung

Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages