Herbstsitzung des Arbeitskreises Energiemanagement im Deutschen Städtetag
am 13./14.11.2024 in Berlin

Photovoltaik und Brandschutz

Dipl.-Ing. Mathias Linder
Abteilungsleiter Energiemanagement

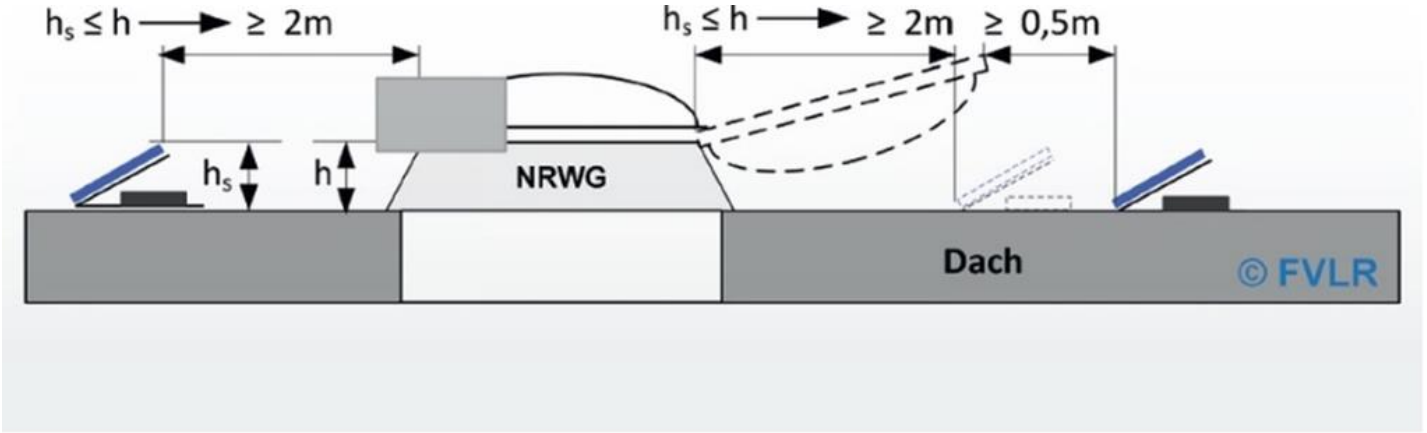
Stadt Frankfurt am Main
Amt für Bau und Immobilien
Abteilung Energiemanagement

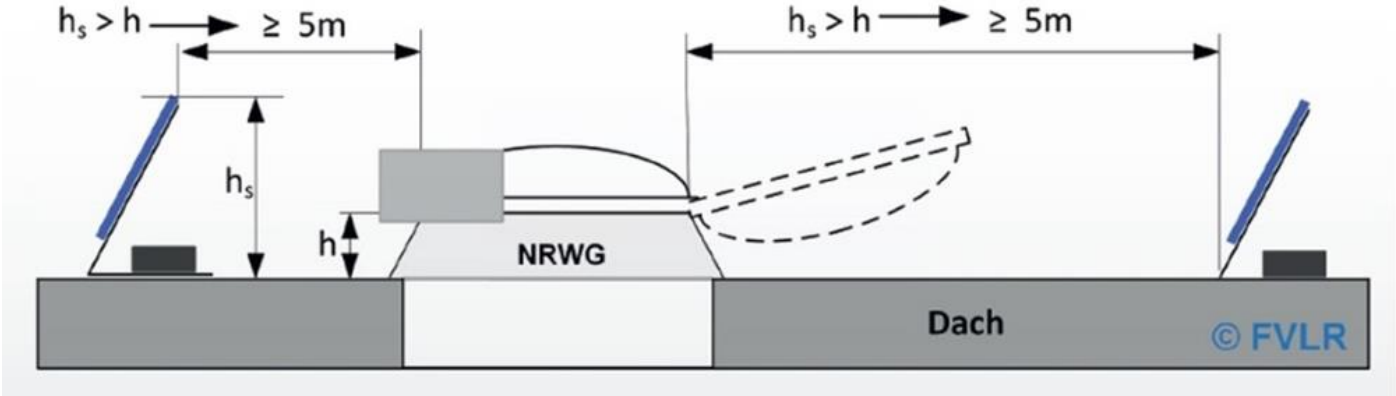
Dokumente

- AMEV-Empfehlung Nr. 172: Photovoltaik auf Nichtwohngebäuden, Vereinfachte brandschutztechnische Bewertung von Dächern (https://www.amev-online.de/AMEVInhalt/Planen/Elektrotechnik/EltAnlagen%202020/EltAnlagen_2020_1._Erg_V2.0.pdf)
- Mustervertrag Dachnutzung für Photovoltaikanlagen (https://energiemanagement.stadt-frankfurt.de/Investive-Massnahmen/Regenerative-Energiequellen/Mustervertrag-Dachnutzung.docx)

Anlage 2: Technische Anforderungen für die Errichtung der PV-Anlagen

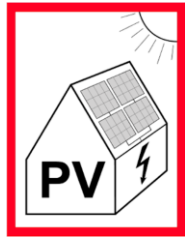
- Es sind die Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen der Stadt Frankfurt in der jeweils aktuellen Fassung einzuhalten (https://energiemanagement.stadt-frankfurt.de). Insbesondere sind grundsätzlich halogenfreie Kabel einzusetzen.
- Die Planung ist mit der Branddirektion abzustimmen.
- Zwischen Dachhaut und PV-Unterkonstruktion sind punktuelle Abschnitte von Bautenschutzmatten oder Geovlies als Trennschicht anzuordnen. Dabei darf der Abfluss von Regenwasser nicht eingeschränkt werden.
- Der Wechselrichter ist möglichst auf dem Dach zu installieren. Wenn der Wechselrichter nicht auf dem Dach platziert ist, dann sind stringweise Netzfreischalter vorzusehen.
- RWA-Anlagen sind nicht zu überbauen und der Luftstrom für die Entrauchung darf nicht behindert werden. Angrenzende RWA-Anlagen zur PV-Anlage sollten mit einem Abstand von 2 m ausgeführt werden (Freiraum für Bauteile, die die RWA-Austrittsöffnung nicht überragen). Ansonsten sollte der Abstand bei höherer PV-Anlage mit einer Höhe von bis zu 2 m über Austrittsöffnung 5 m betragen. Im Öffnungsbereich der Klappen der RWA-Anlage ist die geöffnete Klappenbreite zuzüglich 50 cm lichter Breite für Wartungszwecke, bzw. mind. eine Breite von 2,50 m vorzusehen.


$h_s \leq h$ ⟶ ≥ 2m
$h_s \leq h$ ⟶ ≥ 2m ≥ 0,5m
h_s
h
NRWG
Dach
© FVLR

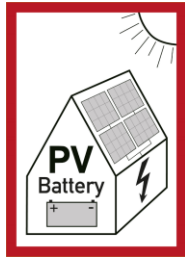

$h_s > h$ ⟶ ≥ 5m
$h_s > h$ ⟶ ≥ 5m
h_s
h
NRWG
Dach
© FVLR

- Dachausstiegsluken oder sonstige Bauteile dürfen die PV-Anlagen mechanisch nicht verletzen. Dies muss durch die Lage der PV-Module ausgeschlossen werden.
- Um Bewegungsflächen auf dem Dach für die Feuerwehr zu gewährleisten sollten großflächige Anlagen mit Feldgrößen von maximal 40 m x 40 m geschaffen werden. Zwischen den Feldern sind mindestens 1 m breite Streifen frei zu halten. Es sollten geeignete Verkehrswege auf den Dachflächen realisiert werden.
- Es sind möglichst geeignete sichere Zugänge auf das Dach vorzusehen
- In Rettungswegen dürfen keine Kabel angeordnet werden.
- Die jeweils gültigen TAB des VDEW für den Anschluss an das Niederspannungsnetz sind einzuhalten. Die jeweils gültigen TABB des VDEW für den Anschluss an das Niederspannungsnetz sowie die allgemein anerkannten Regeln der Technik sind einzuhalten. Die Brandschutzordnung ist entsprechend anzupassen (Information der Nutzer über die Gefahren, die durch PV-Anlagen entstehen).

- Wenn der Monitor im Eingangsbereich in einem notwendigen Flucht- und Rettungsweg angebracht ist, dann ist er mit einer nichtbrennbaren und rauchdichten Einhausung zu versehen.
- Für die Feuerwehr soll ein Hinweisschild auf die PV-Anlagen im Eingangsbereich angebracht werden.
- Sollten die Wechselrichter ins Gebäudeinnere gezogen werden, ist der Wechselrichter in unmittelbarer Nähe (kleiner 1 m) der Dach-/Wanddurchdringung entfernt in einem ausreichend brandschutztechnisch abgetrennten Elektroraum mit T30-RS-Türen zu installieren.



- Die Abstände der PV-Anlagen zu den Oberlichtern muss in der lichten Weite mindestens 60cm für Wartungszwecke betragen, sofern es sich bei den Lichtkuppeln um durchtrittsichere Kuppeln handelt bzw. diese unterseitig mit einem horizontal liegenden Absturzgitter versehen sind. Ist weder eine durchtrittsichere Lichtkuppel vorhanden, ist alternativ ein geeignetes Sekurantensystem oder ein Seitenschutz vorzusehen. Alternativ ist der lichte Abstand zur Lichtkuppel von mindestens 2,0m + 0,60m = 2,60m vorzusehen. Dann bleibt 60cm Breite für Wartungsarbeiten an den PV-Modulen bei gleichzeitigem Sicherheitsabstand von 2,0m zur Lichtkuppel als Schutz vor Absturz durch die Lichtkuppel ins Gebäudeinnere.



- Die lichten Abstände der PV-Anlage zu Brandwänden sind nach Anforderungen der Hessischen Bauordnung einzuhalten.
- Brandüberschlagsbereiche sind in ausreichender Breite von mindestens 5,0m Breite bzw. nach Anforderungen von PV-Anlagen einschl. deren Komponenten freizuhalten.
- Wechselrichter sind nicht an der Brandwand zu montieren. Der Abstand von Wechselrichtern zu Brandwänden muss mindestens einen lichten Abstand von 1,25m haben.
- Wechselrichter, dürfen nur an Außenwänden montiert werden, sofern darüber keine Außenwandöffnung vorhanden ist.
- Wechselrichter dürfen nur an Außenwänden montiert werden, sofern seitliche Abstände zu Außenwandöffnungen von mindestens 1,25m vorhanden sind.
- Der lichte Abstand von Wechselrichtern untereinander muss mindestens 50cm betragen, bzw. nach Mindesterfordernis des Wechselrichterherstellers.

Bei Dächern, die für die PV-Nutzung in Frage kommen, sollen grundsätzlich nicht brennbare Materialien für die Dacheindeckung und für die Dachdämmung verwendet werden. Weitere Erläuterungen und mögliche Kompensationsmaßnahmen siehe Tabelle A-D.

Vereinfachte brandschutztechnische Bewertung von Dächern

Tabelle A: nimmt die Einstufung der Brandwahrscheinlichkeit für verschiedene Dacheindeckungen vor.

Tabelle B: zeigt das Brandverhalten nach DIN 4102-1 für verschiedene Dachdämmungen.

In Tabelle C: erfolgt eine erste überschlägige Bewertung des Brandschutzes für einschlägige Kombinationen aus Dacheindeckung und Dachdämmung.

Tabelle D: umfasst Kompensationsmöglichkeiten bei unzureichendem Brandschutz.

Tabelle A: Einstufung des Brandrisikos im Fehlerfall für verschiedene Dacheindeckungen

Dacheindeckung	Brandrisiko im Fehlerfall
Blechdach (Trapez/Stehfalz)	kein Risiko „grün“
Dachpfannen/Ziegel	kein Risiko „grün“
Kiesschüttung (≥ 5 cm) oder mineralische Substratschicht (≥ 8 cm) auf Dacheindeckung	kein Risiko „grün“
Wellplatte Faserzement (Eternit)	kein Risiko „grün“
Modul Blechdach mit PUR-Sandwichelement	sehr geringes Risiko „gelb“
Mineralische Substratschicht (≥ 8 cm) auf Dacheindeckung **mit extensiver Dachbegrünung**	geringes Risiko „rot“
Kunststoffbahnen (PVC/TPO/FPO/EPDM)	geringes Risiko „rot“
Bitumenbahnen	geringes Risiko „rot“

Tabelle B: Brandwahrscheinlichkeit für verschiedene Dachdämmungen

Dachdämmung (Baustoffe/Ausführungen)	Brandverhalten nach DIN 4102-1
Mineralwolle (Glaswolle/Steinwolle)	A1 „grün“
Mineralvlies (mind. 6 cm) oder Mineralwolldämmplatte	A1 „grün“
Blähton	A1 „grün“
Foamglas/Schaumglas	A1 „grün“
PUR/PIR	B1-B2 „gelb“
EPS/XPS	B1-B2 „gelb“
Holzfaser-Dämmplatte	B2 „rot“
Naturdämmstoffe (Hanf/Wolle/Flachs)	B2 „rot“
Stroh/Papier	B3 (verboten in DE) „rot“

Tabelle C: überschlägige Bewertung des Brandschutzes für einschlägige Kombinationen aus Dacheindeckung gemäß Tabelle A und Dachdämmung gemäß Tabelle B

Überschlägige Bewertung des Brandschutzes	
Brandschutz sichergestellt	Kombination "grüne" Dacheindeckung mit "grüner" Dachdämmung Kombination "grüne" Dacheindeckung mit "gelber" Dachdämmung Kombination "grüne" Dacheindeckung mit "roter" Dachdämmung Kombination "gelbe" Dacheindeckung mit "grüner" Dachdämmung Kombination "rote" Dacheindeckung" mit "grüner" Dachdämmung
Brandschutz teilweise sichergestellt	Kombination "gelbe" Dacheindeckung mit "gelber" Dachdämmung Kombination "gelbe" Dacheindeckung mit "roter" Dachdämmung Kombination "rote" Dacheindeckung mit "gelber" Dachdämmung
Brandschutz nicht sichergestellt	Kombination "rote" Dacheindeckung mit "roter" Dachdämmung

Tabelle D: Kompensationsmöglichkeiten bei unzureichendem Brandschutz

	Kompensationsmöglichkeiten für Varianten aus Dacheindeckung und Dachdämmung, die den Brandschutz nicht oder nur teilweise sicherstellen.
1.	Austausch der Dachdämmung gegen nicht brennbare Materialien (A1, A2 nach DIN 4102-1)
2.	Installation von Zementbauplatten (mind. 6 mm) über bzw. unter Dacheindeckung in einem Umkreis von mind. 1,25 m (Bei Installation über Dach sind die Platten zu versiegeln.)
3.	Abdeckung mit Betonwerksteinplatten oder anderen mineralischen Platten (mind. 4 cm) in einem Umkreis von 1,25 m um die Module oberhalb der Dachabdichtung
4.	Mineralwolldämmplatte oder Mineralvlies (mind. 6 cm) vollflächig* unter der Dachabdichtung; *alternativ mindestens in einem Umkreis von 1,25 m um die Module
5.	Aufbringen einer ≥ 5 cm hohen Kiesschicht (16/32) in einem Umkreis von 1,25 m um die Module oberhalb der Dachabdichtung
6.	Massive Betondachkonstruktion (Stahlbeton, Spannbeton, Verbundkonstruktion etc) mit Feuerwiderstand gemäß Brandschutzkonzept bzw. mit Feuerwiderstand entsprechend einer Geschossdecke nach Landesbauordnung (Gebäudeklassenabhängig) unterhalb der Dacheindeckung und Dachdämmung (Neubau- oder Bestands-Betondachkonstruktion)
7.	Dach- oder Deckenkonstruktion Allgemein (z. B. Holz) mit Feuerwiderstand entsprechend Punkt 6.
8.	Einsatz von PV-Modulen der Baustoffklasse A

Voraussetzungen zur Errichtung einer PV-Anlage auf einem Dach:

Auf den städtischen Dächern der Stadt Frankfurt a.M. dürfen nur PV-Anlagen installiert werden, wenn die Voraussetzung nach Tabelle C „Brandschutz sichergestellt“ oder eine Kompensationsmaßnahme nach Tabelle D erfüllt ist. Dies ist vor Beginn der Arbeiten vom Auftragnehmer/Errichter zu prüfen und mit dem Auftraggeber abzustimmen.

Hinsichtlich der konstruktiven Durchbildung von Anschlüssen der Dachdämmung an Durchdringungsstellen sind die Vorgaben und Empfehlungen aus der DIN 18234 „Baulicher Brandschutz großflächiger Dächer" und der VdS 2216 „Brandschutzmaßnahmen für Dächer – Merkblatt für die Planung und Ausführung“ umzusetzen.

Technische Mindestanforderungen für neue PV-Anlagen

1.	Einbau von PV-Wechselrichtern mit integrierten und aktivierter Lichtbogenerkennung und -unterbrechung (Prüfnorm IEC 63027), sofern der Wechselrichter im Gebäudeinneren installiert wird.
2.	Einbau von Bypass-Dioden in PV-Modulen
3.	Einsatz von selbstverriegelnden, gegen unbeabsichtigtes Lösen geschützten, Steckverbindern nach DIN EN 62852 (VDE 0126-300) mit einem Schutzgrad von mindestens IP67
4.	PV-Anlagen sind mit einer Erfassung und Weiterleitung von Stör- und Betriebsmeldungen auszustatten. Durchführung einer Funktionsüberwachung und automatisierten Anlagenüberwachung gemäß AMEV EltAnlagen 2020, Abschnitt 7.3.6
5.	Erzeugungseinheiten, die eine Erzeugungsanlage mit einem PAmax > 135 kW bilden, sind – unabhängig von der Spannungsebene, an die die Erzeugungsanlage angeschlossen wird – nach der VDE-AR-N 4110 zu errichten und mit einem PAmax > 500 kW zu zertifizieren und vom Sachverständigen abzunehmen.
6.	Wechselrichter müssen, insbesondere auf dem Dach, auf nicht brennbarem Untergrund abgestellt oder angebracht werden.

7. Die Kabelführung auf dem Dach muss qualifiziert in geschlossenen, nichtbrennbaren Kabeltragsystemen (Kanäle, Rohre, etc.) erfolgen. Bei flexiblen Verbindungen sind UV-beständige und mechanisch belastbare teilbare Schutzrohre zulässig.

8. Kabel und Leitungen auf der Wechselspannungsseite (AC) müssen nach DIN VDE 0100-712 durch Überstromschutzeinrichtungen, z.B. Leitungsschalter, Lastschalter mit Sicherung, geschützt werden. Überspannungsableiter Typ 1 und Typ 2 sind zu berücksichtigen (Je nach Blitzschutzkonzept).

9. Der Einsatz von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD's) muss bei Anlagen bis 30kWp aus Gründen des Fehlerschutzes und Brandschutzes erfolgen. Wenn eine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) für den Fehlerschutz vorzusehen ist (PV-Anlage bis 32A) und keine Angaben des Herstellers vorliegen, ob in der elektrischen Anlage über den Wechselrichter im Fehlerfall glatte Gleichfehlerströme auftreten können, ist eine Fehlstromschutzeinrichtung (RCD) vom Typ B oder Typ B+ gefordert. Hinweis: Eine Fehlerstrom-Überwachungseinrichtung (RCMU), die i.d.R. im Wechselrichter integriert ist, ersetzt keine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD). Bei PV-Anlagensystemen >30 kWp sind Kabel und Leitungen. Wechselspannungsseitig gemäß DIN VDE 0100-410 als Verteilungsstromkreise anzusehen. Diese müssen entsprechend nicht über einen Fehlerstromschutzschalter (RCD) abgesichert werden. Die Herstellerangaben des Wechselrichters sind zu beachten.

   Hinweis: Eine Fehlerstrom-Überwachungseinrichtung (RCMU), die i.d.R. im Wechselrichter integriert ist, ersetzt keine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD).

10. Auf der AC-Seite ist ein Notausschalter/Feuerwehrschalter vorzusehen. Dieser sollte im Technikraum, in dem auch die Einspeisung erfolgt, eingebaut werden. Ein zweiter sollte im Büro der Hausverwaltung oder beim Feuerwehrtableau angeordnet werden

11. Sofern DC-Leitungen in das Gebäude geführt werden, ist ein Freischalter (Feuerwehrschalter) für die DC-Leitungen vorzusehen

12. Netzfreischalter sind aufzuschalten, wenn eine Brandmeldezentrale vorhanden ist und die Feuerwehr eine potenzialfreie Schalteinrichtung zur Verfügung stellt. Dies ist mit der Feuerwehr abzustimmen.

13. Grundsätzlich sind PV-Anlagen an den Blitzschutz anzuschließen.

14. Ein Überspannungsschutz der PV-Anlage für energietechnische und datentechnische Leitungen ist vorzusehen (siehe DIN EN 62305-3 Beiblatt 5, VDE 0185-305-3 Beilblatt 5).

15. Wenn man die Anlage blitzschutztechnisch schützt (Fangstangen und ausreichend Abstand zu allen Leitungen vom Blitzschutz) und nicht einbindet ist ein Potentialausgleich (mind. 6mm² CU) zwischen dem Montagegestell der PV-Module und der Haupterdungsschiene vorzusehen.

16. Ein Hinweisschild auf die PV-Anlage ist für die Feuerwehr im Eingangsbereich anzubringen. Falls Feuerwehrpläne vorliegen, sind die PV-Anlagen einzutragen.

17. Ein Hinweisschild auf die PV-Anlage nach VDE-AR2100-712 ist am Hausanschlusskasten an der NSHV (Niederspannungshauptverteilung) bzw. am Hausanschlusskasten anzubringen

18. Die **Wartung der PV-Anlage** sollte gemäß AMEV-Arbeitskarten für KG 442 PV-Anlagen (Variante 1 oder 2) erfolgen.

19. **Wiederkehrende Prüfungen** der PV-Anlage sind mindestens wie folgt durchzuführen:
    - Jährliche Sichtkontrollen
    - Prüfung sämtlicher Schalter
    - Kontakte im Schalter sind zu reinigen und die Schalter auf Überhitzungserscheinungen zu prüfen.
    - Die gesamte PV-Anlage mit deren Komponenten auf festsitzende Anschlüsse sowie Hitzeerscheinungen prüfen
    - Sichtkontrollen müssen nach besonderen Ereignissen (z.B. Sturm, etc.) erfolgen.
    - Alle 4 Jahre zusätzlich Thermografiekontrollen durchführen
    - Alle 4 Jahre eine messtechnische Prüfung, dies gilt auch für die Niederspannungs-schaltanlage

https://energiemanagement.stadt-frankfurt.de

STADT FRANKFURT AM MAIN
Amt für Bau und Immobilien
Abteilung Energiemanagement

Energiecontrolling
- EVU-Rechnungen
- Manuelle Zählerablesungen
- Automatische Verbrauchserfassung
- Energieausweise

Betriebsoptimierung
- Hinweise zur Gebäudenutzung
- Anweisungen für Hausverwaltungen
- Erfolgsbeteiligung Nutzung und Betrieb
- Seminarprogramm
- Gebäudeautomation

Investive Maßnahmen
- Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen
- Gesamtkostenberechnung
- Bauprojekte
- Energiekonzepte
- Thermografieuntersuchungen
- Kraft-Wärme-Kopplung
- Regenerative Energiequellen

Service
- Aktuelles
- Berichte / Dokumente
- Rechenprogramme
- Verweise auf externe Seiten
- Verweise auf interne Seiten

Regenerative Energiequellen

Bereits seit Anfang der 90er Jahre versucht die Abteilung Energiemanagement im Hochbauamt den Anteil der regenerativen Energiequellen in den städtischen Liegenschaften zu erhöhen. Die Anlagen der Stadt Frankfurt zur Nutzung regenerativer Energiequellen sind ebenso wie die Passivhäuser und die Blockheizkraftwerke auf dem Klimaschutzstadtplan der Stadt verzeichnet:

- Klimaschutzstadtplan

Grünstrombezug

Seit dem Jahr 2004 werden die Liegenschaften der Stadt Frankfurt zunehmend mit Grünstrom versorgt. Seit dem Jahr 2008 stammen im Mainova-Versorgungsgebiet 50 % des Stroms für die städtischen Liegenschaften aus regenerativen Energiequellen und 50 % aus Kraft-Wärme-Kopplung. Nach der Ausschreibung für elektrische Energie werden seit 2014 praktisch alle städtischen Abnahmestellen mit diesem Strommix versorgt.

- Entwertungsnachweis des Umweltbundesamtes

Photovoltaik

Im Jahr 2018 hat die Stadtverordnetenversammlung beschlossen, dass „bei allen Neubauten und Dachsanierungen die durch Photovoltaik größtmöglich erreichbare Stromerzeugungsleistung auf stadteigenen Dächern installiert und in Betrieb genommen werden soll." Den vollständigen Beschluss finden Sie hier:

- Stadtverordnetenbeschluss: Photovoltaikpotenziale in Frankfurt – mehr Tempo und neue Impulse bei der Nutzung der städtischen Dachflächen

Auf den Liegenschaften der Stadt Frankfurt sind inzwischen zahlreiche stadteigene und fremdfinanzierte Photovoltaik-Anlagen im Betrieb. Eine Liste der Anlagen finden Sie hier:

- Liste der Photovoltaikanlagen auf Gebäuden der Stadt Frankfurt

Mit den Betreibern der fremdfinanzierten Anlagen werden Dachnutzungsverträge abgeschlossen. Einen entsprechenden Mustervertrag mit dem zugehörigen Prozess können Sie sich hier herunterladen:

- Mustervertrag Dachnutzung für Photovoltaikanlagen
- Prozessbeschreibung Verpachtung einer Dachfläche für den Betrieb einer Photovoltaikanlage