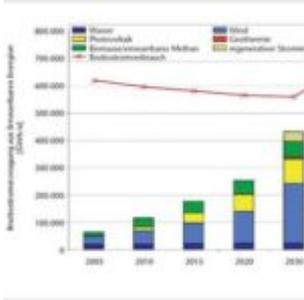


Elektro-Energiespeicherung, Notwendigkeit, Status und Kosten. Teil 1



1 Vorspann

April 2015. In einem Interview zur Energiewende erklärte der Energieexperte der IHK Nürnberg sinngemäß, welches Erfolgsmodell das EEG darstellt und dass abschließend nur noch das Speicherproblem gelöst werden muss – dies aber kein (wirkliches) Problem sei – noch ein bisschen Forschen und es klappt:

„... zum Einen müssen die Speichermöglichkeiten durch Forschung und Entwicklung marktfähig gemacht werden, und zwar in großem Stil.“

Was der Experte da erzählte, hat der interviewenden Redakteurin gut gefallen. Dass der Experte „vergessen“ hat, weiter zu erzählen und über die Kosten zu informieren, ist ihr nicht aufgefallen – Sie hat auch nicht danach gefragt -. Der IHK-Energieexperte ist mit dieser Ansicht – dass Speicher mit „noch ein bisschen Forschung“ gelöst sind – nicht alleine. Die bekannte Expertin C. Kemfert berichtete in einem Interview am 2.3.2015, Titel: „Kohlestrom schadet der Energiewende“, das gleiche.

Für mich war es ein Anlass, selbst nachzusehen wie der Status zur Speicherung von Elektroenergie ist. Was die Nachschau ergeben hat (und auch Fundstellen für weiterführende Publizierungen dazu) habe ich für EIKE in dieser Publizierung zusammengefasst.

2 Der EEG-Traum

Bevor die Energiespeicher behandelt werden, der unvermeidbare Überblick zum EEG. Denn ohne die Geschichte versteht man die Zukunft nicht

(mehr).

Vorwärts immer, rückwärts nimmer – der Slogan einer zusammengebrochenen Welt ist wieder-auferstanden.

Stellungnahme BUND 2010[3]. 100 % Strom aus erneuerbaren Energien ist möglich und nötig. Hierzu ist ein Systemwechsel weg von Kohle und Atom hin zu Energieeffizienz und Erneuerbaren erforderlich. Eine Umstellung weg von Kohle und Atom zu einer vollständigen Versorgung durch erneuerbare Energien ist machbar.

Der BUND fordert eine klare politische Systementscheidung, in Deutschland aber auch in ganz Europa, dass die Weichen klar und unverrückbar auf das Ziel 100% erneuerbare Energie gerichtet werden. 8 Aktuelle Planungen für neue Stromleitungen oder Stromspeicher müssen geprüft werden, ob diese für den Ausbau der erneuerbaren Energien nützlich sind.

Fachausschuss erneuerbare Energien 2010[11]. Neue Technologien werden zur Verfügung stehen, die ein Energieversorgungssystem, das auf 100% erneuerbare Energien aufbaut, versorgungssicher und kostengünstig realisierbar machen. Diese Einschätzung stimmt insoweit mit der Einschätzung der Regierungsparteien überein, die im Koalitionsvertrag das Ziel formuliert haben, „dass die erneuerbaren Energien den Hauptteil an der Energieversorgung übernehmen.“

Erneuerbare Energien haben das größte energetische und technische Potenzial aller bekannten Energiequellen. Sie sind umwelt- und klimafreundlich, global einsetzbar, in wenigen Jahren die kostengünstigsten Energiequellen und sie genießen eine außerordentlich hohe gesellschaftliche Akzeptanz. Die erneuerbaren Energien sind heimische Energiequellen und können die Nutzung von Kohle, Erdöl, Erdgas und nuklearen

Energien im Strom- und Wärmemarkt schrittweise reduzieren und langfristig vollständig und dauerhaft ersetzen. Sie reduzieren damit die Abhängigkeit von Energieimporten, erhöhen die Energiewertschöpfung im Land und schaffen Arbeitsplätze.

Abbildung 10
Entwicklung der Brutto-
stromerzeugung aus
erneuerbaren Energien
und des Brutto-
stromverbrauchs in Deutsch-
land bis 2050.

Quelle: ZSW

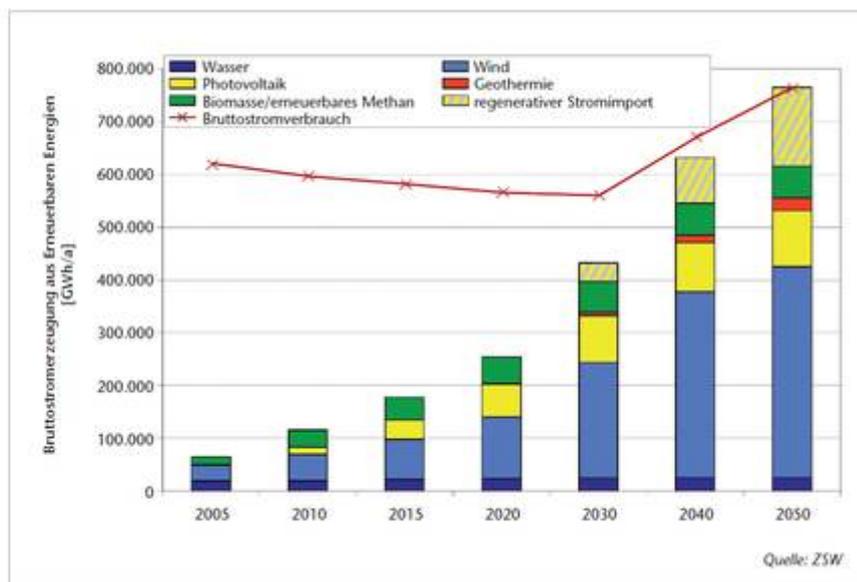


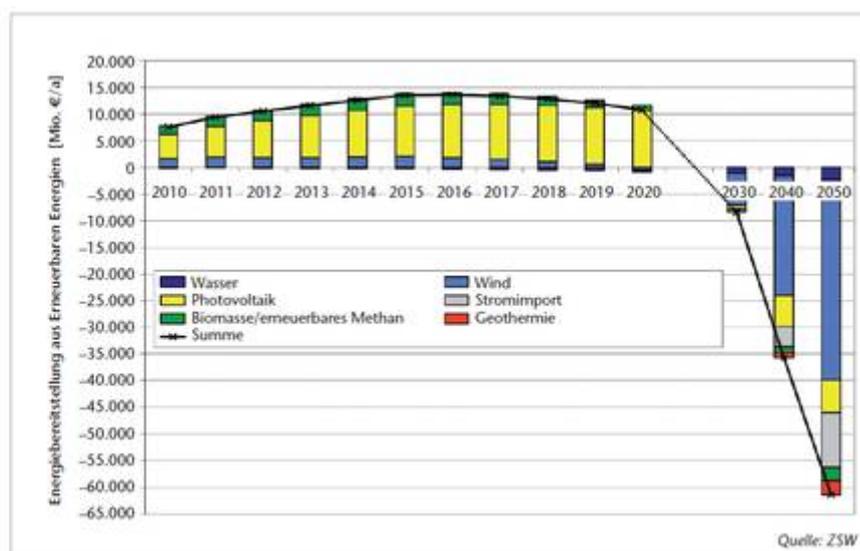
Bild 2.1 Ausbauplan der erneuerbaren Energien in Deutschland. Quelle: Fachausschuss erneuerbare Energien 2010[11]

Bezüglich der Kosten ist man sich sicher. Experten belegen: nach 2015 wird der Ökostrom billiger:

Fachausschuss erneuerbare Energien 2010[11]. Betrachtet man den Verlauf der Differenzkosten (Abb. 1)] über die Jahre, so zeigt sich, dass die erneuerbaren Energien insgesamt mehr Kosten einsparen, als an Vorleistungen bis zum Erreichen des Break-Even-Punkts erbracht werden müssen. Dies bedeutet, dass der Ausbau der Nutzung der erneuerbaren Energien nicht nur im Sinne einer zukunftsorientierten Energiepolitik sondern auch ökonomisch sinnvoll ist. Bei einer jahresspezifischen Betrachtung wird das Maximum der Mehrkosten aber bereits im Jahr 2015 mit einer Summe von rund 17 Mrd. Euro erreicht.

Abbildung 14
Entwicklung der Differenzkosten der erneuerbaren Stromerzeugung in Deutschland von 2010 bis 2050.

Quelle: ZSW



3 Die nachhaltig ergänzte Naturlandschaft

**Eine Landschaft
gilt seitdem nur
noch als
nachhaltig, wenn
sie wie in den
nachfolgenden
Bildern gezeigt
aussieht. Damit**

diese

**„Nachhaltigkeits-
Nachrüstung für
naturbelassene
Landschaften“**

**möglich ist, wurden
von verschiedenen
NGOs (von denen
einige solche
Bebauungen weiter
unterstützen) mit
viel**

**Bürgerbeteiligung
über Jahrzehnte
Wald und Wiesen
sorgfältig
geschützt.
Hoffentlich finden
nachfolgende
Generationen auch
Gefallen an solchen
Landschaften, sonst
entstehen einmal
enorme Kosten für**

**Re-
Naturierungsmaßnahmen.
Denn um die
Ökostrom-
Ausbauziele zu
erreichen, muss
massiv weiter
zugebaut werden.**

**Eine Abschätzung
zeigt, wie viele
Windräder in
Deutschland**

benötigt werden:

**Ahlborn 2013[15].
Zur Erzeugung von
25 Prozent des
Strombedarfs sind
66.667 moderne
Windräder
erforderlich. Bei
einer Anordnung in
Windparks verteilen
sich diese auf die
gesamte Fläche von**

***Deutschland ... im
Abstand von
durchschnittlich
7,3km.***



**Bild 2.3
Windparklandschaft
Dahl-Paderborn**



Bild 2.4

Windkraftpark

Nissenhörn

Schleswig-Holstein



Bild 2.5 lt. Leser

Heinzow: Dithmarschen mit der Meldorfer Bucht.

Es gibt Uneinsichtige: In Oberbayern findet praktisch keine solche Nachhaltigkeitsverschönerung statt. Fast könnte man annehmen, die

**Bevölkerung wäre
dagegen. Vielleicht
fehlt aber nur das
Geld dazu, oder es
streicht einfach
kein Wind über die
vielen Bergrücken.
Diese Gegend läuft
damit Gefahr, dass
sie in Zukunft
wegen diesem Mangel
keiner mehr ansehen**

will.

4 Die Auswirkungen des

EEG

4.1

EEG -

Vergüt

ungssä

tze

Die

Historie

**und der
aktuelle
Stand mit
Zukunfts
daten sind
vollständig**

**ig bei
WIKIPEDIA
Erneuerba
re-
Energien-
Gesetz [25**

]

hinterle

gt. Anbei

deshalb

nur eine

kurze

Übersicht

-

Zuerst

einmal

die nicht

**allen
bekannte
Tatsache,
dass ein
Ökostrom-
Lieferant**

**auch den
Strom
vergütet
bekommt,
den er
liefern**

könnte,

aus

irgend

einem

Grund (in

der Regel

**Netzüberl
ast) aber
nicht
liefern
darf.
Dazu**

**kommt die
Vorrangei
nspeisung
für
Ökostrom.
Ein**

**Netzbetreiber
muss
zuerst
allen
verfügbar
en**

**Ökostrom
abnehmen
und darf
nur eine
dann noch
bestehend**

e

Differenz

zum

wahren

Bedarf

aus

konventio

nelen

Kraftwerk

en

beziehen .

WIKIPEDIA

Erneuerba

re-

Energien-

Gesetz [25

]

Kann

Strom

produzier

t aber

nicht

eingespei

st

werden,

etwa weil

der

Netzbetre

über den

***Anlagenbe
treiber***

aufgrund

mangelnde

r

Netzkapaz

ität

oder

Netzüberl

astung

ferngeste

uert

***herunterf
ährt,
steht dem
Anlagenbe
treiber
seit dem***

EEG 2009

eine

Entschädi

gung zu,

die sich

gewöhnlich

***h an der
sonst zu
zahlenden
EEG-
Vergütung
orientier***

t.

Die

Einspeis

e-

**Vergütun
gssätze**

Solche

sind in

ellenlang

en

Tabellen

und

Reduzieru

ngsangabe

n

geleistet.

Anbei

deshalb

nur eine

ungefähre

**Angabe,
was ein
aktuell
neu
einspeise
nder Öko-**

**Energie
lieferant
für
Direktein
speisung
ungefähr**

bekommt .

Alle

Angaben

sind

WIKIPEDIA

Erneuerba

**re -
Energien -
Gesetz [25
]
entnommen
.**

Windkr

aft

onshor

e

Anfangsve

rgütung:

8,9 ct /

kWh

**(mindert
sich dann
jährlich
bis zur**

**Grundverg
ütung)**

**Grundverg
ütung:
4,95 ct /**

kWh

Windkr

aft

offsho

re

**In den
ersten
zwölf
Jahren**

beträgt

die

Anfangsve

rgütung

für Strom

aus

**Offshore-
Windkraft
anlagen**

13 Cent/k

**Wh. Nach
dem**

**Zeitraum
der
Anfangsve
rgütung
(12
respektiv**

e
8 Jahre),
werden
pro kWh
3,5 Cent/
kWh

vergütet.

Photov

oltaik

Die

Vergütung

ssätze

für

Photovoltaik

aik

betrogen

schon

einmal

48,1 ...45,

7 ct/kWh.

Zum Glück

für den

Geldbeutel

1 des

Stromkund

en wurden

diese

Sätze

deutlich

reduziert

■

**Vergütung
grundsätze
für neu**

angescha

ltete

solaranl

agen

Hinweis .

Dazu

kommt

eine

monatlich

e

Degressio

n 0,25%

bei

späterer

**Zuschaltu
ng
(Minderun
g der für
20 Jahre
garantier**

ten

Vergütung

für

Neuanlagen

n). Die

Zahlen

**bedeuten
wieder
ct/kWh.**

Feste Einspeisevergütung			
Dachanlagen			Nichtwohngebäude im Außenbereich und Freiflächen bis 500 kW_p
bis 10 kW_p	bis 40 kW_p	bis 500 kW_p	
12,75	12,40	11,09	8,83

**Tabelle
der
aktuellen
Vergütung
für neu
einspeise**

nde

Solaranla

gen

4.2

Gesamt

vergüt

ungen

Spalten:

**Spalte 2:
Einspeise
mengen
von EEG-
Strom (in
GWh)**

**Spalte 3:
Einspeise
mengen -
Verteilun
g von
EEG - Strom**

**(% –
Anteile)**

**Spalte 4:
Vergütung
szahlung**

**n an
Betreiber
mit EEG-
Umlage in
2011 (in
Mio. €)**

**Spalte 5:
Vergütung
szahlunge
n -
Verteilun
g an**

**Betreiber
mit EEG-
Umlage in
2011 (%
-
Anteile)**

**Spalte 6:
Mittlere
Vergütung
ssätze im
Jahr 2015
(ct/kWh) .**

**Unterste
Zeile (13
ct/kWh)
ist der
Mittelwer
t.**

**Spalte 7:
Für 2017
prognostizierte
EEG-
Stromeins**

preisung

(in

GWh/a) .

Anm. :

Verdopplu

ng zu

2011

Spalte: 2 3 4 5 6 7 8

Energiequelle	2011 GWh	Verteilung 2011 (%)	2011 Mio. €	Verteilung 2011 (%)	n/AWA 2015	GWh/a 2017
Wasser	4.843	4,7	231	1,4	3,5	7.299
Gas	1.815	1,8	36	0,2	1,6	1.581
Biomasse	27.977	27,2	4.476	26,7	13,0	44.081
Geothermie	19	0,0	4	0,0	23,9	245
Wind onshore	48.315	47,0	4.165	24,8	6,7	68.392
Wind offshore	568	0,7	85	0,5	14,6	28.490
Solar ⁽²⁾	19.340	18,8	7.766	46,3	22,1	52.873
Summe	102.877	100	16.763	100	13,0	202.951

← Mittlere EEG-Einspeisevergütung in 2015

Tabelle Elektroen

ergie-

Einspeise

kosten

konventio

nelles

Kraftwerk

e bis ca.

2008,

Quelle

WIKIPEDIA

■

Fazit

**In 2015
vergütet
man für
Ökostrom**

**einen
mittleren
Netto-
Einspeise
preis von
13 ct /**

**kWh . Dazu
kommen
noch
Kosten
für den
Umbau /**

**Erweiteru
ng der
Strom-
Infrastru
ktur und
die**

Speicher.

Dem

gegenüber

kostete

der Bezug

aus

konventio

nelen

Kraftwerk

en mit

maximal

4,5 ct /

kWh

früher

erheblich

weniger.

Tabelle

Elektroen

ergie-

Einspeise

kosten

konventio

neler

Kraftwerk

e bis ca.

2008,

Quelle

WIKIPEDIA



Energieträger	Studie 2008 ^[6]
Kernenergie	2,7-4,4 ^[11]
Braunkohle	2,4-3,4 ^[11]
Steinkohle	3,0-3,8 ^[11]
Erdgas (GuD)	4,1-4,4 ^[11]

Ein

**lokaler
Energieve
rsorger,
der damit
wirbt,
fast nur**

noch

Ökostrom

zu

beziehen,

informier

t damit

**lediglich
, dass er
den Strom
für den 3
– 4fachen
Preis**

**(gegenüber
dem aus
konventionellen
Kraftwerken)**

**einkauft
mit der
Begründun
g, er
würde
damit**

**vorsorgli
ch die
Welt vor
irgend
etwas
retten.**

**Dabei
zwingt
ihn das
EEG nicht
dazu .**

**Mit den
sinkenden
EEG-
Vergütung
ssätzen
lohnt**

**sich die
Direkt-
Einspeisu
ng in
vielen
Fällen**

schon

heute

nicht

mehr,

sondern

nur noch

der

Eigenverb

rauch.

Als

Konsequen

z müssen

**die
Versorger
für diese
„Eigenver
braucher“
die**

**Infrastru
ktur**

vorhalten

, denn

praktisch

keiner

**kappt
wirklich
auch
seinen
Hausansch
luss, um**

nicht

auch

weiterhin

noch

Strom

auch vom

**Versorger
beziehen**

zu

können.

Für diese

Bevorratu

ng

bekommen

sie aber

nichts

(Anm. :

Die EEG-

Reform

2014

änderte

dies, so

dass in

Zukunft

auch

Eigenverb

rauch mit

einer

EEG -

Umlage

**versehen
ist. Die
Umsetzung
ist aber
aktuell
noch**

ausgesetzt

t).

Bezahlen

müssen

das die

Restkunde

n.

Das

trifft

nicht nur

private

**Anlagen,
sondern
auch die
regionale
r
Versorger**

**. Einige
haben
ihre
hohen
Rücklagen
(welche**

**eigentlich
den
Kunden
gehören,
in der
Regel**

**aber den
Städten
für
Quersubve
ntionieru
ngen**

**überwiesene
n wurden)
massiv in
Ökoenergie
e
investier**

**t und
schreiben
nun
Verluste.
Eine
Listung**

**ist in
einem
Artikel
auf EIKE
2015 [27]
„Münchner**

**Stadtwerk
e mal
wieder –
Burn,
burn,
Bürgergeſ**

d“ ,

nachlesba

r.

Allderding

s, das

EEG ist

ja eine

Quelle

neuer

Innovatio

nen und

neuer

Geschäfts

felder

zur

Lösung

von

**Problemen
, die man
selber
schuf und
es
deshalb**

bisher

nicht

gab .

Mein

Versorger

wirbt

aktuell

in großen

Anzeigen

„WARUM ES

SICH

**LOHNT ,
SEINEN
EIGENEN
ÖKOSTROM
ZU
PRODUZIER**

EN. “

**„...wie die
Sonne
auch
Hauseigen**

***tümer
wieder
strahlen
lässt“***

„So

wichtig

die

Energíeen

de auch

ist,

Verbrauch

***er spüren
deren
Auswirkun
gen vor
allen auf
ihrer***

***Stromrech
nung. Da
ist es
nur
verständl
ich, dass***

sich

Privatleu

te

fragen,

wie sie

mit gutem

***Gewissen
ihren
Beitrag
leisten
und sich
dabei***

auch ein

Stück

weit

unabhängig

machen

können .

***Viele
führen
diese
Überlegun
gen auf
ihr Dach***

– um

Solarstro

m zu

gewinnen.

Doch

mehrfache

***Gesetzesä
nderungen
trugen
dazu bei,
dass die
Vergütung***

von
Solarstro
m
kontinuie
rlich
gesunken

ist.

Da hilft

nur

eines,

den Strom

***selbst zu
verbrauchen. Die
N-Energie
hat
deshalb***

***mit „N-
ENERGIE
SOLARSTRO
M“ ein
neues,
attraktiv***

es

Produkt

entwickel

t. ...

Ziel ist

es, für

Eigentüme

r

Optionen

zu

schaffen,

die sie

weitgehen

d von den

steigende

n

Energiepr

eisen

entkoppeln können.

'''

Solarspeicherakkus

***. Mit
diesen
praktisch
en
Stromrese
rvoirren***

***kann der
tagsüber
gewonnene
Strom
gespeiche
rt und***

nach

Sonnenunt

ergang

selbst

genutzt

werden .

**Das ist,
als wenn
mein
Einkaufsm
arkt
werben**

würde :

Lieber

Kunde ,

wir haben

unsere

**Obsttheke
vollkomme
n auf Bio
umgestell
t. Leider
wächst**

**aufgrund
der Bio-
Mangeldü-
ngung nur
noch die
Hälfte**

**und davon
ist noch
ein
erheblich
er Teil
wegen**

Schädling
sbefall
selbst an
Biofanati
ker nicht
verkaufba

**r. Es ist
für Sie
deshalb
sehr
teuer
geworden.**

**Wieder
konventionelles
Obst
anzubieten
n,**

verbietet

aber

unser

ökologischen

n.

**Wir haben
für Sie
als
Lösung
jedoch
ein**

attraktiv

es

Produktsp

ektrum

entwickel

t. Sie

können

von uns

Mini-

Obstgarte

neinheiten

n für

Wohnzimme

r und

Balkon

kaufen

oder

Leasen

**und sogar
von
unseren
Gärtnern
pflegen
lassen.**

**Damit
ziehen
sie ihr
eigenes
Obst,
werden**

von

unserem

teuren

immer

unabhängi

ger und

das , ohne

selbst

etwas tun

zu

müssen .

Wenn Sie

da für

Umbaumaßn

ahmen

benötigen

, helfen

wir

**selbstver
ständig
mit einem
Förderkre
dit. Für
die**

Jahreszeiten, in denen die Eigenernte nicht ausreicht

,
verleasen
wir Ihnen
zudem
einen
Eigenobst

-

Lagerplatz

z mit

Schutzgas

begasung

zur

Langen

Haltpbarke

it.

Sollte

dies

wider

Erwarten

nicht

funktioni

eren,

können

**Sie
selbstver
ständlich
auch das
Obst bei
uns**

weiter

kaufen.

Da dessen

Umsatz

zurückgeh

t, wird

**es es
allerding
s immer
teurer.**

Gut, auch sonst ist der Versorger kreativ, das Geld seiner Kunden vorsorglich zum Schutz vor dem Klimawandel auszugeben, siehe: N-Energie Das CO2-Minderungsprogramm 2015[28]

„Wie in

den

vergangen

en Jahren

stellt

die N-

ERGIE

auch 2015

Fördergel

der in

Höhe von

800.000

Euro zur Verfügung

·

Das

Programm

war in

den

vergangen

en Jahren

sehr

erfolgreich

ch:

Allein

2014

wurden

mehr als

3.500

Maßnahmen

umgesetzt

, die

dafür

sorgten,

dass ca.

6.000

Tonnen

weniger

Kohlendio

xid

***in die
Atmosphäre
e
gelangten
. Doch
jeder***

Beitrag

ist

wertvoll.

Er ist

Teil der

globalen

***Anstrengungen, die
Folgen
der
Erderwärmung in***

den Griff

zu

bekommen .

“

Wie

wertvoll

dieser

Beitrag

ist, kann

man

leicht

**ausrechnen.
Ich
verwende
die Daten
aus dem
Blogbeitrag**

**ag „CO2-
Rechenstu
nde“ :**

**1.000.000
t CO2**

**„verursachen“ nach
IPCC-
Forcing
eine
Temperatu**

**erhöhung
von 0,001
° C**

**Die für
800.000**

EUR

eingespar

ten 6.000

t CO2

retten

die Welt

somit

jährlich

vor

0,000006

° C.

Hoffentli

ch

bemerkt

sie diese

gute Tat

auf

Kosten

der

eigenen

Kunden.

Man kann

über den

Unterschi

ed

zwischen

Wert- und

Sinnvoll

also

streiten.

**Anbei zu
diesem
Thema**

ein

Auszug

aus : FAZ

Lomborg [29]

Makroökonomische Modelle

weisen

zudem

darauf

hin, dass

der

wirtschaft

tlliche

Verlust

durch

Erneuerba

re

wesentlich

h größer

sein

könnte

als

einfach

nur deren

***Mehrkosten
n, da
erhöhte
Produktionskosten
alle***

***anderen
Branchen
schwächen
und das
Wachstum
drosseln.***

***Der
Durchschnitt
aller
großen
Modelle
deutet***

***darauf
hin, dass
die
derzeitig
e
Klimapoli***

tik

Deutschla

nd bis

2020

jährlich

43

***Milliarden
Euro
kostet.***

***Für all
diese***

Milliarde

n

erreicht

Deutschla

nd sehr

wenig

***Nutzen
für das
Klima.***

***Die
veranschlagten 100***

***Milliarde
n Euro***

für

Solaranlagen

gen

sollen in

den

kommenden

20 Jahren

die CO₂-

Emissionen

n

jährlich

um

schätzung

sweise

12,8

Megatonne

n (Mt)

senken.

Wird

diese

Rechnung

in einem

Standard- Klimamode

LL

durchgeföhrt,

ist

das

Ergebnis

eine

verschwin

dend

geringe

Temperatu

r senkung

von

weniger

als

0,0001

Grad

***Celsius
bis zum
Jahr
2100.***

Anders

gesagt:

Die 100

Milliarde

n Euro,

die

Deutschla

***nd in
Subventio
nen für
Solaranla
gen
steckt,***

werden

die

Erderwärm

ung bis

zum Ende

des

Jahrhunde

erts um 37

Stunden

verzögern

.

***Sämtliche
Anstrengungen, die
Deutschland zur
Förderung***

*der
erneuerba
ren
Energien
unternimm
t, werden*

geschätzt

zu einer

Senkung

der

Emissionen

um

jährlich

148

Megatonnen führen.

Im

Standard-

Klimamode

LL führt

die

gesamte

Förderung

der

***nächsten
20 Jahre
zu einer
Reduktion
um gerade
einmal***

0,001

Grad

Celsius

bis zum

Ende des

Jahrhunde

rechts oder

einer

Hinauszög

erung des

Temperatu

ranstiegs

***bis zum
Jahr 2100
um
weniger
als 18
Tage. Es***

sollte

kaum

verwunder

n, dass

eine

derart

*teure
Klimapoliti
tik, die
so wenig
Auswirkun
g auf das*

Klima

hat, für

die

restliche

Welt kaum

nachvollz

iehbar

ist.

5

Die

Wend

e

flie

gt

den

Wend

ern

um

die

Oh re

n

waru

m

Spei

cher

i m m e

r

d r i n

glic

her

erfo

rd er

lich

we rd

en ,

wurd

e

auch

auf

EIKE

oft

ber*i*

chte

t

und

beim

BmBF

[19]

kann

man

es

auch

amt 1

ich

nach

Leese

n.

Desh

alb

anbe

i

nur

eine

über

sich

t.

In

den

folg

ende

n

zwei

Build

ern

ist

aufg

ezei

gt,

wie

die

Situ

atio

n

aus

ieht

. Im

erst

en

Bild

der

inst

alli

erte

n

und

zukü

nfti

gen

ököl

eist

ung

sieh

t

man

zude

m

deut

lich

,

wie

das

**Ener
gies
yste**

m i n

e i n e

h o f f

nung

stos

e

Über

prod

ukti

on

„gef

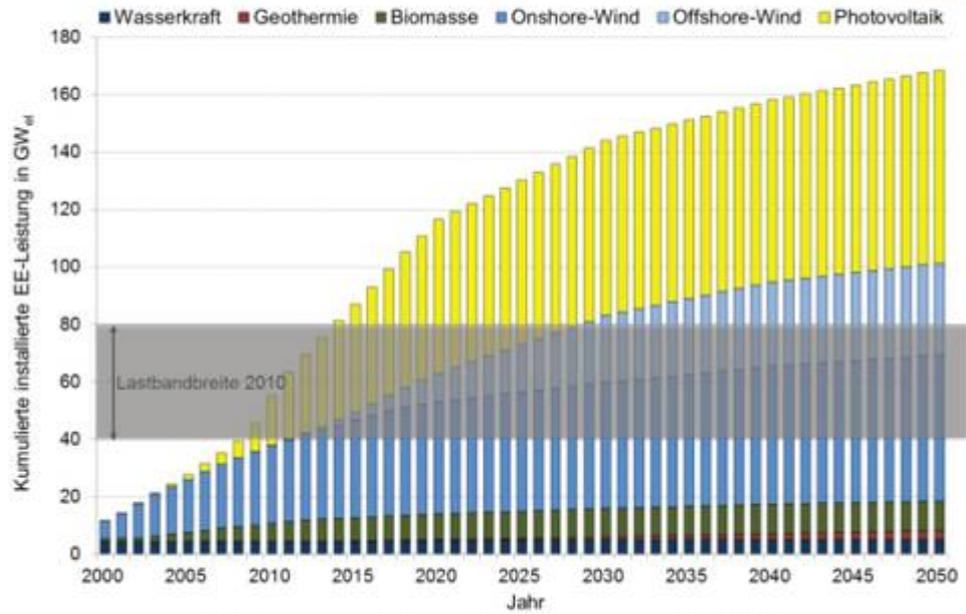
ahre

n“

wiird

■

Installierte EE-Leistung übersteigt bald Lastbänder System rotierender Massen → Inverterbasiertes System



Ausbau erneuerbarer Stromerzeugung bis 2050

Quelle: Trost, 2013 nach BMU Langfristszenarien A, 2012

Prof. Dr. Sternec, HS-R, S. 6

Build

4.1

Aus

FENE

S,

OTH

2013

[5]

VDE-Studie Energiespeicher



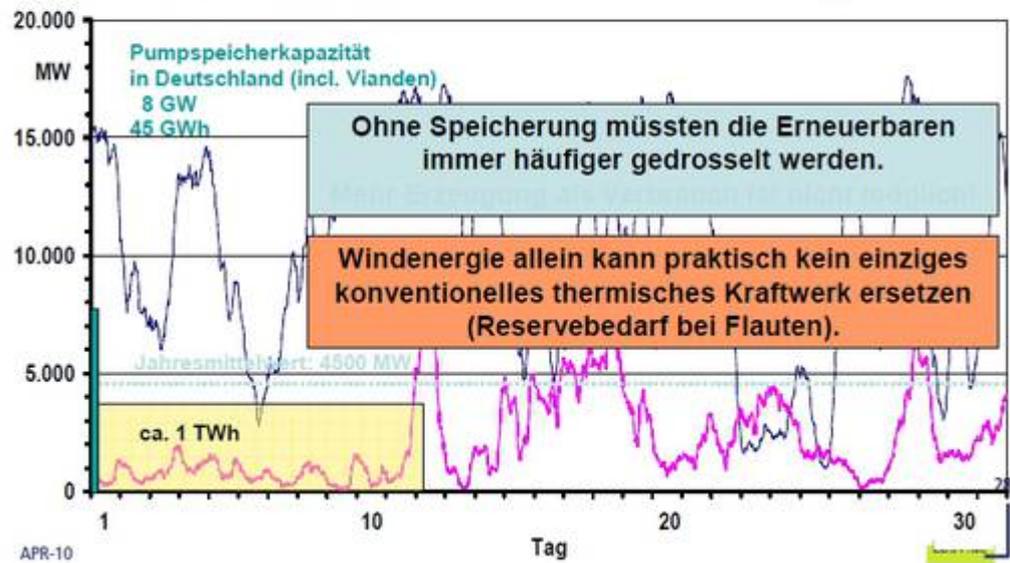
Ludwig Bölkow
Systemtechnik

Windkraft in Deutschland 2007

2007: $E_{\text{wind}} = 39.713 \text{ GWh}$
ca. 1850 Volllaststunden

— Jan 07 — Okt 07

12/06: $P_{\text{inst}} = 20.622 \text{ MW}$
12/07: $P_{\text{inst}} = 22.247 \text{ MW}$



Build

4.2

Aus

Böök

ow -

stud

ie

2010

[4]

Eine

Dars

tell

ung

aus

s cie

nce -

skep

**ti -
ca**

1

2014

[26]

zeig

t

den

Unte

rsch

ied

zweis

chen

inst

all'i

erte

r.

und

**ei-
ning**

espe

i s t e

r

ö k o e

nerg

ie.

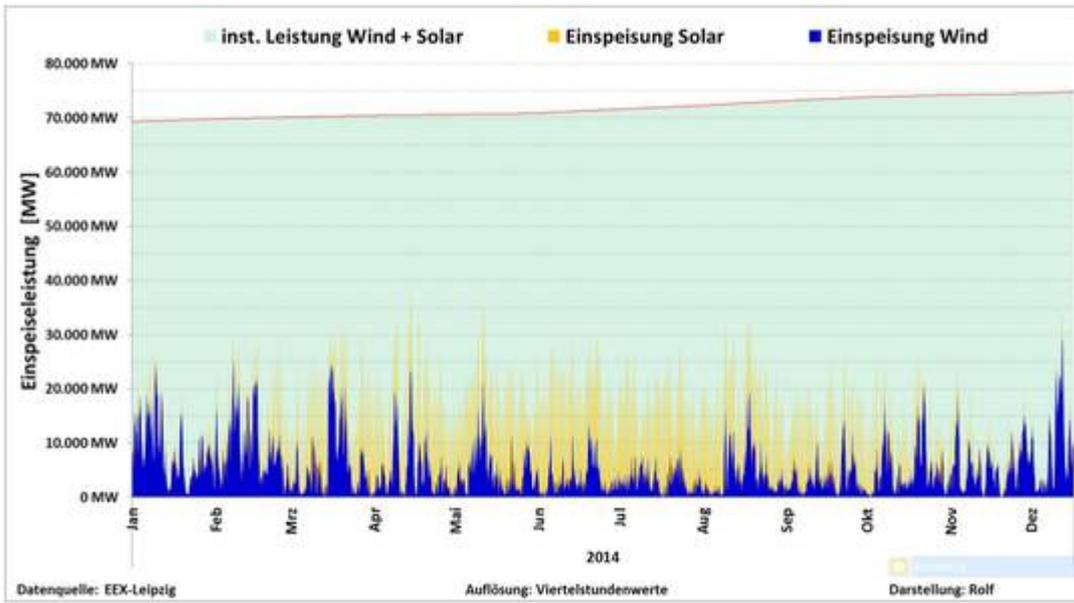
Leis

tung



Build

4.4



Die Leitungen und sonstige Infrastruktur muss für die installierte

Leistung bemessen werden (sie könnte ja einmal kommen]. Geliefert wird aber nur der „mickrige“ Zappelstrom. Für den Ökostrom müssen also bildlich gesprochen mehrspurige Autobahnen für selten durchgeführte Urlaubsfahrten gebaut werden, obwohl ein Feldweg für die gesamte, sonstige Verkehrsbelastung ausreichen würde.

Auf

Aggor

a

Ener

giew

ende

[17]

kann

man

sich

Eiñs

peis

eggan

**g
l
i
n**

**i
e
n**

**d
e
r**

vers

chie

dene

n

Erze

uger

arte

n

für

unte

rsch

iedl

ische

zeit

räum

e

ankl

icke

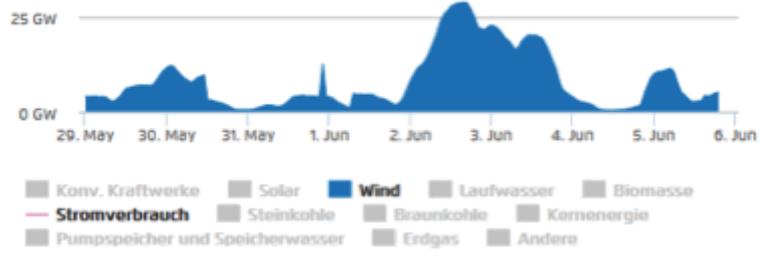
n

und

dann

anse

hen .



Bild

4.5

wind

kraft

t -

Eiñs

peis

e-

vert

auf

i n n e

r h a t

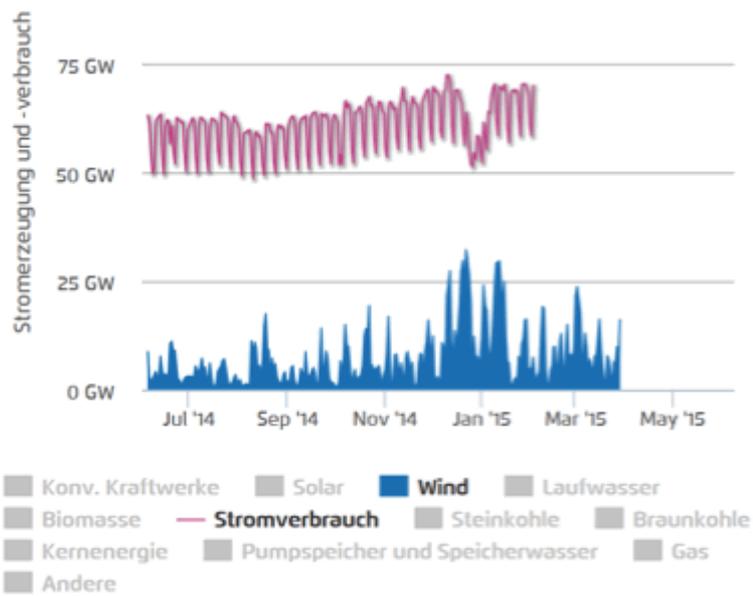
b

eine

r

woch

e



Build

4.6

Stro

mver

brau

ch

und

wind

kraft

t -

Eiñs

peis

e-

vert

auf

i n n e

r h a t

b

eine

s

Jahr

esze

itra

ums .

In

der

aus

aggek

räaft

iger

en

Häuf

igke

itsd

arst

elwu

ng

sah

das

für

SOLA

r

und

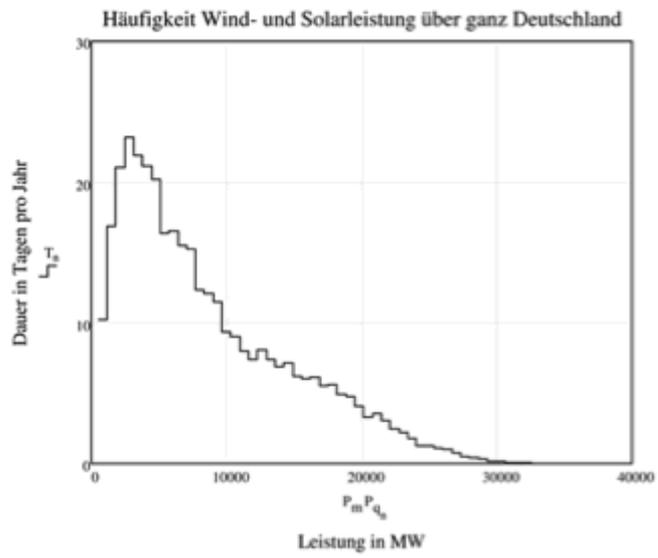
wind

(für

2012

) so

aus :



Bil

d

4.7,

Quiet

Le

Ah ɹb

orn [

16]

Ein

spe

ise

qua

Unit

ät

Mit

dies

er

Eiñs

peiis

e.

FLUK

tuat

ion

Läss

t

sich

n i c h

t i m

A n s a

tz

eine

stab

ile

stro

mver

so rg

un g

be re

its t

elle

n.

Um

es

trot

zudem

zu

erre

iche

n,

ist

es

unab

dīng

bar,

den

„Zap

peLS

trom

“

der

Erne

werb

aren

über

vers

chie

dene

zeit

räum

e zu

spei

cher

n. ■

Anm. ■

■
■

Für

eine

umfa

ngre

iche

re

Bes c

hrei

bung

dazu

sieh

e

s c i e

n c e -

skep

tica

1

2014

[26]

■

Dies

es

Prob

tem

der

exze

ssiv

en

spei

cher

ung

von

Elek

troe

nerg

ie

gab

es

vor

der

Ener

giew

ende

prak

tisc

h

nich

t.

Es

ist

erst

durch

h

die

Ener

gieu

ende

ents

tand

en _

wesh

alb

es

aktu

ell

kein

e

Stro

mspe

iche

r im

erfo

rdere

lich

en

Maß

tab

gibt

.

Und

das

Prob

lem

wird

von

zwei

seit

en

her

immer

r

größ

er :

■

Mit

dem

Ausb

au

der

rege

nera

tive

n

Ener

gieren

—

Dies

e

erze

ugen

**·
imme**

r

mehr

EinS

peis

espi

tzen



Mit

dem

Ab s c

h a l t

en

konv

enti

onet

ler

Kraf

twer

ke _

Dere

n

b i s h

e r i g

e

Grun

dLas

tein

spei

sung

en

mü s s

en

durc

h

Zwîs

chen

spei

cher

ung

gene

rier

t

we rd

en

Wei

ter

geh

七

es

dan

n

i m

Tei

1

2

6

Qu

erl

le

n

fü

r

Te

1

2

1



3

I

1

1

Ni

ed

er

sa

ch

see

n

-

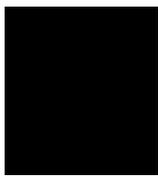
S t

wod

ie

20

14



In

no

wa

ti

on

S

Z

en

tr

um

Ni

ed

er

sa

ch

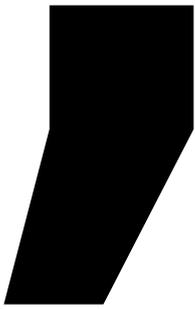
see

n

Gm

в

н

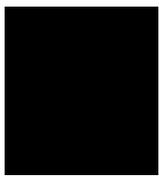


Ju

ri

20

14



S t

wod

ie

79

83

PO

1

/

F

I

СН

T

—

12

9

1

94

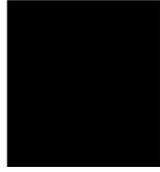
63



v

1

9



“

E

rs

te

U

U

un

g

ei

ne

S

En

t w

ic

kl

un

gs

ko

nz

er

te

S

En

er

gi

es

pe

ic

he

r

in

Ni

ed

er

sa

ch

see

n

“

LB



S

te

U

U

un

gn

ah

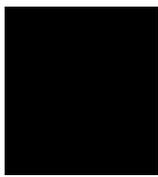
me

BU

ND

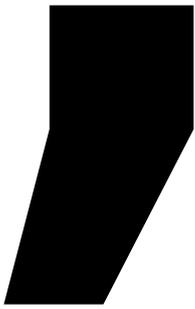
20

10

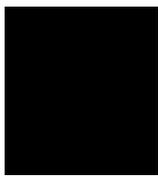


BU

ND



27



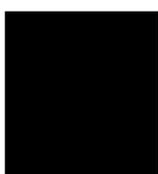
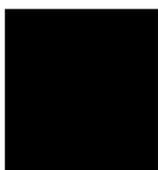
Au

gu

st

20

10



”S

te

U

U

un

gn

ah

me

zu

r

F r

ag

e

de

r

S t

ro

ms

pe

ic

he

ru

ng

im

Ra

h m

en

de

r

Ne

t

z

in

te

gr

at

io

n

wo

n

S t

ro

m

au

S

er

ne

we

rb

ar

en

En

er

gi

en



[

4



Bö

uk

Ow



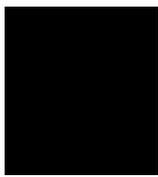
S t

wod

ie

20

10



Lu

dw

ig

B

—

örl

ko

Ww



Sy

st

em

te

ch

ni

k

Gm

в

н

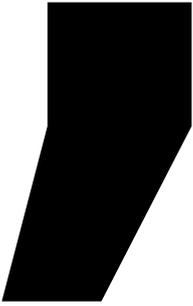
1

2

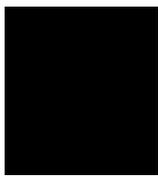
BSS

T

]



22



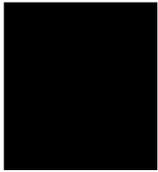
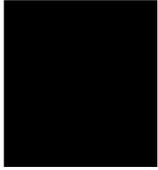
Ap

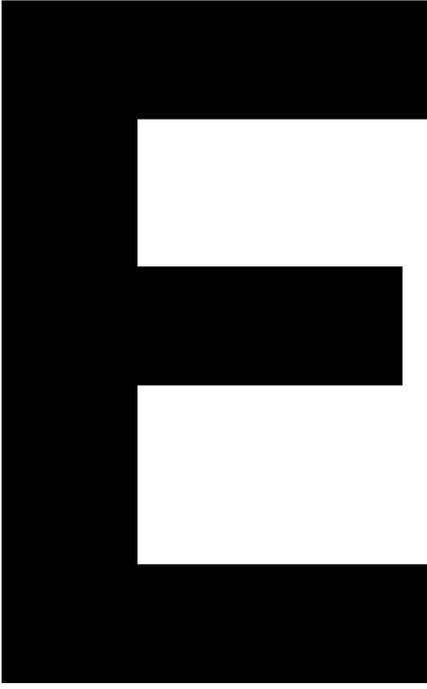
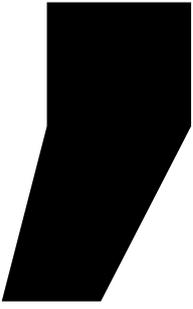
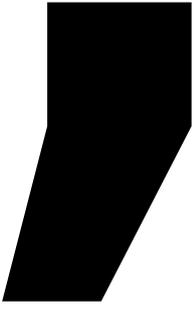
ri

U

20

10





ne

rg

ie

sp

ei

ch

er

in

S t

ro

mv

er

so

rg

un

gs

Sy

st

em

en

mi

七

ho

he

m

An

te

1

2

Er

ne

we

rb

ar

er

En

er

gi

en



15



F

E

NE

S

,

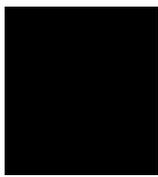
O

T

H

20

13



Re

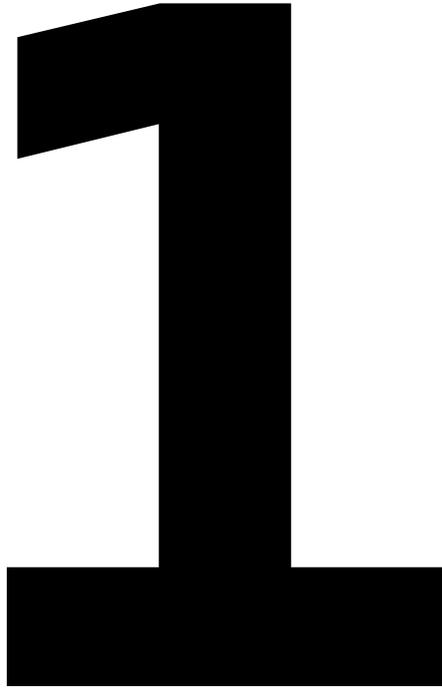
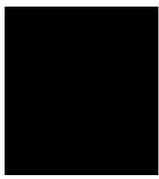
ge

ns

bu

rg

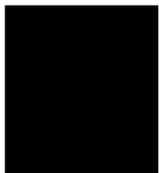
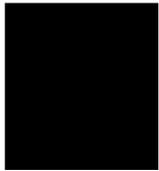
05



1.

1.

13



“

E

ne

rg

ie

sp

e i

ch

er

fü

r

di

e

En

er

gi

e w

en

de

z

u

sa

t

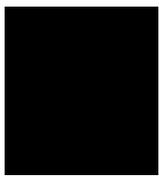
z

ko

st

en

vs



z

u

sa

t

z

nu

t

z

en

?

Ri

ng

wo

rt

es

un

g

K

r

a f

ta

kt

En

er

gi

e w

en

de

I

I

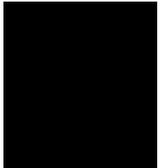


16



BEE

e



V



A



Ha

we

r

.

Bu

nd

es

we

rb

an

d

En

er

gi

es

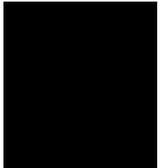
pe

ic

he

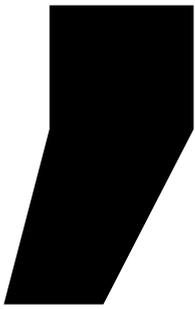
r

e



V

.



An

dr

ea

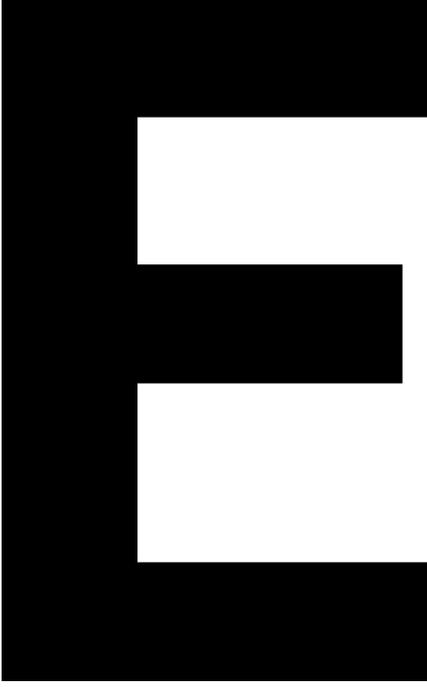
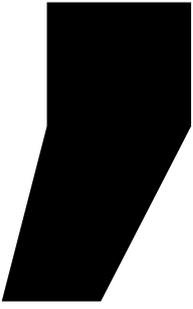
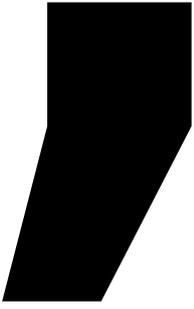
S

Ha

we

r





ne

rg

ie

sp

e i

ch

er

Te

ch

no

lo

gi

en

un

d

An

w e

nd

un

ge

n

“

[

7



WC

I

Z

zw

i's

ch

en

be

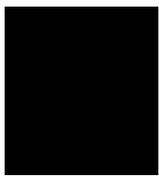
ri

ch

七

20

13



Ei

n

Z

zw

i's

ch

en

be

ri

ch

七

de

S

ve

rb

an

ds

de

r

Ch

em

i's

ch

en

In

du

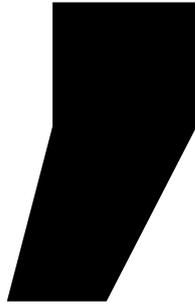
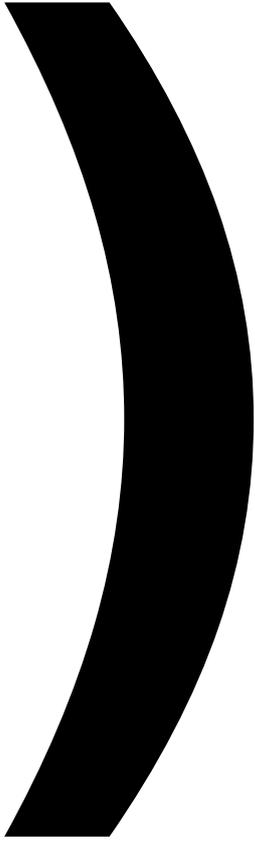
st

ri

e

UW

CT



8



Ok

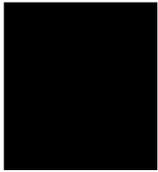
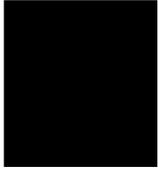
to

be

r

20

13





z

u

ku

n

f

七

de

r

En

er

g

i

es

pe

ic

he

r “ ”

1

8

1

F

.

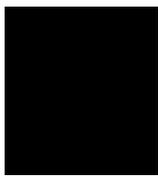
En

dr

es

20

15



TU

cl

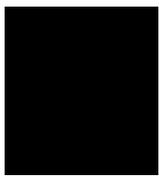
au

st

ha

U

13



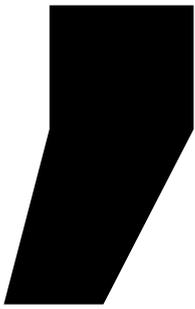
O

4



20

15



In

te

rw

ie

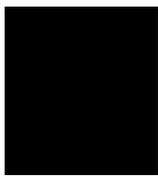
w

mi

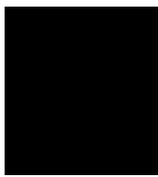
七

Pr

of



Dr



re

r

.

na

七

。

F r

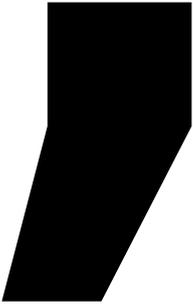
an

k

En

dr

es



In

st

立

止

ut

fü

r

EL

ek

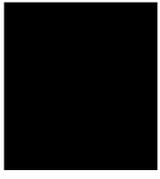
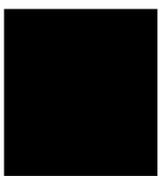
tr

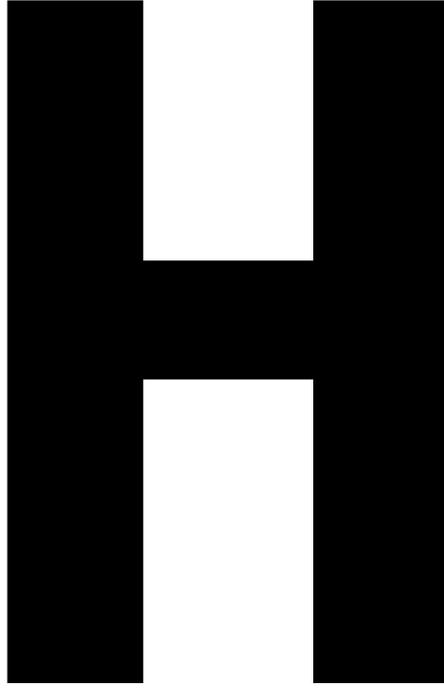
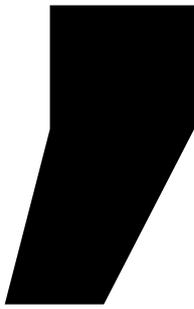
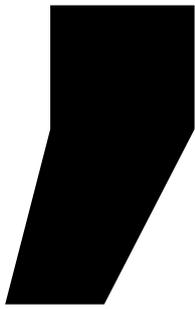
OC

he

mi

e





in

te

rg

rü

nd

e

zu

r

En

er

gi

e w

en

de

Ba

七

七

er

ie

n

oh

ne

Po

w e

r

un

d

wi

nd

an

la

ge

n

mi

七

Ge

su

nd

he

立

止

sg

ef

ah

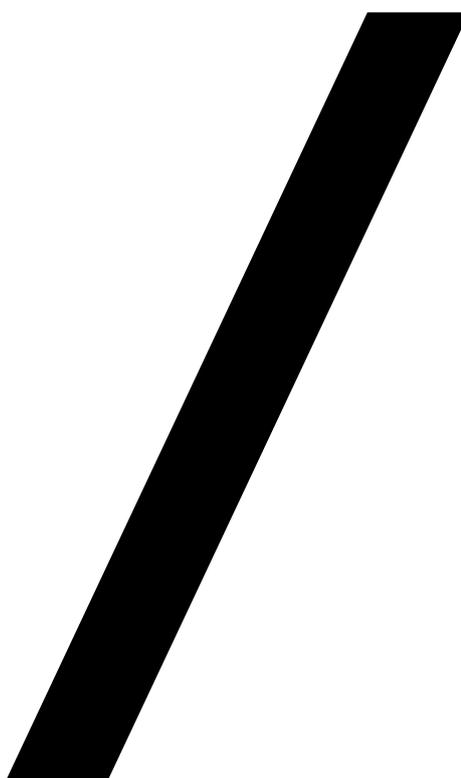
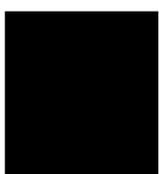
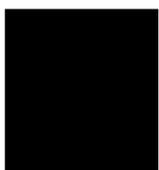
re

n

“

ht

tp



Ww

www

.d

eu

ts

ch

er

ar

be

立

止

ge

be

rw

er

ba

nd

.d

e/

ak

tu

erl

le

S

/

20

15

0

—

4

—

13

d

—

av

a



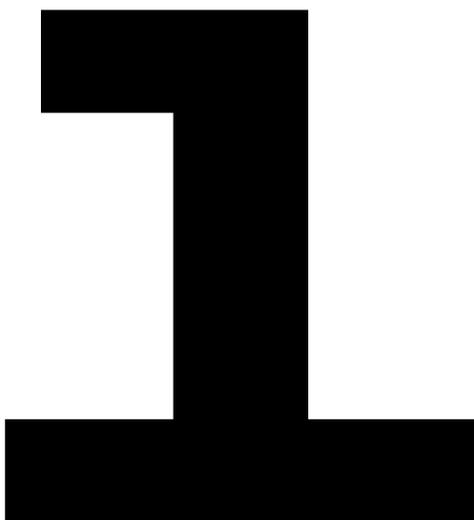
kt

we

U

U

es



nt

er

v

i

e w

e



ne

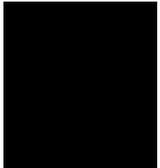
rg

ie

w e

nd

e



ht

mt

19



S c

hn

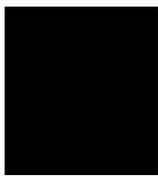
ur

be

in

20

12



wrl

ad

im

ir

wo

n

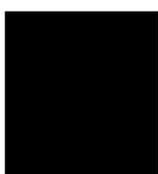
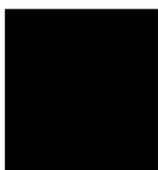
S c

hn n

ur

be

in



”D

ie

Sp

e i

ch

er

un

g

ub

er

sc

hü

SS

ig

en

E

E



S t

ro

ms

du

rc

h

Sy

nt

he

ti

sc

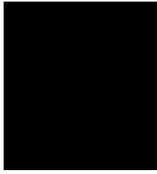
he

S

Me

t h

an



EN

ER

GI

EW

IR

TS

СН

A F

T

L

IC

HE

T

A

GE

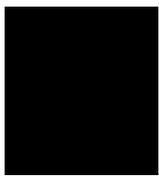
SF

RA

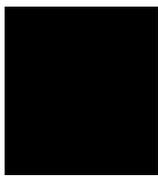
GE

N

62



Jg



(2

0

1

2

)

He

f t

9

1

1

0

1

En

er

gi

e

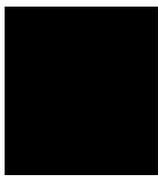
Gm

в

н

20

14



Le

ip

z

zi

ge

r

In

st

立

止

ut

fü

r

En

er

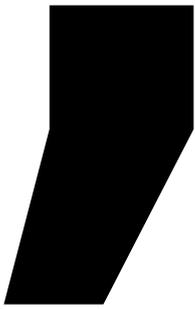
gi

e

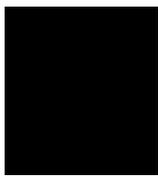
Gm

в

н



29



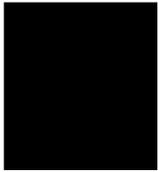
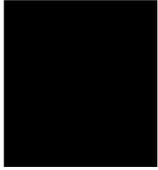
Ja

nu

ar

20

14



Ku

rz

eX

pe

rt

i's

e

rw

ir

ts

ch

a f

せじ

ic

hk

e i

七

Ba

七

七

er

ie

sp

e i

ch

er

Be

re

ch

nu

ng

de

r

Sp

e i

ch

er

ko

st

en

un

d

Da

rs

te

U

U

un

g

de

r

wi

rt

sc

ha

f t

ri

ch

ke

立

止

au

sg

e w

äh

U

U

er

Ba

七

七

er

ie



Sp

ei

ch

er

Sy

st

em

e

“

1

1

1

]

Fa

ch

au

SS

ch

us

S

er

ne

we

rb

ar

e

En

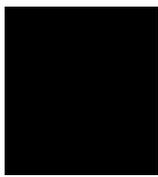
er

gi

en

20

10



Fa

ch

au

SS

ch

us

S

FO

rs

ch

un

gs

ve

rb

un

d

Er

ne

we

rb

ar

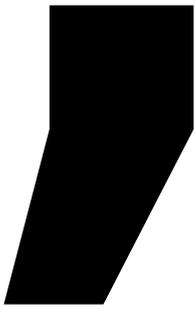
e

En

er

gi

en

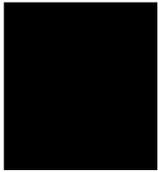
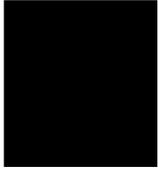


Ju

ni

20

10



UN

ac

h h

al

ti

ge

S

En

er

gi

es

***y*s**

te

m

20

50

E

in

e

v

i

Si

on

fü

r

ei

n

na

ch

ha

U

U

ig

es

En

er

gi

ek

on

ze

pt

au

f

Ba

Si

S

wo

n

En

er

gi

ee

f

f

i

z

ie

nz

un

d

10

0%

er

ne

we

rb

ar

en

En

er

g

i

en



I

1

4]

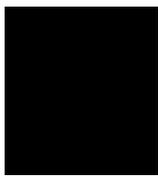
B M

UB

20

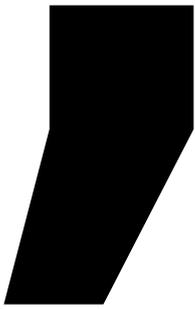
0

4

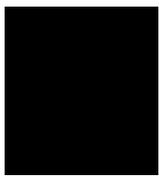


B M

UB

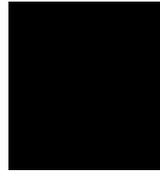


30



O

7



20

0

4

Mi

七

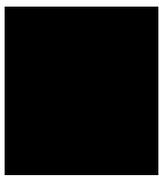
七

ei

rw

ng

Nr



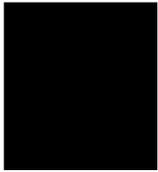
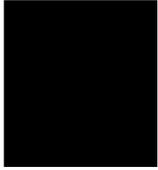
23

1

/

0

4



Er

ne

we

rb

ar

e

—

En

er

gi

en



Ge

see

t

z

tr

立

止

七

in

K

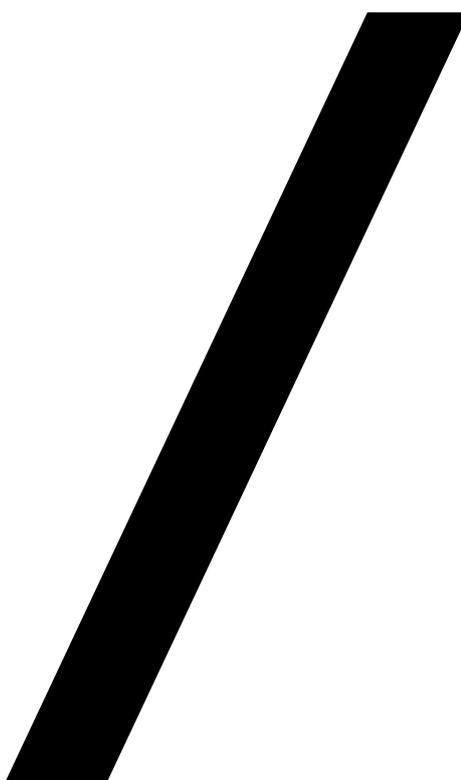
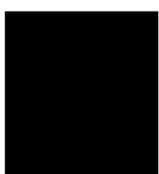
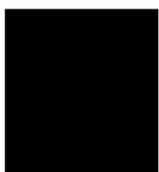
r

a f

七

ht

tp



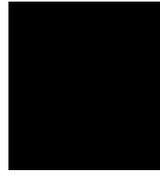
Ww

ww

.b

mu

b



bu

nd

od

e/

pr

es

see

/p

re

SS

em

立

止

te

1

2

un

ge

n

/

pm

/a

rt

ik

erl

/e

rn rn

eu

er

ba

re



en

er

g

i

en



ge

see

t

z



tr

立

止

七

一

in



kr

a f

t

/

I

1

51

Ah

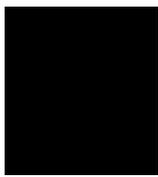
ub

or

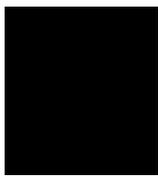
n

20

13



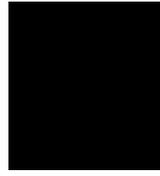
Dr





In

g



De

せじ

ef

Ah

ub

or

n

2.

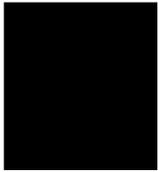
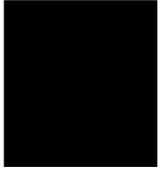


Ju

ri

20

13



rw

ie

v

i

erl

e

wi

nd

rä

de

r

br

au

ch

七

da

S

La

nd

?

“ ”

I

1

6

]

Ah

ub

or

n



Bl

og

ve

rn rn

un

f t

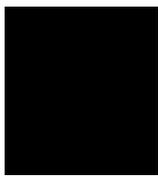
kr

a f

七

。

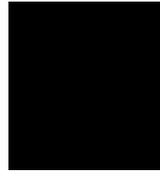
Dr





In

g



De

せじ

ef

Ah

ub

or

n

,

rw

in

dk

ra

f t



ve

rf

ü g

ba

rk

e i

七

“

1

1

7

]

Ag

or

a

En

er

gi

e w

en

de

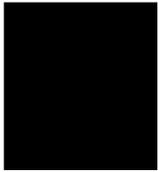
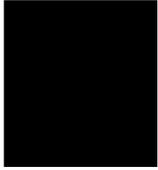
Ag

or

am

et

er



S t

ro

me

rz

eu

gu

ng

un

d

En

er

gi

ew

er

br

au

ch

ht

tp



Ww

www

■ a

go

ra



en

er

gi

ew

en

de

od

e/

see

rw

ilc

e/

ak

tu

erl

le



st

ro

md

at

en



te

x

a



go

ra

gr

ap

hs

a



go

ra

gr

ap

hs

5%

Bi

ni

世立

al

Gr

ap

h %

5D

EP

ow

er

Ge

ne

ra

世立

on

&t

X



ag

or

ag

ra

ph

S



ag

or

ag

ra

ph

S%

5B

CO

nt

ro

U

U

er

5%

D

=

Gr

ap

h

1

1

8

]

S c

ie

nc

ess

ce

pt

ic

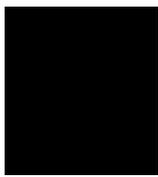
al

Bl

og

20

13



S c

ie

nc

ess

ce

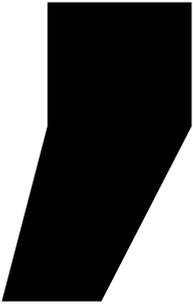
pt

ic

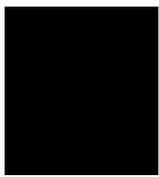
al

Bl

og



25

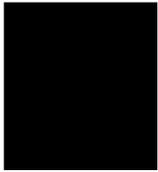
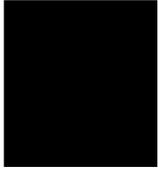


Mä

rz

20

13



F r

ed

F

.

Mu

erl

le

r

AA

uf

wi

nd

nu

r

fü

r

de

n

S t

ro

mp

re

i's



De

ut

sc

ht

an

ds

En

er

gi

e w

en

de

un

d

di

e

Re

al

立

止

ät



ht

tp



Ww

www

.S

ci

en

ce



SK

ep

世立

ca

U

.

de

/e

ne

rg

ile

er

ze

wg

un

g/

au

fw

in

d

—

nu

r

r

fu

r

r

de

n

—

st

ro

mp

re

is



de

wt

SC

ht

an

ds



en

er

gi

ew

en

de



un

d

—

di

e

—

re

al

立

止

at

10

09

57

3/

I

1

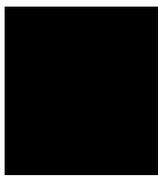
9

]

Bm

B

F



Bu

nd

es

mi

ni

st

er

iu

m

f ü

r

Bi

ud

un

g

un

d

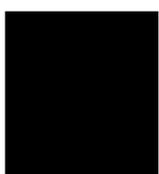
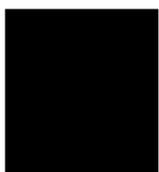
FO

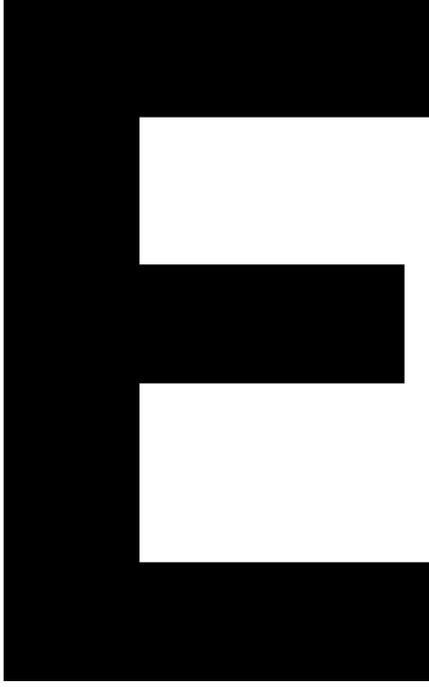
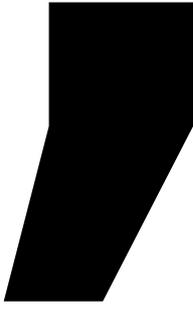
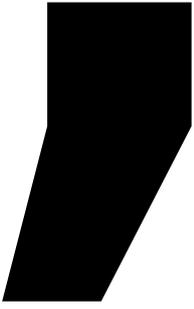
rs

ch

un

g





ne

rg

ie

te

ch

no

lo

gi

en

f ü

r

di

e

z

u

ku

n

f

七

、

N

et

ze

un

d

Sp

ei

ch

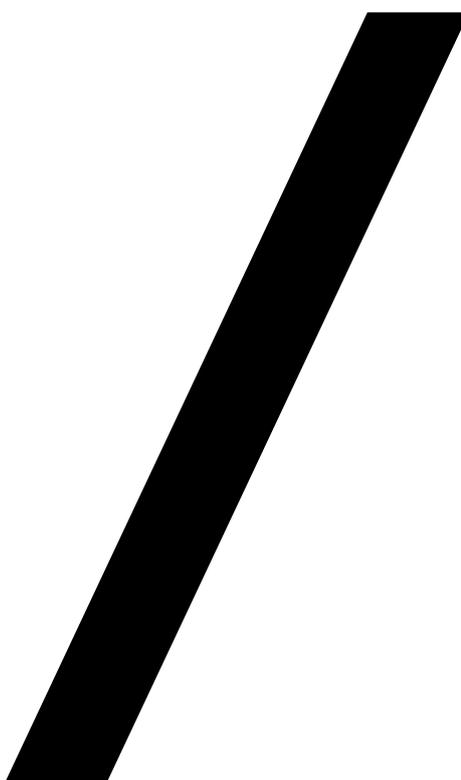
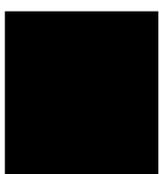
er

“

”

ht

tp



Ww

ww

.b

mb

f



de

/d

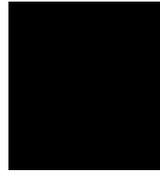
e

/

16

75

3



ph

p

12

O

]

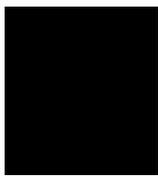
NA

BU

20

1

1



NA

BU

S c

ht

es

wi

g

—

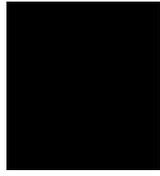
Ho

LS

te

in

5.



See

pt

em

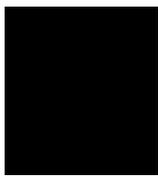
be

r

20

1

1



Ag

ra

rg

as

an

la

ge

n

un

d

Ma

i's

an

ba

u



Ei

ne

kr

立

止

i's

ch

e

Um

w e

U

U

bi

la

nz

12

1

]

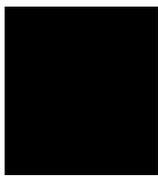
T

A

B

20

12



T

A

B

Ar

be

立

止

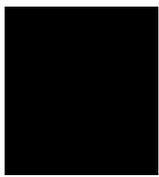
sb

er

ic

ht

Nr



14

7

,

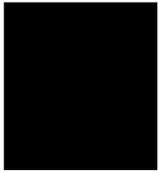
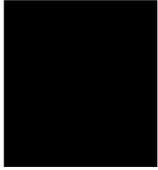
Ap

ri

U

20

12



“

E

nd

be

ri

ch

七

zu

m

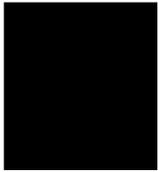
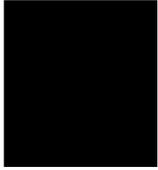
Mo

ni

to

ri

ng



Re

ge

ne

ra

ti

we

En

er

g

i

et

rä

ge

r

zu

r

Si

ch

er

un

g

de

r

Gr

un

dl

as

七

in

de

r

S t

ro

mv

er

so

rg

un

g

“

12

2

]

He

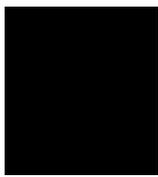
U

U

er

20

13



sc

ie

nc

e

—

SK

er

ti

ca

lm

Pe

te

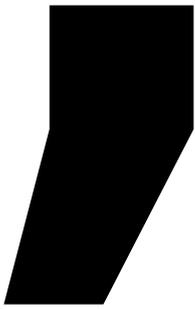
r

He

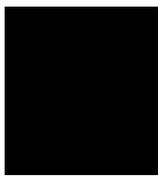
U

U

er



24



No

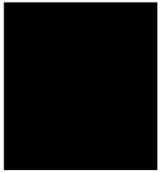
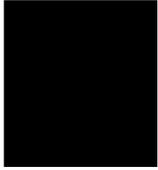
we

mb

er

20

13





ec

hn n

ik

fe

in

dl

ic

hk

ei

七

am

Be

i's

p

i

erl

EL

ek

tr

om

ob

1

2

立

止

ät

12

3

]

Pe

七

七

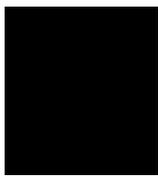
in

ge

r

20

13



Ho

ch

sc

hu

le

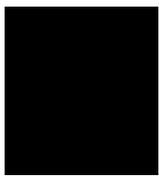
La

nd

sh

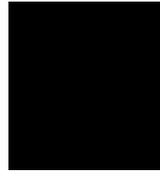
ut

12



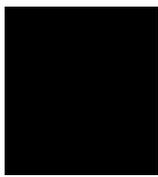
O

8



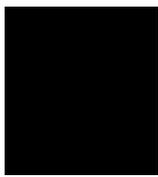
20

13

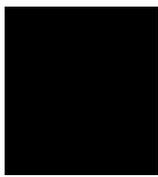


Pr

of



Dr



Ka

rt



He

in

Z

Pe

七

七

in

ge

r





Ba

七

七

er

ie

sp

ei

ch

er

un

g

fü

r

He

im

an

w e

nd

un

ge

n

“

12

4

]

Ha

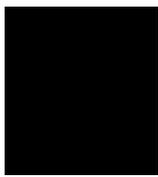
rt

ma

nn

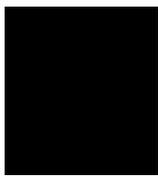
et

al



20

12



S t

ut

tg

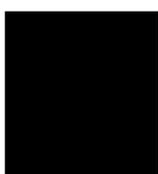
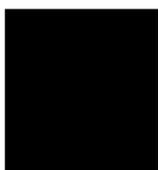
ar

七

、

20

12



”S

tr

om

sp

ei

ch

er

po

te

nz

ila

le

fü

r

De

ut

sc

ht

an

d““

12

51

WTI

K

I

PE

D

I

A



Er

ne

we

rb

ar

e

—

En

er

gi

en



Ge

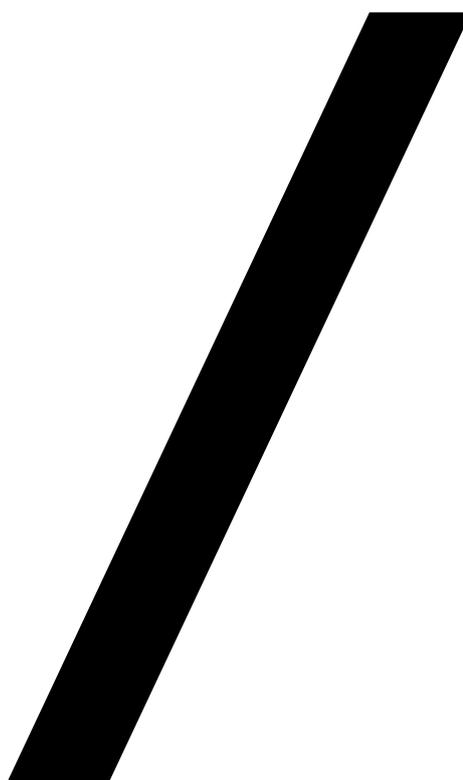
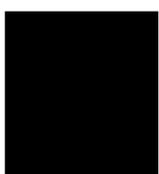
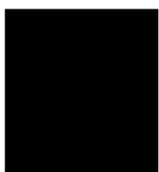
see

t

z

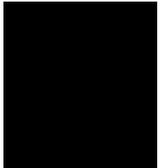
ht

tp



/d

e



wi

k i

pe

di

a.

or

g/

wi

k i

/E

rn rn

eu

er

ba

re



En

er

gi

en



Ge

see

t

z

12

6

]

sc

ie

nc

e

—

SK

er

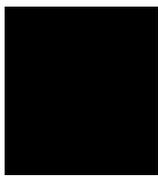
ti

ca

U

20

14



sc

ie

nc

e

—

SK

er

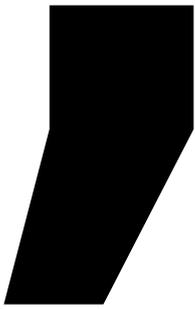
ti

ca

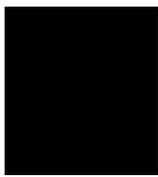
U

Bl

og



19



De

ze

mb

er

20

14

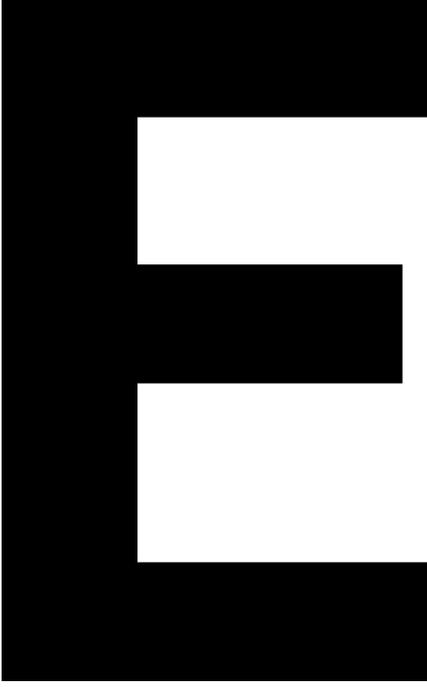
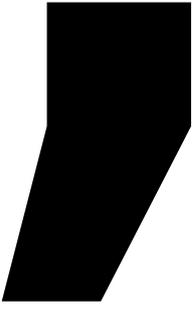
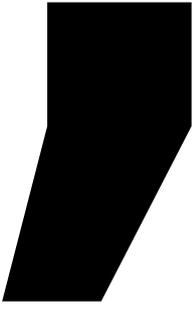
Ar

ti

ke

U





in

Fa

z

zi

七

zu

de

n

Er

ne

we

rb

ar

en

En

er

gi

en



P r

od

wk

ti

on

20

14

un

d

ei

n

Bl

ic

k

in

di

e

z

u

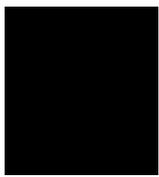
ku

n

f

七

“

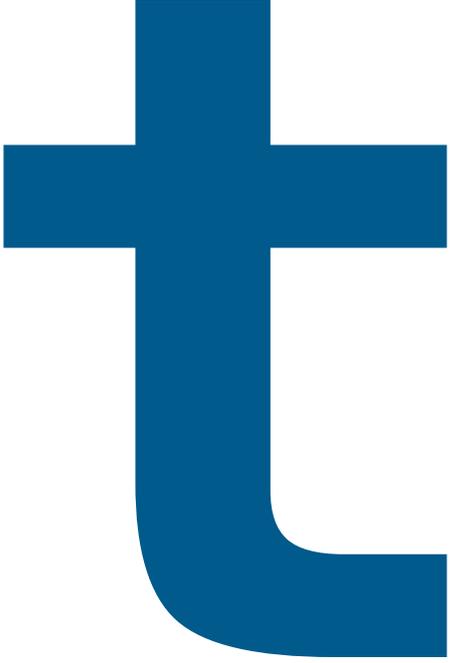


Ei

n

Fa

zi



zu

de

n

”E

rn

eu

er

ba

re

n

En

er

gi

en





Pr

od

uk

ti

on

20

14

un

d

e i

n

BITL

ilc

k

in

di di

e

zu

кш

nf



12

7

]

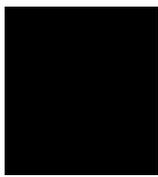
E

I

KE

20

15



E

I

KE

Bl

og

be

立

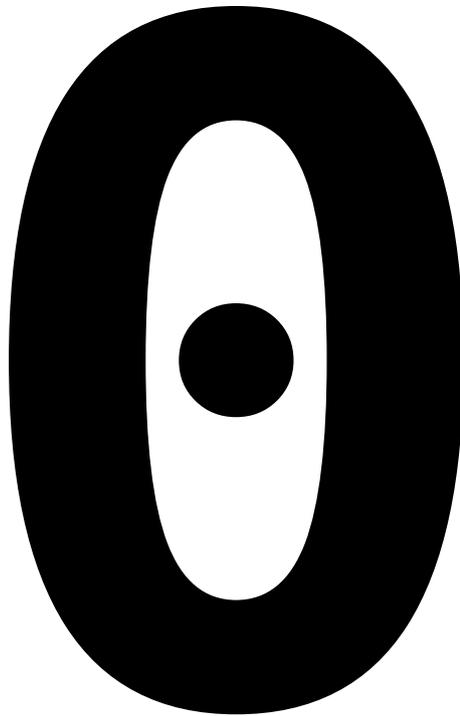
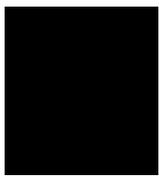
止

ra

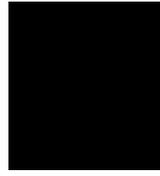
g

,

07

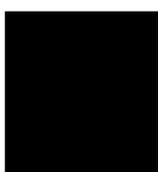
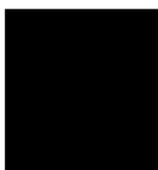


3



20

15



MM

ü

ün

ch

ne

r

S t

ad

t w

er

ke

ma

U

wi

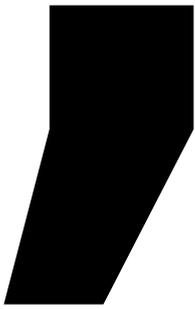
ed

er



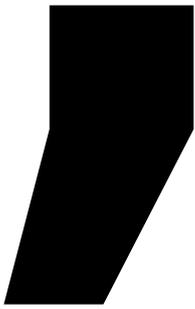
Bu

rn rn



bu

rn rn



Bü

rg

er

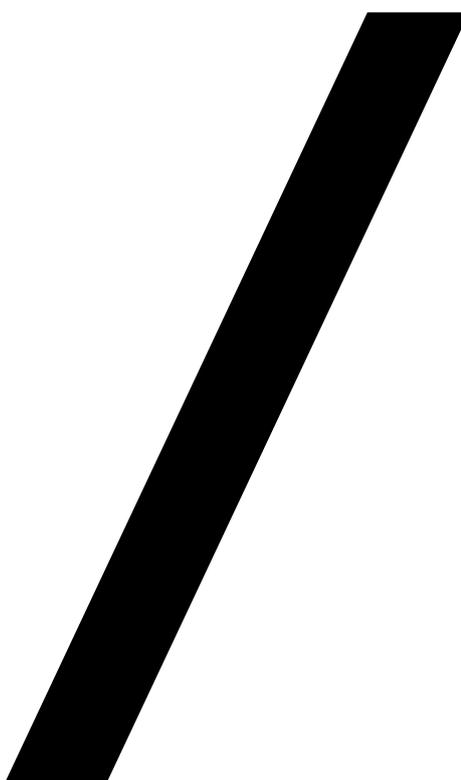
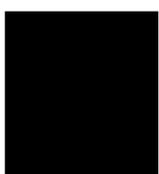
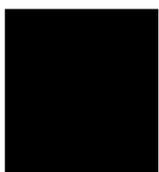
ge

ud



ht

tp



Ww

ww

· e

ik

e

—

kl

im

a

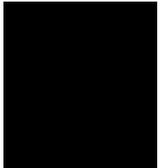
—

en

er

gi

e



eu

/n

e w

S

I

ca

ch

e/

mu

en

ch

ne

r

—

st

ad

t w

er

ke



ma

U

U

wi

ed

er



bu

rn rn



bu

rn rn



bu

er

ge

rg

erl

d/

12

8

]

N

—

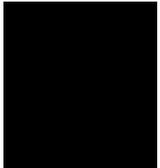
En

er

g

i

e



Da

S

CO

2

—

Mi

nd

er

un

gs

pr

og

ra

mm mm

20

15

fü

r

Ku

nd

en

de

r

N

—

ER

GI

E

.

ht

tp

S





www

W



n

—

er

gi

e



de

/s

ta

世立

C

—

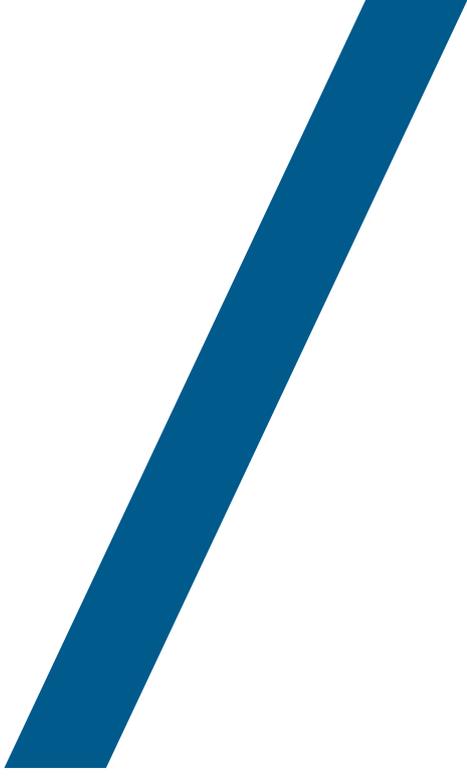
re

so

ur

ce

S



CO

nt

en

七

7

re

so

ur

ce

S



do

c/

CO

2



Mi

nd

er

un

gs

pr

og

ra

mm mm

20

15



p

d f

12

9

]

FA

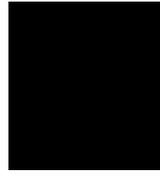
Z

Lo

mb

or

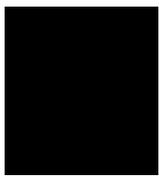
g



FA

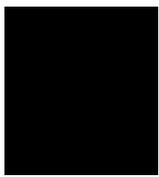
Z

15



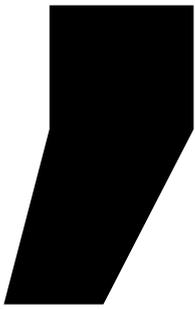
O

5.



20

15



Bj

ör

n

Lo

mb

or

g

,

Ga

st

be

立

止

ra

g

”D

eu

ts

ch

la

nd

S

ge

sc

he

立

止

er

te

кл

im

ap

ol

立

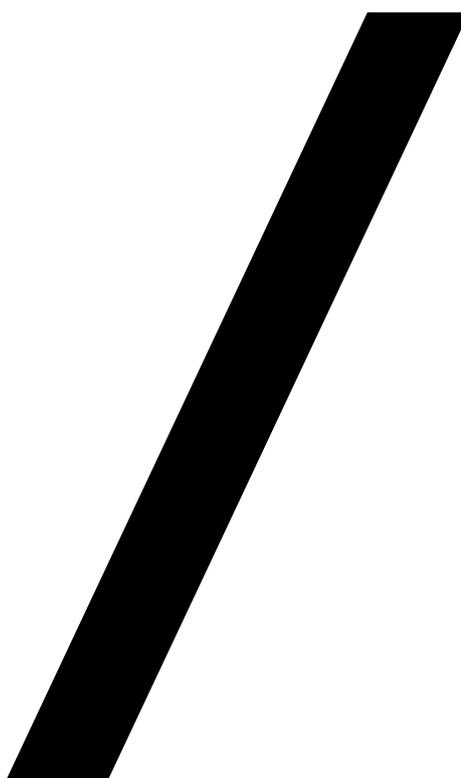
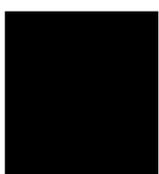
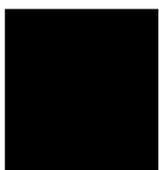
止

ik



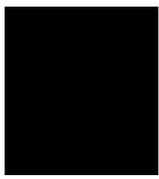
ht

tp



Ww

ww



f

az

rn

et

/a

kt

we

U

U

***W* w**

ir

ts

ch

a f

t

/

en

er

gi

er

ol

立

止

ik

/b

j o

er

n

-

lo

mb

or

g

—

we

be

r

—

kl

im

aw

an

de

U

U

un

d

-

ge

sc

he

立

止

er

te



kl

im

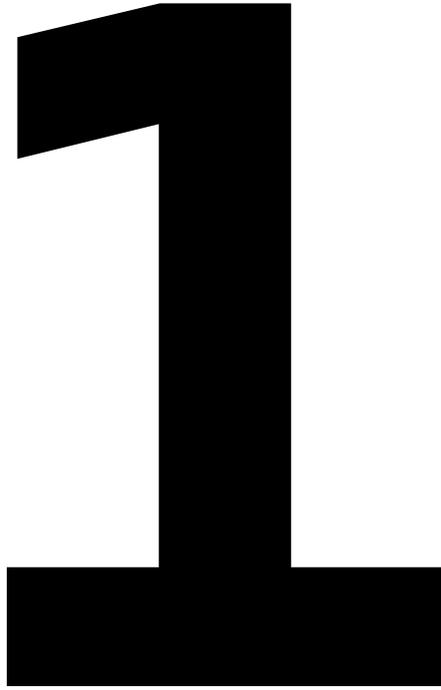
ap

ol

立

止

ik



35

8

0

48

7

—

рз

h

tm

U