

KAPITEL: SOLARENERGIE-ANGEBOT

PHYSIKALISCHE EIGENSCHAFTEN, HÖHE WELTWEIT UND IN DEUTSCHLAND

PROF. MARIO ADAM



Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International Lizenz. Ausgenommen von der Lizenz sind die verwendeten Logos sowie alle anders gekennzeichneten Elemente. <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.de>
Weitere Lizenz- und Quellenhinweise siehe Ende des Foliensatzes

Ein Kooperationsvorhaben empfohlen durch die:



INNOVATION DURCH KOOPERATION

Gefördert durch:

Ministerium für
Kultur und Wissenschaft
des Landes Nordrhein-Westfalen



a d a m



Erneuerbare Energien und Effizienztechnologien

Prof. Dr.-Ing. Mario Adam

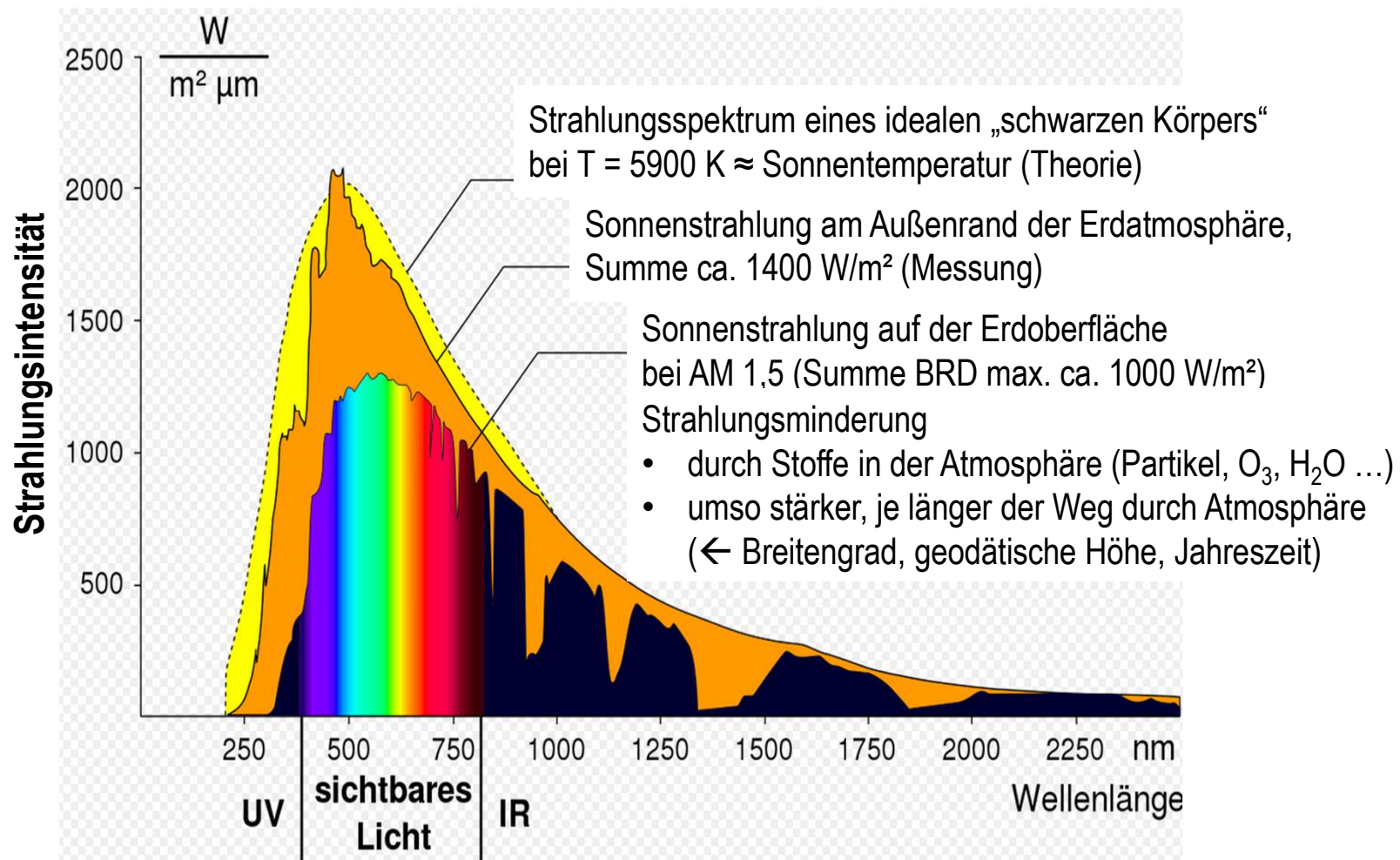
E² - Erneuerbare Energien und Energieeffizienz
ZIES - Zentrum für Innovative Energiesysteme

Hochschule Düsseldorf
Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik

Kapitel „Solarenergie-Angebot“

Physikalische Eigenschaften, Höhe weltweit und in Deutschland

Solarstrahlung - Wellenlängenverteilung



Quelle: Wikipedia Nutzer Degreen, CC BY-SA 2.0

Solarstrahlung - Direkt-, Diffus-, Global-Strahlung

Direkte Strahlung

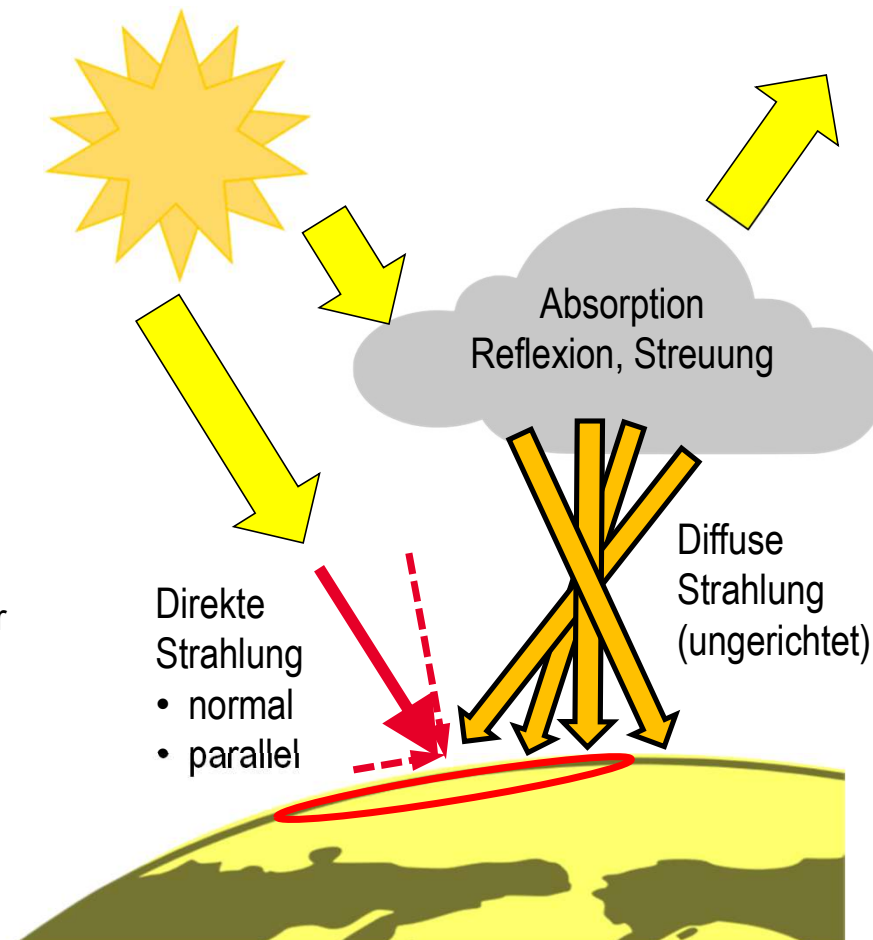
- aus Richtung der Sonne

Diffuse Strahlung

- Summe aus folgenden Anteilen
 - in Atmosphäre gestreute und reflektierte Sonnenstrahlung
 - von Umgebung reflektierte Sonnenstrahlung z.B. von Gebäuden, Wasserflächen
 - „atmosphärische Gegenstrahlung“ von Molekülen (aufgrund vorheriger Absorption)
- Anteil an Gesamtstrahlung in BRD im Jahresmittel > 50%!

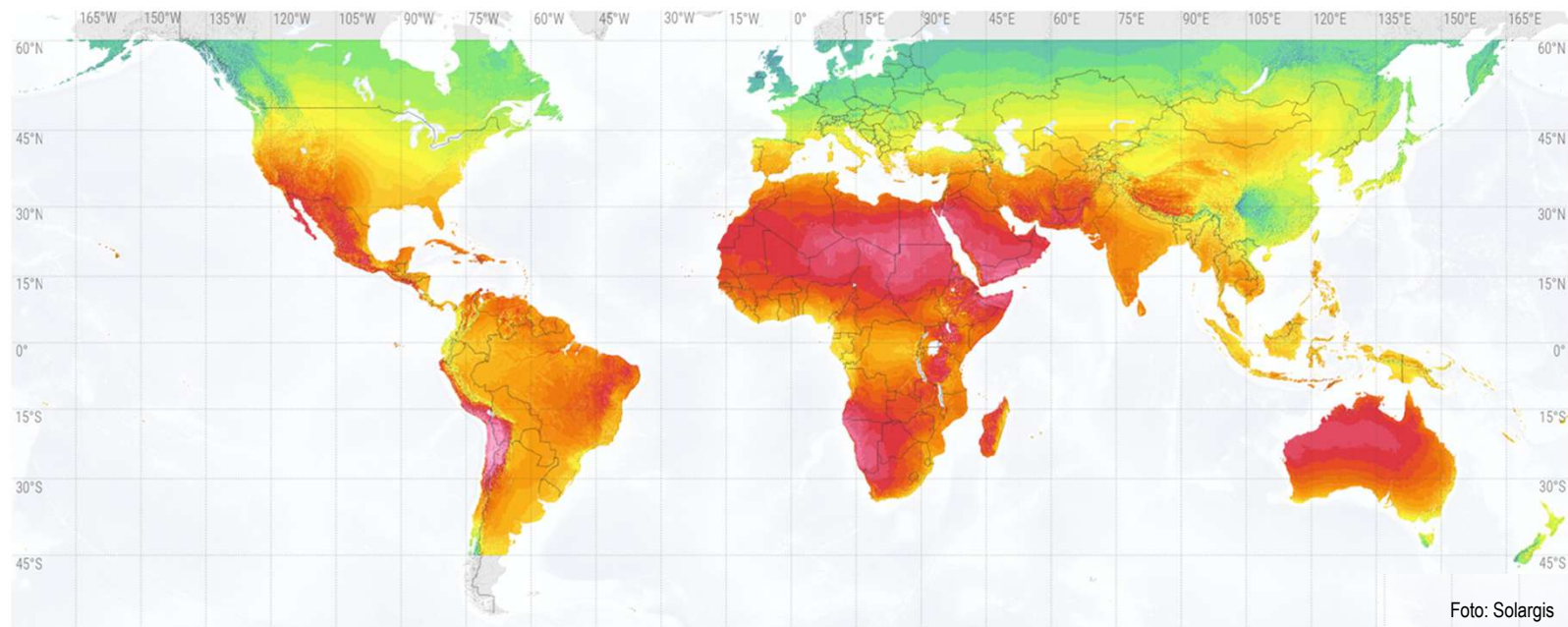
Global- bzw. Gesamtstrahlung

- direkte + diffuse Strahlung



Globalstrahlung - auf horizontale Flächen

- Bandbreite der Globalstrahlung (siehe Karte): 800 - 2700 kWh/m²a
- umso höher, je kürzer der Strahlungsweg durch die Atmosphäre (d.h. je näher am Äquator und je größer die geodätische Höhe) und je geringer die Bedeckungshäufigkeit



Mittlere tägliche
Werte:

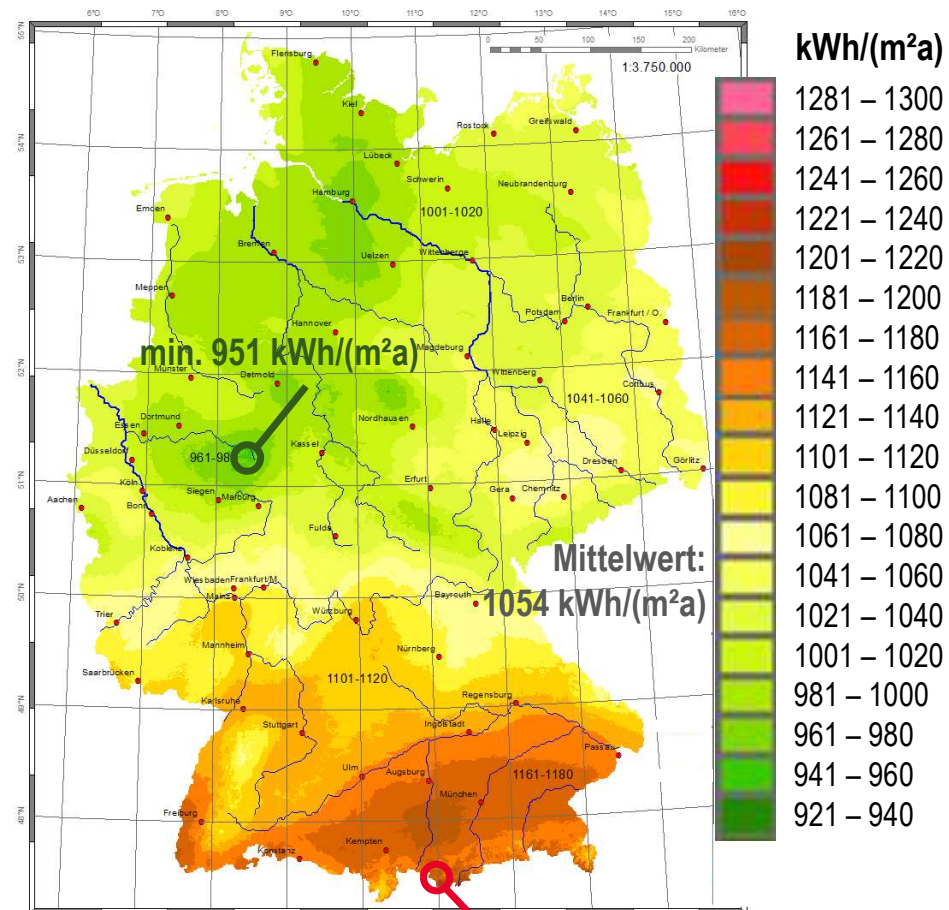
2.2 2.6 3.0 3.4 3.8 4.2 4.6 5.0 5.4 5.8 6.2 6.6 7.0 7.4

 kWh/m²

Jährliche Werte: 803 949 1095 1241 1387 1534 1680 1826 1972 2118 2264 2410 2556 2702

Globalstrahlung auf horizontale Flächen, BRD

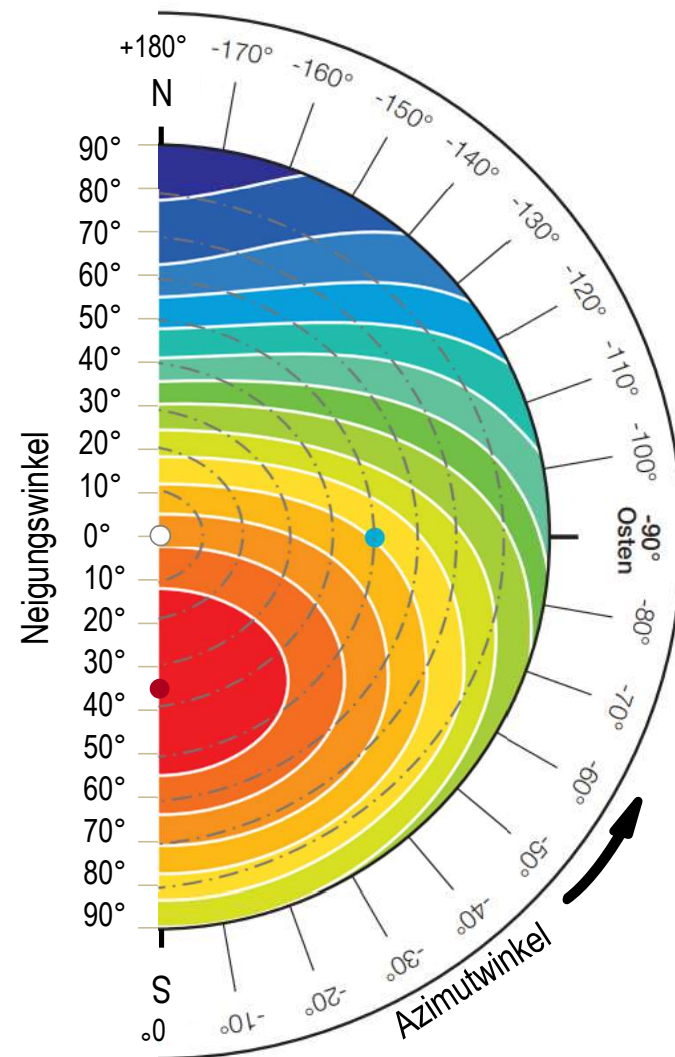
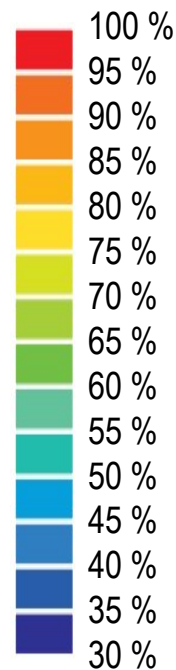
- Bild: Mittelwerte der Jahre 1981 – 2010 (in der Tendenz steigend durch Klimawandel)
- lokale Unterschiede durch
 - Breitengrade → Anstieg der Strahlung von Nord- (55°) nach Süddeutschland (47°)
 - Bedeckungshäufigkeit → höhere Strahlung z.B. in Ostdeutschland (mehr durch „Kontinentalklima“ geprägt), geringere in den Mittelgebirgen
- Unterschiede von Jahr zu Jahr: ca. $\pm 15\%$



Quelle: https://www.dwd.de/DE/leistungen/solarenergie/strahlungskarten_mvs.html?nn=16102

Globalstrahlung - auf geneigte Flächen

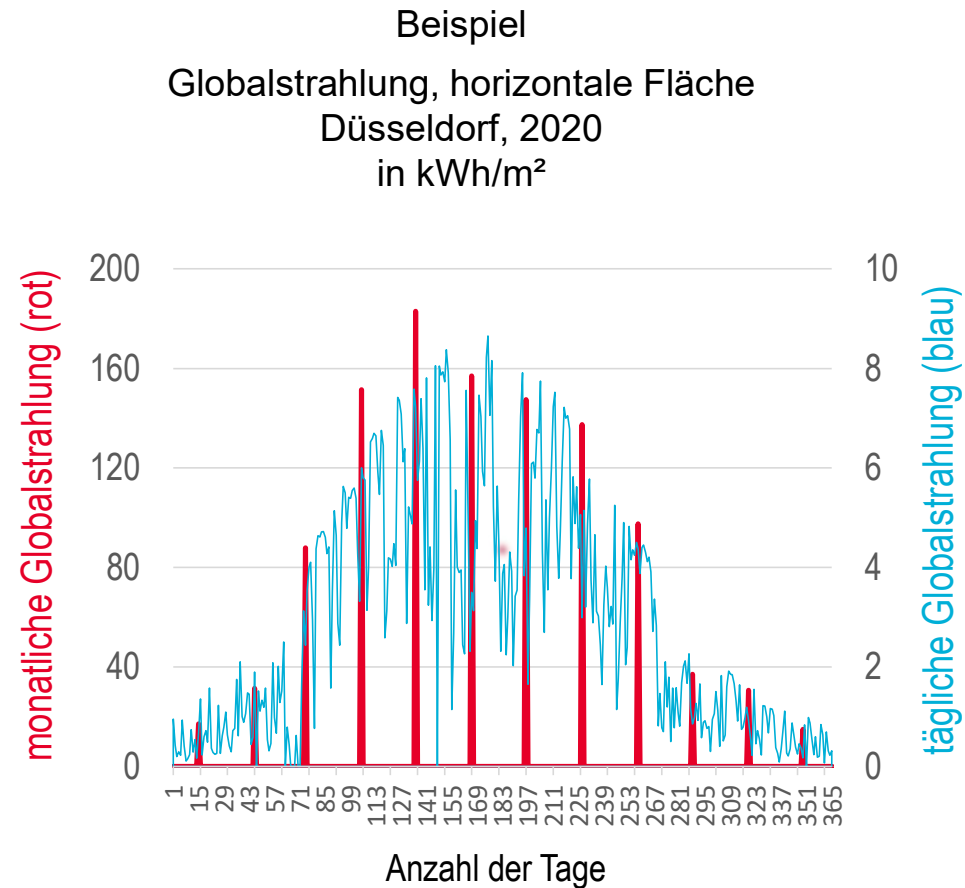
- Anleitung für die Grafik (gültig für Würzburg)
 - Schnittpunkt von Azimutwinkel-Gerade (Ost/West spiegelgleich) und Neigungswinkel-Halbkreis → Prozentzahl ablesen
 - Globalstrahlung auf horizontale Fläche $\cong 88\%$ in der Grafik (weißer Punkt mit Neigung 0°)
 - Strahlung auf geneigte Fläche mit Dreisatz ausrechnen
- Fazit
 - **max. Einstrahlung:** auf ca. 35° nach Süden geneigte Fläche (= 100% ; $\Delta=12\%$ zu horizontal)
 - **Azimut $\pm 90^\circ$, Neigung 50° :** nur 20% Einbuße von Maximum



Quelle: Sonnenwärme Direkt GmbH www.sonnenwaerme-direkt.de

Globalstrahlung - Jahres- und Tagesgang

- Energiemengen, Unterschiede durch
 - Tageslänge
 - Sonnenstand
 - Bedeckungshäufigkeit und -intensität (+ Luftverschmutzung)
- Leistungen (BRD)
 - minimal: 0 W/m² (nachts)
 - maximal (klarer Himmel)
 - horizontale Fläche:
Sommer: ~1000 W/m²
Winter: ~500 W/m²
 - senkrecht zur Sonne ausgerichtete Fläche:
Sommer und Winter höhere Werte



Quelle: Kachelmannwetter

Lizenz- und Quellenhinweise

Folie 2: Wikipedia, CC BY-SA 2.0:

https://de.wikipedia.org/wiki/Sonnenstrahlung#/media/Datei:Sonne_Strahlungsintensitaet.svg

Der ursprünglich hochladende Benutzer war Degreeen in der Wikipedia auf Deutsch Improved Baba66 (opt Perhelion) on request; En. Translation Locusta Fr. translation Eric Bajart NL. Translation BoH – Übertragen aus de.wikipedia nach Commons.; selbst erstellt, von Diagrammen abgezeichnet, keine Berechnung. Farbspektrum von File: Fraunhofer lines DE.svg

ORCA.nrw

Technology
Arts Sciences
TH Köln

RUHR
UNIVERSITÄT
BOCHUM

RUB



Hochschule
Bonn-Rhein-Sieg

Hochschule Düsseldorf
University of Applied Sciences
HSD

ISEA

Stromrichter-
technik und
Elektrische
Antriebe

RWTH AACHEN
UNIVERSITY

FH AACHEN
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Ein Kooperationsvorhaben empfohlen durch die:



INNOVATION DURCH KOOPERATION

Gefördert durch:

Ministerium für
Kultur und Wissenschaft
des Landes Nordrhein-Westfalen



Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International Lizenz. Ausgenommen von der Lizenz sind die verwendeten Logos sowie alle anders gekennzeichneten Elemente. <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.de>

a d a m