



© Enovos Energie Deutschland GmbH



© Baader Konzept



© EnBW



Bodenschutz bei Standortauswahl, Bau, Betrieb und Rückbau von Freiflächenanlagen für Photovoltaik und Solarthermie

Vorstellung der LABO-Arbeitshilfe



Ricarda Miller
Ingenieurbüro Schnittstelle Boden GmbH
61239 Ober-Mörlen
Tel. 06002-99250-13
ricarda.miller@schnittstelle-boden.de
www.schnittstelle-boden.de



BAADER KONZEPT

Dr. Frank Molder
Baader Konzept GmbH
91710 Gunzenhausen
Tel. 09831-6193-16
f.molder@baaderkonzept.de
www.baaderkonzept.de

Marktredwitz, 16.10.2024
12. Marktredwitzer Bodenschutztage

Bodenschutz bei Freiflächenanlagen für Photovoltaik und Solarthermie

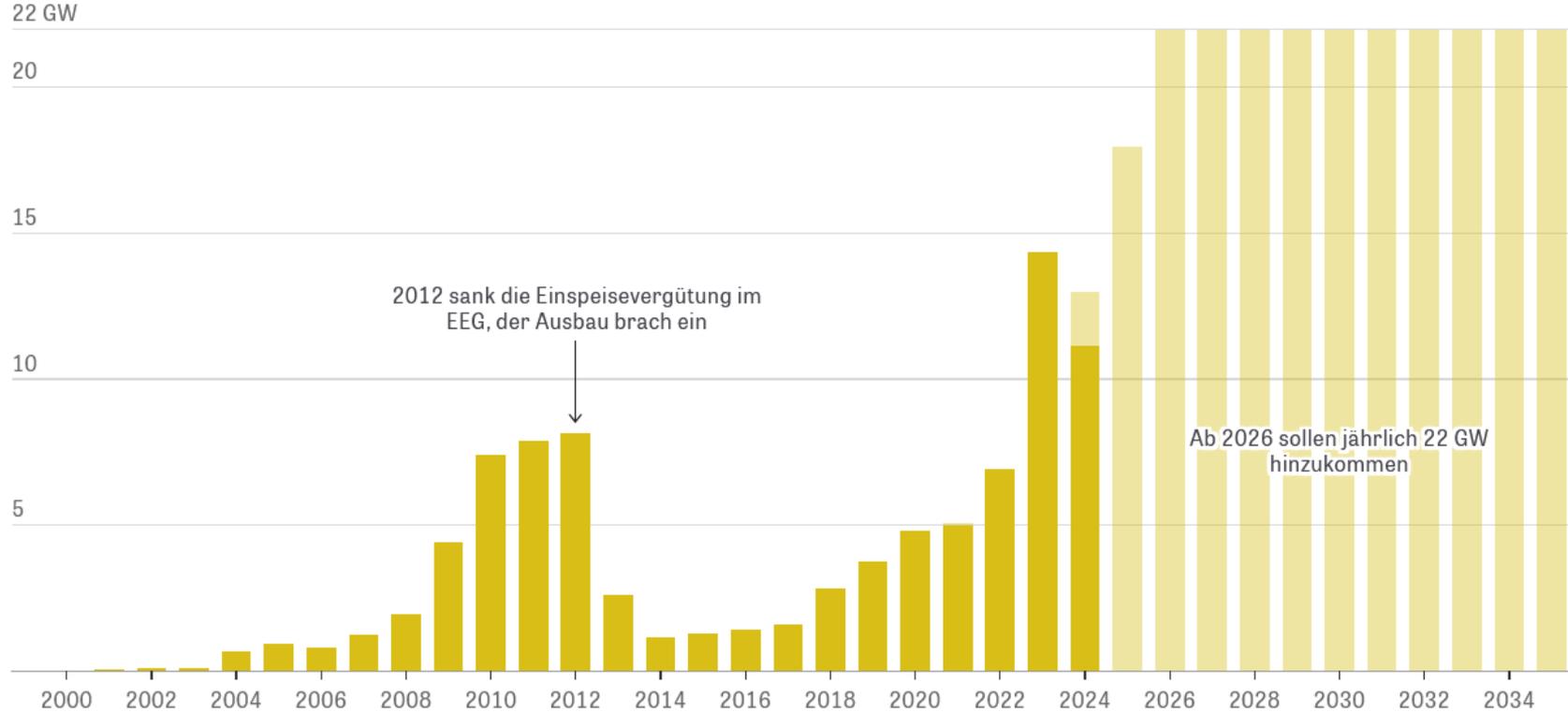
Bodenschutz bei Freiflächenanlagen (FFA) für Photovoltaik und Solarthermie

-  Anlass
-  Aufbau der Arbeitshilfe
-  Vorstellung der Kapitel und Inhalte
-  Veröffentlichung



Ausbau Solarenergie

bisheriger Verlauf sowie Ziele nach EEG 2023



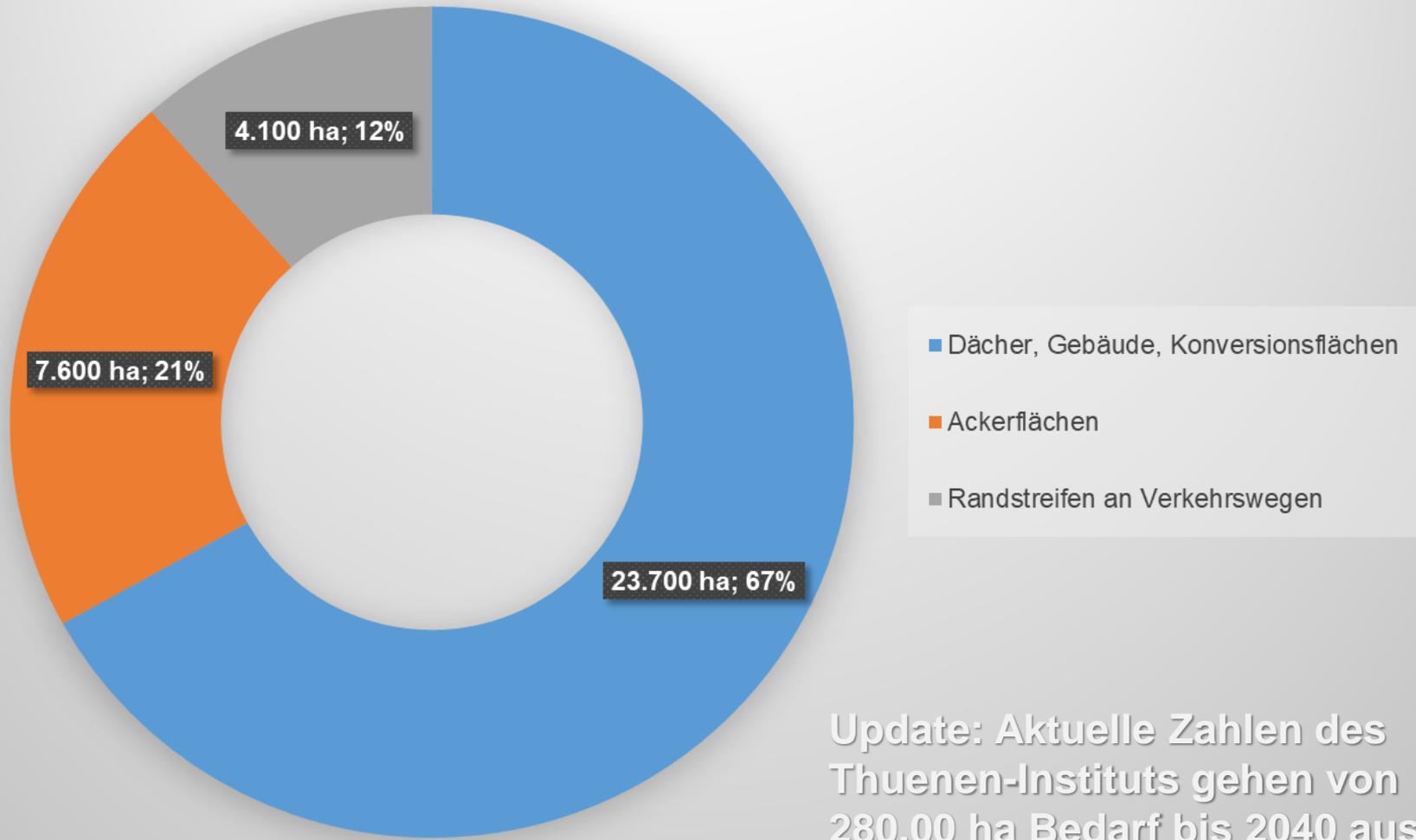
Zuletzt aktualisiert: 15. Oktober 2024

Quelle: Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, Bundesnetzagentur

© Energiemonitor ZEITONLINE

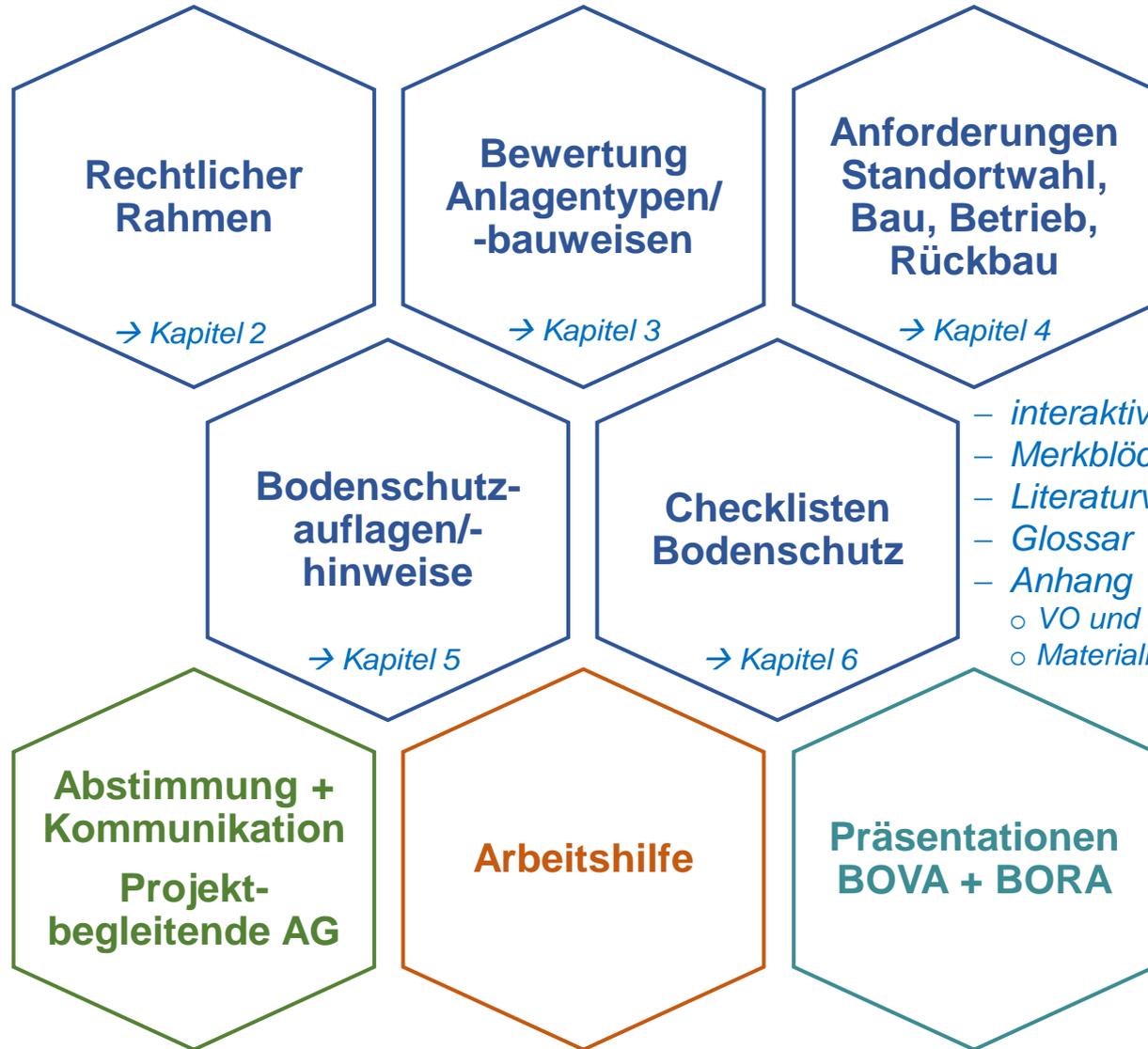
Ausbauziele

- mindestens ein Anteil von 80 Prozent erneuerbare Energien am Bruttostromverbrauch in 2030
- Solarenergie: 215 GW bis 2030, 400 GW bis 2040



© Schnittstelle Boden
Quellen: BMUV 2021, ISE 2022

- Bestand 2021: ca. 35.000 ha PV mit 60 GW
- davon 33 % FFA: auf Ackerflächen und Randstreifen an Verkehrswegen
- Bedarf bis 2030: 75.000-80.000 ha, Prognose 50 % FFA



Kapitel 3: Bewertung von Anlagentypen und -bauweisen

- **Differenzierung** nach Auswirkungen, Baustoffen, Typ der Trägergestelle und Bauweisen
- **Wirkungen auf den Boden**
 - Versiegelungsgrad und Überschirmung
 - Bodenerosion / Bodenaustrocknung / oberflächennaher Wasserhaushalt
 - stoffliche Beeinträchtigungen
 - Bodenverdichtung, Bodenumlagerung
 - potenzielle positive Wirkungen durch Bodenruhe
- **Gesamtbilanz der Wirkungen in einer Bewertungsmatrix**



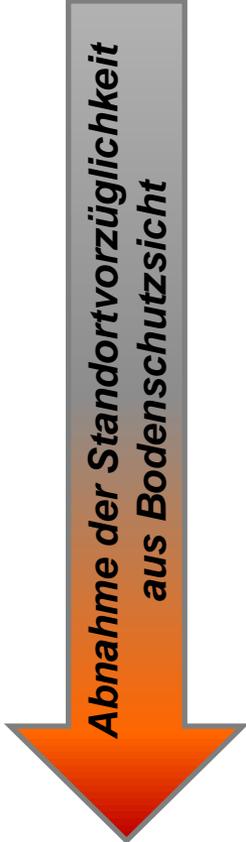
Kapitel 3: Bewertung von Anlagentypen und -bauweisen

- **Bodenschutzfachliche Einordnung und Bewertung**
 - Freiflächenanlagen auf Moorböden
 - Agri-Photovoltaik



- **Empfehlungen** für aus Bodenschutzsicht geeignete und nicht geeignete Anlagenstandorte für FFA
- **Vorab:** Ausschlusskriterien (Schutzgebiete etc.) und Restriktionskriterien (Vorbehaltsgebiete etc.)
- **Weitere Richtschnur:**

*Abnahme der Standortvorzüglichkeit
aus Bodenschutzsicht*



1. Anthropogen deutlich überprägte Böden ohne landwirtschaftliche Nutzung

z.B. versiegelte bzw. teilversiegelte Flächen, Konversionsflächen, Halden, Deponien, Altlasten, stillgelegte Tagebauflächen etc.

2. Randstreifen an Verkehrsflächen ohne landwirtschaftliche Nutzung

Randstreifen mit landwirtschaftlicher Nutzung nur auf Böden mit geringem bis mittlerem Erfüllungsgrad der Bodenfunktionen

3. Acker- und Grünlandflächen nur nachrangig für FFA

nur auf Böden mit geringem bis mittlerem Erfüllungsgrad der Bodenfunktionen

Kapitel 4: Anforderungen an die Standortauswahl

- **Zielsetzung (1):** Böden mit hoher und sehr hoher Bodenfunktionserfüllung nicht in Anspruch nehmen

Rangfolge:

- **nicht-landwirtschaftlich genutzte, anthropogen überprägte Böden**



Abnahme der Standortvorzüglichkeit
aus Bodenschutzsicht



Kapitel 4: Anforderungen an die Standortauswahl

- **Zielsetzung (2):** Böden mit hoher und sehr hoher Bodenfunktionserfüllung nicht in Anspruch nehmen

Rangfolge:

- nicht-landwirtschaftlich genutzte, anthropogen überprägte Böden
- **Randstreifen an Verkehrsflächen**



Abnahme der Standortvorzüglichkeit
aus Bodenschutzsicht

Kapitel 4: Anforderungen an die Standortauswahl

- **Zielsetzung (2):** Böden mit hoher und sehr hoher Bodenfunktionserfüllung nicht in Anspruch nehmen

Rangfolge:

- nicht-landwirtschaftlich genutzte, anthropogen überprägte Böden
- **Randstreifen an Verkehrsflächen**



Abnahme der Standortvorzüglichkeit
aus Bodenschutzsicht



Kapitel 4: Anforderungen an die Standortauswahl

- **Zielsetzung (3):** Böden mit hoher und sehr hoher Bodenfunktionserfüllung nicht in Anspruch nehmen

Rangfolge:

- nicht-landwirtschaftlich genutzte, anthropogen überprägte Böden
- Randstreifen an Verkehrsflächen
- **Acker- und Grünlandflächen**



© next2sun.de

Next Sun



© Schnittstelle Boden

Abnahme der Standortvorzüglichkeit
aus Bodenschutzsicht

Kapitel 4: Anforderungen an die Standortauswahl

- **Moorböden bzw. organische Böden**
- In D zu 95 % degradiert (davon 52 % Grünland, 19 % Ackernutzung)
- FFA nur mit dauerhafter und fachgerechter Wiedervernässung (→ torferhaltende Wasserstände)
- deutlicher Forschungs- und Entwicklungsbedarf hinsichtlich boden- und klimaschutzgerechter Errichtung sowie Betrieb von FFA



- Umgang mit Boden während der Bauphase!



- Umgang mit Boden während der Bauphase!



- **Ziele, Anforderungen und Maßnahmen zum Bodenschutz**
 - allgemein gültige Ziele, Anforderungen und Maßnahmen **AM**

AM

- Schutz des Bodens vor Verdichtung und daraus resultierender Vernässung,
- Schutz vor Zerstörung der Horizontabfolge des gewachsenen Bodens,
- Schutz des Bodens vor Einträgen von Schadstoffen und unerwünschten Fremdstoffen (Verschmutzung) und
- Schutz des Bodens vor Erosion.



© Schnittstelle Boden



© Schnittstelle Boden



© Schnittstelle Boden

- **Ziele, Anforderungen und Maßnahmen zum Bodenschutz**
 - allgemein gültige Ziele, Anforderungen und Maßnahmen **AM**

AM

7 Maßnahmenblätter

AM2 Maschineneinsatz und Maschineneinsatzgrenze

- Die Grenzen der Befahrbarkeit und Bearbeitbarkeit von Böden sowie die spezifische Maschineneinsatzgrenze können nach DIN 19639 (2019) in Abhängigkeit von Bodenfeuchte/Bodenwasserspannung und Konsistenzbereichen ermittelt werden (vgl. [Abbildung 24](#)).
- vgl. **FB2, FB3, FB6**



Abbildung 23: Verdichtung und Vernässung infolge Befahrung bei zu feuchtem Boden (© Schnittstelle Boden)



Abbildung 24: Messung der Bodenwasserspannung mittels Tensiometer (© Schnittstelle Boden)

AM3 Bodenarbeiten

- Bei Bodenarbeiten sind grundsätzlich die Vorgaben zum Maschineneinsatz und zur Maschineneinsatzgrenze (→ **AM2**) zu beachten.
- Ggf. notwendiger Bodenabtrag wird rückschreitend und getrennt nach **Oberboden**, **Unterboden** und **Untergrund** durchgeführt. Der freigelegte **Unterboden** wird nicht befahren (→ **SM1, SM6**).
- Bodenauftrag/Wiedereinbau von Bodenmaterial erfolgt vor Kopf und entsprechend der ursprünglichen Horizontierung/Schichtung (→ **SM9, SM17**). Kein Einsatz schiebender Fahrzeuge (Planierdraupe/Schubdraupe).
- vgl. **FB3**

AM 2 Maschineneinsatz

Maschinen mit möglichst geringem Gesamtgewicht und möglichst geringer Bodenpressung einsetzen



© Schnittstelle Boden

- **Ziele, Anforderungen und Maßnahmen zum Bodenschutz**
 - arbeitsschrittsspezifische Ziele, Anforderungen und Maßnahmen **SM**

SM 10 Maßnahmenblätter



Abbildung 38: Anlieferung einer Übergabestation per Schwertransport auf Bodenschutzplatten (© JUWI GmbH)

SM6 Errichtung versiegelter Bereiche

- Im Rahmen der Bauarbeiten zur Errichtung versiegelter Bereiche ist auf eine möglichst geringe Flächeninanspruchnahme der umgebenden Flächen hinzuwirken (→ **AM1**).
- Ein Befahren des Bodens mit schweren Maschinen für die Errichtung versiegelter Bereiche sowie die Anlieferung schwerer Bauteile ist nur mit Schutzmaßnahmen (Lastverteilungsplatten, Baustraßen → **AM3, AM5, Abbildung 38**) möglich.
- Beachtung der von der aktuellen Bodenfeuchte abhängigen Maschineneinsatzgrenze (→ **AM2**).
- Der Oberbodenabtrag für den Bereich späterer Versiegelungen erfolgt von der Baustraße aus oder rückschreitend (auf dem **Oberboden** fahrend) mit dem Kettenbagger (→ **AM3, AM5**).
- Der **Oberboden** wird seitlich als Miete gelagert (→ **AM4**).
- Der Unterbodenabtrag im Bereich späterer Versiegelungen erfolgt von der Baustraße aus oder rückschreitend mit dem Kettenbagger und getrennt nach **Unterboden** und **Untergrund** – ggf. weitere auftretende Schichten sind zu trennen (→ **AM3, AM5**).

SM 7 Verlegung Kabel

Oberbodenabtrag für den Bereich der Kabeltrasse erfolgt von der Baustraße aus oder rückschreitend (auf dem Oberboden fahrend) mit dem Kettenbagger



© Schnittstelle Boden

Kapitel 4: Anforderungen an den Betrieb und Rückbau

- Ziele, Anforderungen und Maßnahmen zum Bodenschutz
 - arbeitsschrittsspezifische Ziele, Anforderungen und Maßnahmen **SM**

SM 10 Maßnahmenblätter

SM13 Rückbau Trägergestelle und Module

- Einsatz kleiner Raupenfahrzeuge mit geringem Gewicht und Flächendruck (→ **AM2**, **Abbildung 32**), auf denen Hebeebenen (vgl. **Abbildung 33**), Zugeinheiten (**Abbildung 31**) bzw. Drehvorrichtungen montiert sind
- vgl. **FB3**, **FB10**, **Checkliste 9**
- relevante Stoffe/Materialien: **Stahl**, **Verzinkungen**, **Beschichtungen**, **Solarmodule**

SM14 Rückbau der Kabeltrasse

- vollständiger **Rückbau** von Kabeltrassen, die in Böden – außerhalb von weiter bestehenden Wegen und Banketten – verlegt wurden
- rückschreitender Abtrag des Bodens, getrennt nach **Ober-** und **Unterboden** und Zwischenlagerung seitlich des Kabelgrabens (→ **AM2**, **AM3**, **AM4**, **AM5**)
- ggf. Ausbau des Kabelbettes bei nicht standortgerechtem (Boden-)Material
- ggf. Austausch des Bodenmaterials bei ungeeignetem Material
- vgl. **FB3**, **FB10**, **Checkliste 9**
- relevante Stoffe/Materialien: **Elektrokomponenten**, **Kupfer**, **Kunststoff**, **PVC**

SM15 Vollständiger Rückbau versiegelter und teilversiegelter Bereiche

- Ein Befahren des Bodens mit schweren Maschinen für den **Rückbau** versiegelter Bereiche sowie den Abtransport schwerer Bauteile (z. B. Wechselrichter-/Übergabestation) ist nur mit Schutzmaßnahmen (Lastverteilungsplatten, Baustraßen → **AM5**, **Abbildung 37**) möglich.
- mechanischer **Rückbau** versiegelter Bereiche mit entsprechenden Bodenschutzmaßnahmen (→ **AM2**, **AM3**, **AM4**, **AM5**)
- ggf. Bodenaustausch des anstehenden Bodens, wenn bei der Errichtung (z. B. bei Fundamenten) eine „Bodenverbesserung“ (Einbringung von Kalk und/oder Mischbinde- und Verfestigung) erfolgt ist, welche die standörtlichen Bodeneigenschaften maßgeblich verändert haben
- Entfernen von Baustoffen/Bauabfällen/Verunreinigungen auf/im Boden
- Feststellen der Tiefe von entstandenen Bodenverdichtungen im **Ober-** bzw. **Unterboden** (Beurteilung des Bodengefüges nach DIN 19682-10)
- vgl. **FB3**, **FB10**, **Checkliste 9**
- relevante Stoffe/Materialien: **Schotter**, **RC-Material**, **Lastverteilungsplatten**

SM 18 Rekultivierung

bei Folgenutzung Acker:
an die Bodenverhältnisse und
Folgenutzung angepasste
Zwischenbewirtschaftung
für drei Jahre



Kapitel 5: Empfehlungen zu bodenschutzbezogenen Festsetzungen und Hinweisen im Bebauungsplan

- **Bebauungsplanarten je nach Inhalt und Vorhaben:**
 - qualifizierter B-Plan (§ 9 BauGB) mit Festsetzungen gemäß BauNVO
 - einfacher B-Plan (§ 9 BauGB), bei dem eine der genannten Festsetzungen fehlt
 - vorhabenbezogener B-Plan mit Vorhaben- und Erschließungsplan (§ 12 BauGB)
- **Auflagen im Rahmen der Baugenehmigung**

FB1	Festsetzungen im Bebauungsplan gemäß BauGB und BauNVO
	<ul style="list-style-type: none"> - Art der baulichen Nutzung <ul style="list-style-type: none"> ○ sonstiges Sondergebiet nach § 11 BauNVO ○ Gewerbegebiet nach § 8 BauNVO
	<ul style="list-style-type: none"> - Maß der baulichen Nutzung <ul style="list-style-type: none"> ○ Höhe der baulichen Anlagen ○ Höhe und Neigung der Module ○ Abstand der Modulreihen <ul style="list-style-type: none"> z. B.: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Der Abstand der Solarmodule zum Grund muss mind. 0,80 m betragen ▪ Unterer Bezugspunkt der Höhenfestsetzung ist die gewachsene Geländeoberfläche. ▪ Zwischen den Reihen der Solarmodule ist ein Abstand von mind. 3,00 m einzuhalten.

Kapitel 5: Empfehlungen zu bodenschutzbezogenen Festsetzungen und Hinweisen im Bebauungsplan

- **Bebauungsplanarten je nach Inhalt und Vorhaben:**
 - qualifizierter B-Plan (§ 9 BauGB) mit Festsetzungen gemäß BauNVO
 - einfacher B-Plan (§ 9 BauGB), bei dem eine der genannten Festsetzungen fehlt
 - vorhabenbezogener B-Plan mit Vorhaben- und Erschließungsplan (§ 12 BauGB)
- **Auflagen im Rahmen der Baugenehmigung**

FB3 Bodenkundliche Baubegleitung

- Durchführung einer **bodenkundlichen Baubegleitung**
 - es ist eine bodenkundliche Baubegleitung (vgl. **Kapitel 4.5**) für die Bau- und Rückbauphase zu beauftragen (→ DIN 19639)
 - die mit der bodenkundlichen Baubegleitung beauftragte Person muss über die notwendige Sach- und Fachkunde verfügen und diese nachweisen
 - die mit der bodenkundlichen Baubegleitung beauftragte Person ist der Genehmigungsbehörde vor Beginn der Bauphase bzw. des Baus und **Rückbaus** zu nennen
 - die bodenkundliche Baubegleitung muss der Genehmigungsbehörde regelmäßig Bericht erstatten
- Erstellung eines **Bodenschutzkonzeptes** (in Sonderfällen wie z. B. großen Anlagen auf besonders verdichtungsanfälligen Standorten)

- Überprüfung der Berücksichtigung der Anforderungen und Maßnahmen des Bodenschutzes
- Verweise zu **AM**, **SM** und **FB**

Checkliste 1: Standortfindung – im Rahmen der vorbereitenden Bauleitplanung / FNP

Nr.	Abfragen: Fragestellungen zur Berücksichtigung des Schutzguts Boden beim Bau, Betrieb und Rückbau von FFA	nicht relevant	Antwort, falls relevant		
			ja	nein	Maßnahmenempfehlung
<i>Beschreibung und Bewertung der Auswirkungen auf das Schutzgut Boden</i>					
4	- Erfolgt eine angemessene Auswirkungsprognose ggf. unter Berücksichtigung der länder- oder themenspezifischen Leitfäden/Arbeitshilfen?				vgl. „LABO-Checklisten“, (Miller et al. 2018)
	- Werden für die Standortalternativen die Belange des Bodenschutzes systematisch abgeprüft?				
<i>Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung der nachteiligen Auswirkungen</i>					
5	- Wird im Rahmen der Prüfung von Standortalternativen die Inanspruchnahme von Böden mit einem geringen Erfüllungsgrad der natürlichen Bodenfunktionen bzw. der Archivfunktion berücksichtigt?				FB4
	- Wird im Rahmen der Prüfung von Standortalternativen die Inanspruchnahme vorbelasteter Flächen berücksichtigt (z. B. Konversionsflächen, Deponieflächen, Flächenrecycling)?				

- CL1: Standortfindung
- CL2: Bebauungsplan (Umweltbericht)
- CL3: Vorbereitungsarbeiten
- CL4: Aufbau der Solarmodule
- CL5: Verkabelung
- CL6: Errichtung versiegelter Bereiche
- CL7: Rückbau von BE-Flächen/Baustraßen
- CL8: Pflege- und Wartungsarbeiten
- CL9: Rückbau von PV-FFA
- CL10: Rekultivierung

**Bodenschutz
bei Standortauswahl, Bau, Betrieb und Rückbau von
Freiflächenanlagen für Photovoltaik und Solarthermie**

- Präsentation vor den LABO-Gremien 03/2023
 - Freigabe durch Umweltministerkonferenz (UMK) 05/2023
- **Veröffentlichung auf Website der LABO 05/2023**

Link:

https://www.labo-deutschland.de/documents/LABO-Arbeitshilfe_FFA_Photovoltaik_und_Solarthermie.pdf





© RaiffeisenVolt GmbH



© Schnittstelle Boden



© Schnittstelle Boden



© Schnittstelle Boden



© Schnittstelle Boden

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



© Schnittstelle Boden

Arbeitsgemeinschaft Ingenieurbüro Schnittstelle
Boden GmbH & Baader Konzept GmbH



© Schnittstelle Boden