

# ה"אנרגיוונדה" הגרמני



## ברכות



אורחים יקרים,

שינוי האקלים והמחסור הגובר במשאבים נמנים עם האתגרים הגלובליים המרכזיים של המאה העשרים ואחת. דלקים פוסיליים אינם בלתי מוגבלים ותורמים להתחממות כדור הארץ, ובנוסף חבל בעצם לבזבז ולשרוף אותם לצורכי חימום. חייבים למצוא דרכים חדשות ובנות קיימא כדי להשביע את הרעב ההולך וגובר של עולמנו לאנרגיה. לכן החליטה גרמניה לשנות באופן פורץ דרך את אספקת האנרגיה שלה באמצעות "מהפך האנרגיה".

עד שנת 2022 תפנה גרמניה את גבה לאנרגיה הגרעינית באופן סופי, עקב הסכנות הבטיחותיות הקשורות לכך. בו בזמן יש בכוונתנו להגדיל את חלקן של אנרגיות מתחדשות בהפקת חשמל ליותר מ-50 אחוז עד שנת 2035. ובכך לצמצם באופן קיצוני גם את פליטת גז החממה. פרויקט "מהפך האנרגיה" השאפתני יכול להצליח רק אם נקדם אותו יחד עם מדינות אחרות וניצור קשרים ורשתות הדוקים, כדי ללמוד איש מרעהו.

ישראל הינה שותפה חשובה מאוד בתכנית זאת: ישראל בין המובילות בעולם בחדשנות וטכנולוגיות מודרניות. שפע של חברות סטארט-אפ וחברות אחרות עוסקות באנרגיות חלופיות ופתרונות יצירתיים להפקת אנרגיה. וזאת לא רק הודות לתנאים המצוינים לשימוש באנרגיה סולארית שיש כאן – בשל ריכוזי אוכלוסין צפופים ביותר יש לישראל גם מודעות מיוחדת למשמעותה של הגנת הסביבה ושל שימוש חסכוני במשאבים. גרמניה תנצל את החודשים הקרובים בכהונתה כנשיאת מדינות ה-20-G ואת מפגש הפסגה של ראשי הממשלות והמדינות בהמבורג ב-7 ו-8 ביולי כדי לקדם את יישום הסכם האקלים של פריז, כמו גם את תכנית "אג'נדה 2030" לפיתוח בר-קיימא.

תערוכת "מהפך האנרגיה הגרמני" תציג את הניסיון שצברנו עד כה בדרך המשותפת שלנו לכיוון צמיחה בת-קיימא, וגם תיתן תמריצים מחשבתיים לפעולות עתידיות. אני מודה מקרב לב לבי"ס ללימודי הסביבה ע"ש פורטר ולאוניברסיטת תל אביב על תרומתם להצגת התערוכה ושיתוף הפעולה המעולה.

אני מאחל לכם ביקור מהנה.

בברכה

השגריר ד"ר קלמנס פון גטצה



האתגר הסביבתי המשמעותי ביותר כיום, ההתחממות הגלובלית, נובע מפליטת גזי חממה (בעיקר CO<sub>2</sub>) בשל התלות שלנו בדלקים מאובנים – פחם, נפט וגז טבעי. העולם מתחמם בקצב מואץ והרוב המוחלט של המדענים העוסקים בתחום שינוי האקלים מסכימים כי עיקר האחריות להתחממות הגלובלית נובעת מהצימאון ההולך וגובר שלנו לאנרגיה, לצורך קידום והנעת הכלכלות שלנו.

הפתרונות לטווח קצר להתחממות הגלובלית קשורים כמובן בראש ובראשונה להתייעלות בשימוש באנרגיה. עם זאת, לטווח הארוך הפתרון האמיתי מצוי בפיתוח מקורות אנרגיה נקיים, מתחדשים, וברי קיימא. בבית הספר ללימודי הסביבה ע"ש פורטר באוניברסיטת תל-אביב מתקיימת כיום עבודה מדעית נרחבת במטרה לפתח טכנולוגיות חדשניות בתחום הפקת אנרגיה מתחדשת ועל כן אנו שמחים ומתכבדים לארח תערוכה זו, המציגה את המהפך שעוברת גרמניה מתלות בדלק להתייעלות אנרגטית ושימוש הולך וגובר באנרגיות נקיות.

שינוי מערך האנרגיה לאנרגיה נקייה ייטיב לא רק עם אקלים העולמי ועם עתיד ילדינו ונכדינו, אלא זהו גם מהלך חשוב עבור הביטחון הלאומי וכן מהלך בעל השלכות כלכליות חיוניות. טכנולוגיות חדשניות יפחיתו עלויות, יספקו מקומות עבודה חדשים ויאפשרו למגזר האנרגיה להיות בר קיימא, תוך שמירה על הסביבה והפחתת זיהום האוויר המים והקרקה. רק כאשר העלויות של אנרגיה מתחדשת ישתוו או יהיו נמוכות מאלו של דלק מאובנים, נהיה בדרכנו לפתרון בעיית ההתחממות הגלובלית.

ברצוני להודות למארגנים על הבאת תערוכה זו לישראל וכן לממשלת גרמניה, על היותה מובילה עולמית במאבק בהתחממות הגלובלית ובשינוי האקלים.

פרופ' קולין פרייס

ראש בית הספר ללימודי הסביבה ע"ש פורטר  
אוניברסיטת תל-אביב



© dpa/Westendel/Werner Dieter

© Paul Langrock

מהפך האנרגיה הגרמני

## אורחים יקרים,

אנו שמחים שאתם מגלים עניין במידע על אחד ממיזמי העתיד החשובים ביותר של גרמניה: מהפך האנרגיה.

החלטנו לבצע שינוי יסודי ולבסס את אספקת האנרגיה העתידית של גרמניה על אנרגיות מתחדשות. בכוונתנו להמשיך ולהתנהל באופן יעיל יותר עם אנרגיה. זאת תרומה מהותית של גרמניה להגנת האקלים.

מהפך האנרגיה הינו תשובתנו לשאלה: כיצד ניתן לגבש אספקת אנרגיה בטוחה, כדאית מבחינת עלויות ובת-קיימא? המהפך מהווה הזדמנות ייחודית עבור גרמניה כמרכז כלכלי, צפוי לפתוח תחומים עסקיים חדשים, לעודד חדשנות וליצור מקומות עבודה וצמיחה. במקביל אנו שואפים להגיע באמצעותו ליותר עצמאות מהנפט והגז שמגיע אלינו ממדינות אחרות.



מהפך האנרגיה מעוגן היטב במסגרת בינלאומית. אנו מחפשים שיח אינטנסיבי עם שכנינו האירופיים ועם שותפים בינלאומיים ושואפים לשיתופי פעולה ופתרונות חוצי מדינות. שכן, על מנת להפחית את פליטת הפחמן הדו-חמצני, להגביל את המשך ההתחממות של כדור הארץ וליצור אספקת אנרגיה בטוחה, כדאית מבחינת עלויות ובת-קיימא, אנו זקוקים לפתרונות משותפים.

מדוע נערכת תערוכה זו? לעתים קרובות מופנות אל ממשלת גרמניה שאלות מכל העולם אודות מהפך האנרגיה. העניין כה גדול עד שהמונח "מהפך אנרגיה" – "אנרגיוונדה" – כבר שזור בשפות רבות בעולם. זה משמח אותנו עד מאד. יחד עם זאת, אנשים רבים מופתעים מממדיו של פרויקט מהפך האנרגיה, וגם מההיבטים הרבים הקשורים אליו. בדיוק את אותם המשימות והאתגרים אנו רוצים להמחיש באמצעות תערוכה זאת.

בנוסף מגלה התערוכה, שלא ניתן להשיג את מהפך האנרגיה מהיום למחר. אנו ניישם אותו צעד אחר צעד עד שנת 2050. לשם כך הצבנו יעדים ברורים ושאפתניים ויש לנו לוח זמנים דקדקני.

דרך מהפך האנרגיה שלה מוכיחה גרמניה שהיא מתייחסת ברצינות לאחריותה לכדור הארץ ותושביו. אנו מזמינים אתכם לחוות ולהבין את מהפך האנרגיה שלנו באופן חי ומוחשי.

אנו מאחלים לכם הנאה רבה ושיח מעניין.



© iStock/SilviaJansenx

1971

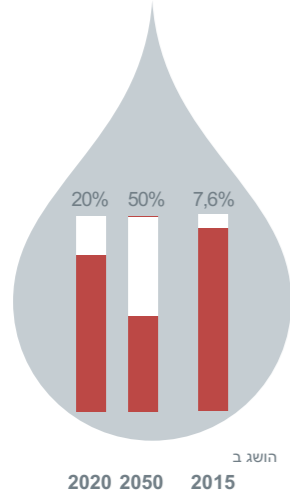
ממשלת גרמניה מאשרת את תכניתה הראשונה בנושא הסביבה.

1972

בעיירה פנצברג בדרום גרמניה קם אחד הכפרים הסולאריים הראשונים בגרמניה.

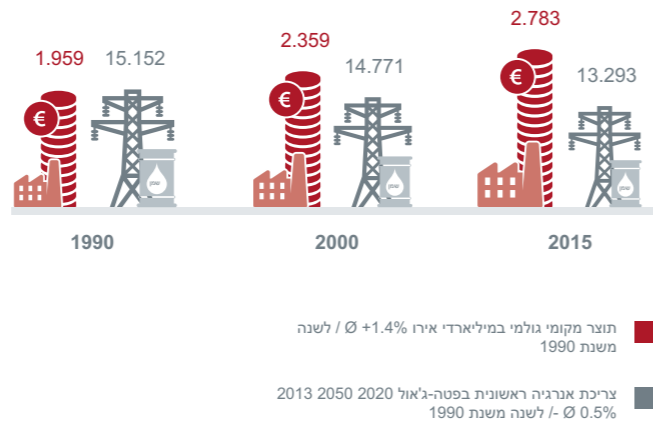
### במה רוצה גרמניה לחסוך?

יעדי החיסכון בצריכת אנרגיה ראשונית לעומת 2008



### הכלכלה צומחת, צריכת האנרגיה יורדת

התפתחות התוצר המקומי הגולמי וצריכת האנרגיה הראשונית



יעילות אנרגיה

## לחסוך באנרגיה ולנצלה באופן יעיל יותר

התנהלות יעילה עם חשמל, חימום ודלקים חוסכת כסף, מגבירה את ביטחון האספקה ומגנה על האקלים. גרמניה נאלצת לייבא חלק גדול ממקורות האנרגיה שלה. חלקו המיובא של הביקוש הכולל לאנרגיה עלה מ-50 אחוזים בשנות ה-1970 לכ-70 אחוזים כיום. לכן מהווה יעילות אנרגיה – יחד עם הגברת השימוש באנרגיות המתחדשות – את עמוד התווך של מהפך האנרגיה.

במשך כמה עשורים הלכה וגדלה בגרמניה המודעות להתנהלות יעילה באנרגיה. גורם חשוב לכך היה משבר הנפט העולמי הראשון בשנת 1973. הוא המחיש לגרמנים את תלותם במשאבים פוסיליים. כמסקנה מהמשבר יצאה ממשלת גרמניה דאז במסע פרסום להפצת מידע על חיסכון באנרגיה והוציאה הוראה על הגבלת המהירות באוטוסטרדות. מאז נחקקו חוקים נוספים רבים ויישמו בהצלחה צעדים להתייעלות האנרגיה. הם מתאפיינים בשלושה מרכיבים: תמיכה מכוונת, מידע ויעוץ, כמו גם הנחיות מחייבות להורדת צריכת האנרגיה.



## "כל קילוואט-שעה שלא נצרך, הוא הטוב מכולם".

אנגלה מרקל, קנצלרית גרמניה

כל המדינות החברות באיחוד האירופי הגיעו להסכמה על הורדת צריכת האנרגיה הראשונית שלהן ב-20 אחוזים עד 2020, וב-27 אחוזים לפחות עד 2030. גרמניה הציבה לעצמה כיעד לצרוך אף היא 20 אחוזים פחות אנרגיה ראשונית עד שנת 2020, ולכן הגבירה את פעילויותיה במסגרת "תכנית הפעולה הלאומית ליעילות אנרגיה" מדצמבר 2014. באמצעות צעדים מכוונים למשקי בית פרטיים, לתעשייה ולמסחר, כמו גם לתחבורה, צריכת האנרגיה אמורה לרדת ב-1.5 אחוזים בשנה עד שנת 2020.

האסטרטגיה מוכיחה את עצמה: מ-1990 ירד הביקוש לאנרגיה בגרמניה, לעומת זאת עלה התוצר המקומי הגולמי שלה באופן מובהק. זאת אומרת, שהתעשייה הגרמנית מסתפקת בצריכת אנרגיה שהופחתה ביותר מעשרה אחוזים, אולם בו בזמן הכפילה את תפוקתה הכלכלית. הודות להתקדמות טכנולוגית הפכו משקי בית וחברות ליעילים יותר בהתנהלותם עם אנרגיה. מכשירי חשמל ביתיים מודרניים צורכים עד 75 אחוזים פחות אנרגיה מאשר מכשירים מקבילים לפני 15 שנה. בנוסף, ניתן לחסוך באנרגיה גם אם רק משנים הרגלים יום-יומיים. לכן פועלים ברחבי גרמניה עשרות אלפי יעצים בנושא אנרגיה, על מנת לעדכן שוכרים ובעלי בתים או בעלי חברות באמצעות שאלוני אנרגיה על אפשרויות חסכון באנרגיה וליידע אותם על תכניות תמיכה ממלכתיות.

### תפוקת האנרגיה הוגברה משמעותית

עם גיגה-ג'אול אחד של אנרגיה חוסכים



© dpa/Westend61/Werner Dieter

© dpa/steig Cestensen

1973

מלחמת יום הכיפורים (אוקטובר 1973) גורמת למשבר נפט עולמי. גרמניה מורה על ארבעה ימי ראשון ללא מכוניות על מנת לחסוך באנרגיה.

משנת 2009 כל מבנה חדש צריך לכסות שיעור מינימלי מסוים מתצרוכת האנרגיה באמצעות אנרגיות מתחדשות. הדבר מתאפשר לדוגמה באמצעות תגבור הסקת גז או נפט על ידי אנרגיה תרמו-סולארית או מערכת הסקה שמשתמשת אך ורק באנרגיות מתחדשות, כגון משאבת חום או תנורים מבוססי פלט.

גרמניה גילתה מוקדם מאד את פוטנציאל החסכון הטמון במבנים. בעקבות משבר הנפט העבירה ממשלת גרמניה דאז את החוק הראשון לחסכון באנרגיה כבר ב-1976, ולאחר מכן את תקנת הבידוד הראשונה. קידום ופיתוח תקנות אלה נמשך באופן שוטף והן הותאמו להתקדמות הטכנולוגית. לפי החוק בנושא החימום באמצעות אנרגיות מתחדשות, החל

חימום

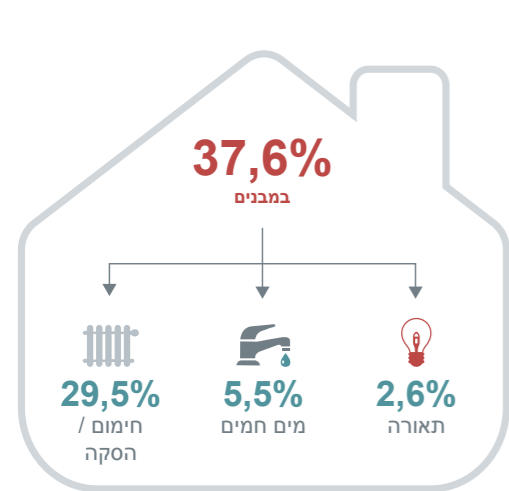
## חמים ונעים, מתחדש ויעיל

הצלחת מהפך האנרגיה תלויה גם בהורדת ביקוש האנרגיה להסקה, קירור חדרים וחימום המים במבנים. כמו כן היא תלויה בשאלה, באיזו מידה תוכלנה האנרגיות המתחדשות לכסות את הביקוש הנותר. שכן, יותר ממחצית צריכת האנרגיה הכוללת של גרמניה משויכת לתחום החימום. מתוך זה משמשים 40 מיליון משקי הבית הפרטיים בכמעט שני שלישי להסקה וחימום המים.



### צריכת האנרגיה במבנים

החלק היחסי בצריכת האנרגיה הכוללת בגרמניה



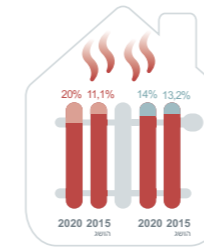
### מבנים חדשים צורכים עשירית בלבד

יצריכה שנתית לחימום בנפט להסקה בליטרים לכל מטר מרובע של שטח מגורים במבנים מסוגים שונים



### להוריד את תצרוכת האנרגיה לחימום

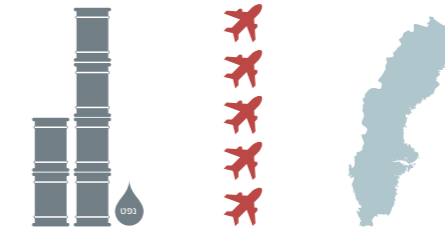
יעדי החיסכון בתצרוכת הכוללת של אנרגיה לחימום



תצרוכת לחימום (לעומת 2008)

### 1.944 פטה-ג'אול

הייתה הצריכה של 40 מיליון משקי הבית בגרמניה להסקה וחימום המים בשנת 2013. זה שווה ערך ל-



56 מיליארד ליטרים נפט

פי חמישה מהתצרוכת האנרגיה השנתית של התעופה הגרמנית

תצרוכת האנרגיה של שוודיה

מסיבה זאת שואפת ממשלת גרמניה לצמצם את תצרוכת האנרגיה הראשונית במבנים שמקורה בנפט וגז ב-80 אחוזים עד 2050. לשם כך יש צורך בעלייה משמעותית ביעילות אנרגיה במבנים ובגידול חלקן של האנרגיות המתחדשות באספקת החימום והקירור. היעד הוא שעד שנת 2020 תספקנה האנרגיות המתחדשות 14 אחוזים מהביקוש לחימום וקירור. בכך מיישמת גרמניה גם יעדים אירופיים: מתווה המבנים העדכני של האיחוד האירופי גורס שהחל משנת 2021 כל מבנה חדש באירופה חייב להיות "מבנה בעל צריכת אנרגיה נמוכה ביותר", זאת אומרת מבנה עם צריכת אנרגיה זעומה מאד.

© dpa



1977

באמצעות תקנת הבידוד קובעת ממשלת גרמניה לראשונה מתווה ליעילות אנרגיה במבנים.

1975

החוק לאבטחת אנרגיה קובע רזרבות גבוהות יותר של אנרגיה והגבלת מהירות בכבישי גרמניה. ממשלת גרמניה יוצאת במסע פרסום להפצת מידע על חיסכון באנרגיה.



## "הגיעה תחילת סופו של עידן הנפט".

דיטר צטשה, יו"ר מועצת המנהלים של חברת דיימלר

ניידות

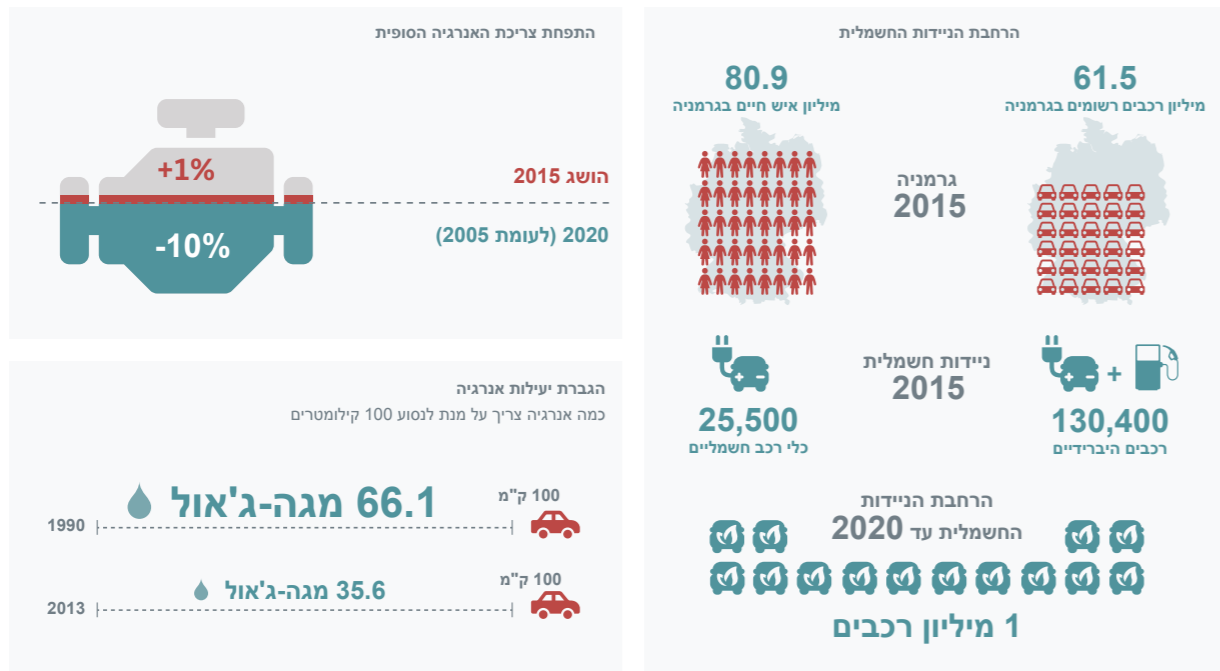
## לנוע באמצעות חשמל

מכוניות מהוות את תוצר היצוא החשוב ביותר של גרמניה. הענף מעסיק יותר מ-750,000 עובדים והוא אחד המעבידים הגדולים ביותר. בזמן, חלקו של ענף התחבורה בצריכת האנרגיה הגרמנית נכבד ביותר ומסתכם בשליש לערך מצריכת הקצה. מסיבה זאת מגבירה ממשלת גרמניה את מאמציה להורדת הצריכה.

הצלחות ראשונות נראות באופק: לדוגמה, בשנים 1990-2013 הוכפל מספר הקילומטרים השנתיים שנצברו בתנועת סחורות ואנשים, אולם הצריכה באותה תקופה עלתה בתשעה אחוזים בלבד.

על מנת להמשיך ולהגביר את החיסכון באנרגיה, מקדמת גרמניה טכנולוגיות רכב יעילות ואת המעבר ההדרגתי לרכבים חשמליים. המטרה העיקרית הינה להפוך רכבים פרטיים, רכבי שרות מסחריים בתוך הערים, את התחבורה הציבורית וגם אופנועים לכלי תחבורה המונעים בחשמל. גרמניה שואפת

### יעדיה של גרמניה והתקדמותה בענף התחבורה



1986

הרכב הסולארי המורשה הראשון נוסע על כבישי גרמניה.

1986

בכור הגרעיני בצ'רנוביל (אוקראינה) מתרחשת תאונה קשה. הוקם המשרד הגרמני לאיכות הסביבה, הגנת הטבע ובטיחות בכורים.

1984

חברת אנרקון מפתחת את מערכת מתקני אנרגיה הרוח המודרנית הראשונה בגרמניה לייצור המוני.

1979/80

מלחמת איראן-עיראק גורמת למשבר הנפט העולמי השני.



© dpa

© aleo solar AG/Flo Hagena

אנרגיות מתחדשות

## לנוע באמצעות חשמל



לצד יעילות אנרגיה מהווה הרחבת האנרגיות המתחדשות את עמוד התווך של מהפך האנרגיה. רוח, שמש, אנרגיה המים, ביומסה וגיאותרמיה הינם מקורות אנרגיה מקומיים וידידותיים לאקלים. הם מפחיתים את תלותה של גרמניה בדלקים פוסיליים ותורמים משמעותית להגנה על האקלים. הניצול המתקדם ביותר של אנרגיות מתחדשות נרשם בענף החשמל. מאז שנת 2014 מהוות האנרגיות המתחדשות את המקור החשוב ביותר במכלול מקורות החשמל המסומנים בגרמניה. הן מספקות שלישי מהצריכה הגרמנית. עשר שנים מוקדם יותר הן סיפקו תשעה אחוזים בלבד. הצלחה זאת מבוססת על תמיכה מכוונת. תמיכה זו החלה בשנת 1991 עם חוק הזנת החשמל שקבע לראשונה תשלום קבוע ומחויבות ספקי החשמל לרכישת חשמל ממקורות מתחדשים המוזרם לרשת החשמל, על מנת לפתוח את השוק לטכנולוגיות החדשות. בהמשך, בשנת 2000 הוחלט על חוק האנרגיות המתחדשות (EEG) עם שלושה מרכיבי ליבה: ערבות לתעריפי הזנה קבועים לטכנולוגיות שונות, הזנה מועדפת לרשת והטלת העלויות הנוספות על כל צרכני החשמל באמצעות מערכת חלוקה.

### האנרגיות המתחדשות מחזקות את ייצור החשמל ואת הגנת האקלים

נתונים לשנת 2015



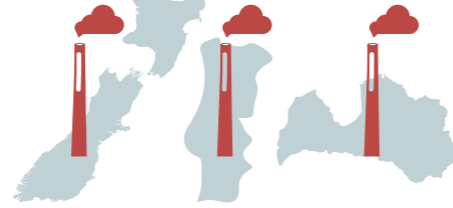
**1.6 מיליון**  
מתקנים לייצור חשמל

הזוכים לתמיכה באמצעות חוק האנרגיות המתחדשות



**196.2 טרה-וואט שעות**  
ייצור חשמל

שווה ערך לייצור החשמל הכולל של אוקראינה



**נמנעו 156**

מיליון טון שווה ערך פחמן דו-חמצני

נתון זה מקביל לפליטת גזי החממה המשולבת של ניזילנד, פורטוגל ולטביה בשנת 2013

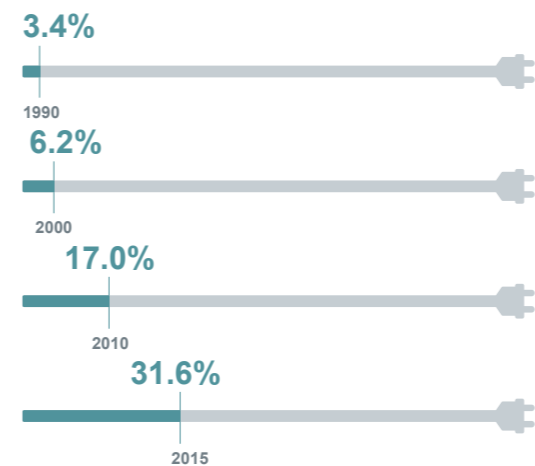
האתגר שעומד בפני גרמניה הינו לתכנן את המשך הרחבת ניצול אנרגית הרוח והשמש בצורה כזאת שמקורות אלה ימשיכו לשמור על מחירים נוחים ויתרמו לביטחון האספקה. לפיכך, הגדירה ממשלת גרמניה מחדש את תמיכתה באנרגיות מתחדשות בתחום החשמל. ההרחבה מתרכזת בטכנולוגיות הרוח והסולאריות שמחיריהן נוחים מסלולי הרחבה שנתיים לכל אחת מהטכנולוגיות מקדמים את יכולת התכנון והבקרה על ההרחבה. על מפעילי המתקנים של אנרגיות מתחדשות למכור את החשמל שלהם בשווקים באופן הדרגתי, כמו יתר תחנות הכוח. בדרך זאת הם נוטלים על עצמם יותר אחריות על מערכת אספקת האנרגיה. החל משנת 2017 נקבע הרכב התמיכה לכל המתקנים עם תפוקה של מעל 750 קילוואט באמצעות מכרזים ספציפיים לכל אחת מהטכנולוגיות. הדבר חל על כ-80 אחוזים מתוך ההרחבה השנתית. בנוסף, ההרחבה משתנה לפי אזורים. בכל מקום בו נוצר מחסור ברשת החשמל, הכמויות המוצעות למכרז תהינה נמוכות יותר. באמצעות צעדים אלה ניתן להמשיך את סיפור הצלחה של האנרגיות החדשות בתחום החשמל.

מאז נכנס לתוקפו חוק האנרגיות המתחדשות נרשמה עלייה מתמדת בהשקעות השנתיות בעיקר בחוות רוח ומתקנים פוטו וולטאים חדשים, אך גם בתחנות כוח המופעלות בעצים ומתקני ביוגז. הביקוש הגדול יצר ענף כלכלי חדש עם יותר מ-330,000 מקומות עבודה חדשים בגרמניה בלבד. והוא המריץ ייצור המוני יעיל של מתקנים לאנרגיות מתחדשות, דבר שהוריד את מחירים של מתקנים אלה באופן משמעותי בכל העולם. כך לדוגמה, בשנת 2014 עלה מודול סולארי אחד 75 אחוזים פחות מאשר חמש שנים קודם לכן. אם בשנת 2000 עמד שווי של קילוואט שעה של חשמל סולארי על 50 סנט, עומד ערך זה כיום על בין 7 ל-12 סנט. על אף קרינת השמש המתונה באזור, הפכה אנרגית השמש במרכז אירופה למקור חשמל משמעותי. מתקנים פוטו וולטאים מספקים כיום יותר מ-20 אחוזים מכלל החשמל שמופק מאנרגיות מתחדשות.

כיום מקור החשמל החשוב ביותר מאנרגיה מתחדשת הינו אנרגית הרוח. קילוואט-שעה חשמל שהופק ממתקני אנרגית רוח על היבשה עולה כיום בממוצע בין 4.7 סנט ל-8.4 סנט בלבד לקילוואט-שעה.

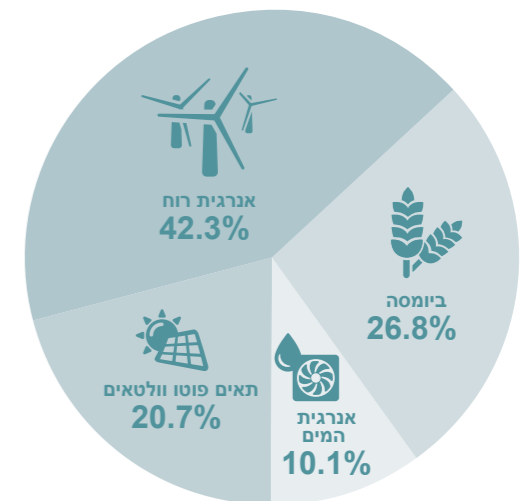
### אנרגיות מתחדשות מהוות את מקורות האנרגיה החשובים ביותר במכלול מקורות החשמל המסומנים בגרמניה

חלקן של האנרגיות המתחדשות בצריכת האנרגיה הכוללת (ברוטו)



### הרוח מספקת את רוב החשמל מאנרגיות מתחדשות

השיעורים בייצור הכולל של אנרגיות מתחדשות בשנת 2015



1991

חוק הזנת החשמל מחייב את כל ספקי האנרגיה הגרמנים לקבל מהספקים חשמל מאנרגיות מתחדשות, לשלם עליו תמורה ולהזין אותו אל תוך הרשת הציבורית.

1990

ממשלת גרמניה משיקה את התכנית "1000 הגגות" לקידום מתקנים פוטו-וולטאיים. גרמניה המערבית וגרמניה המזרחית מתאחדות מחדש. הפנל הבין-ממשלתי לשינוי האקלים (IPCC) מפרסם את הדו"ח הראשון שלו בנושא מצב האקלים העולמי.

1987

קמה חוות הרוח הראשונה בגרמניה. 30 מתקנים מפיקים חשמל בחוות הרוח "החוף המערבי".



© dpa/lens Büttner

עלויות

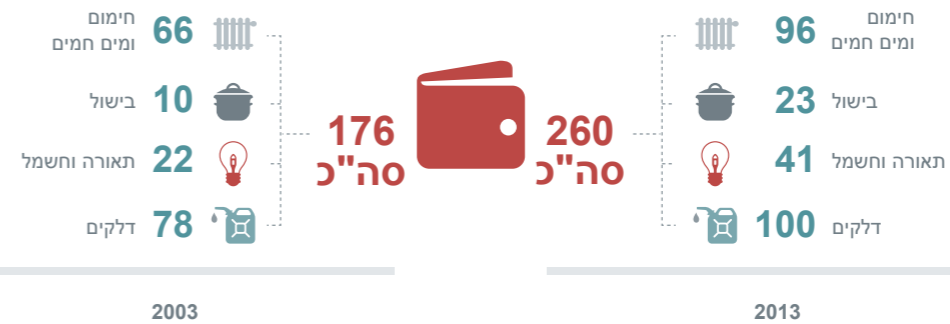
## "האם מהפך האנרגיה אינו יקר מדי עבור אזרחי גרמניה?"



בעשור האחרון עלה מחיר הנפט הגולמי באופן משמעותי. בשנת 2014 מחיר הנפט לחימום בגרמניה כמעט הכפיל את עצמו בהשוואה למחיר 10 שנים קודם לכן. אחת התוצאות: בזמן שבשלהי המאה הקודמת נדרשו האזרחים להקציב פחות משישה אחוזים מכלל הוצאות הצריכה הפרטית שלהם לאנרגיה, עלה נתון זה בשנת

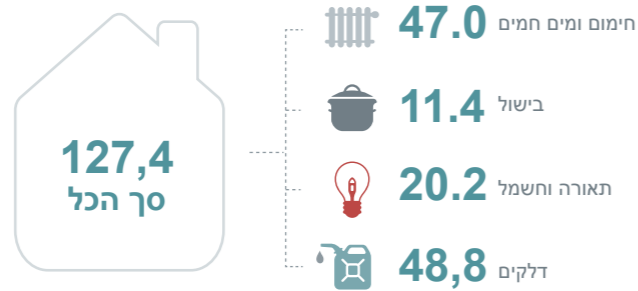
### כמה מוציאה משפחה בחודש עבור אנרגיה

הוצאות חודשיות בשנת 2003 לעומת שנת 2013



### כמה מוציאים כל משקי הבית הפרטיים בגרמניה עבור אנרגיה

נתונים לשנת 2013 במיליארדי אירו



מאנרגיות מתחדשות שנמכר באמצעות בורסות החשמל. שני מרכיבי המחיר האלה יחד – היטל האנרגיות המתחדשות ומחיר החשמל בבורסה – נמצאים בסימן ירידה כבר ארבע שנים. לפיכך נשארו עלויות החשמל הממוצעות למשקי הבית הפרטיים יציבים באותה התקופה.

חשוב גם, בעיקר עבור האזרחים, למנוע נטל כבד מדי על הכלכלה הגרמנית. עלויות אנרגיה גבוהות מתבטאות במחירי המוצרים לצרכן ומשפיעות על כושר התחרות של החברות. מסיבה זאת שחררה גרמניה חברות עם תצורות אנרגיה אינטנסיביות במיוחד באופן חלקי מהיטל האנרגיות המתחדשות. יחד עם זאת כרוכה הקלה זאת בדרישה להשקיע יותר ביעילות אנרגיה.

זה נכון: גם קידום פרויקט מהפך האנרגיה מביא איתו הוצאות להתנעת התהליך. יש להשקיע מיליארדים על מנת להקים תשתית אנרגיה חדשה וליישם צעדי התייעלות. הרחבת האנרגיות המתחדשות אכן גרמה בשנים האחרונות לעלייה במחירי החשמל הממוצעים למשקי הבית הפרטיים בגרמניה. בזמן שבשנת 2007 שילמו אזרחי גרמניה כ-21 סנט לקילוואט-שעה בממוצע, כיום הם משלמים כ-92 סנט עם כל קילוואט-שעה חשמל משתתפים האזרחים במימון הרחבת האנרגיות המתחדשות, באמצעות מה שמכונה "היטל האנרגיות המתחדשות". היטל זה עומד כעת על כ-6.9 סנט. בפועל, מה שישלם האזרח בסופו של דבר, תלוי ביחסי הגומלין בין גורמים שונים שמשפיעים על המחירים. כך למשל ירדו מחירי החשמל בבורסה באופן משמעותי. זאת כתוצאה מהכמות ההולכת וגוברת של חשמל שהופק

© dpa/McPHOTO's



© dpa/Philipp Dimitri

1995

בברלין נערכת ועידת האקלים העולמית הראשונה. מתחילים במו"מ על צמצום פליטת גזי החממה ברחבי העולם.

1994

המכונת החשמלית הראשונה של אירופה בייצור המוני נכנסת לשוק.

1992

וועידת האו"ם לסביבה ופיתוח בריו מחליטה על מתווה "פיתוח בר-קיימא".





הגנת האקלים

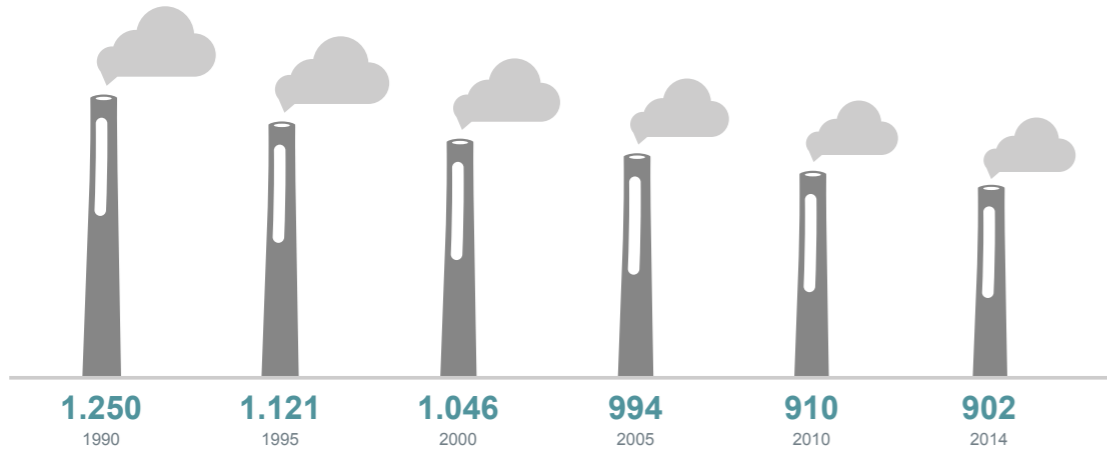
## צמצום גזי החממה



הגנת האקלים ומהפך האנרגיה מותנים זו בזו. המטרה המשותפת הינה לצמצם את השלכות שינוי האקלים עבור בני אדם, טבע וכלכלה ולהגבילן למידה בת-קיימא. לפי החישוב של מועצת האקלים העולמית (IPCC) אסור שהתחממות כדור הארץ תעלה על 2 מעלות צלזיוס בהשוואה לעידן הטרום תעשייתי. לפיכך יש לאפשר רק לכמות מסוימת של גזי חממה להגיע לאטמוספירה. כיוון ש-56 אחוזים מכמות זאת כבר נמצאים באטמוספירה, נדרשים מאמצים גלובליים ולאומיים נרחבים לצמצום פליטת גזי חממה.

### כיצד הפחיתה גרמניה את פליטת גזי חממה

כל הנתונים במיליוני טונות שווה ערך פחמן דו-חמצני (פוטנציאל התחממות גלובלית (GWP))



האקלים עצמאיים הן מתכוונות להגביל את התחממות כדור הארץ במהלך המאה הנוכחית לערך שעומד בבירור מתחת לשתי מעלות.

פחמן דו-חמצני הינו הגורם העיקרי לשינוי האקלים. הוא נוצר בעיקר במהלך שריפת דלקים פוסיליים. יותר משליש מכלל גזי החממה בגרמניה ובעולם נפלטים על ידי תחנות כוח. לכן מהווה המעבר למשאבים ניטרליים מבחינת השפעתם על האקלים, כמו האנרגיות המתחדשות, גורם מרכזי בהגנת האקלים.

כלי אירופי מרכזי להגנת האקלים הינו הסחר בגזי חממה שקובע סף עליון מוגדר לכלל הפליטות המזיקות של כל המשתתפים. הוא מחייב את כל הגורמים האחראים על פליטה גדולה של גזי חממה וכולל חלק גדול מפליטות הפחמן הדו-חמצני של התעשייה ושל משק האנרגיה. על החברות להחזיק באשרות מתאימות עבור כל טון של גזי חממה. במידה והכמות אינה מספיקה, הן יכולות לקנות אשרות פליטה נוספות או להשקיע בטכנולוגיות ידידותיות לאקלים. בכך נמנעים מפליטות פחמן דו-חמצני במקומות בהם הדבר משתלם ביותר. עד 2030 כל הענפים הכלולים בסחר בפליטות אמורים לפלוט 43 אחוזים פחות גזי חממה בהשוואה לשנת 2005.

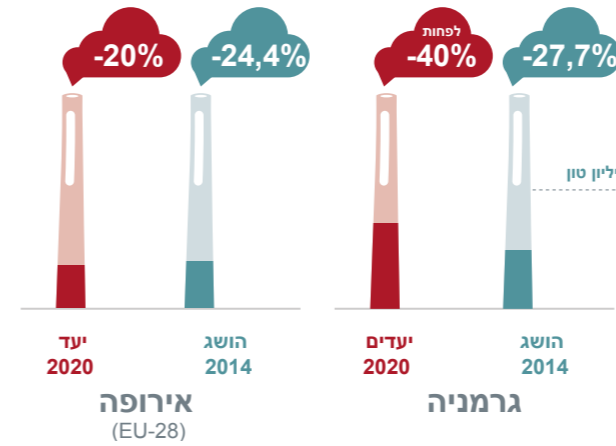
על מנת שגרמניה תוכל להשיג את יעדי הצמצום הלאומיים שלה, העבירה ממשלת גרמניה את "תכנית הפעולה להגנת האקלים 2020" ואת "תכנית הגנת האקלים 2050". תכנית הפעולה כוללת צעדים שונים להגברת יעילות אנרגיה ולגיבוש מתווה ידידותי יותר לסביבה בתחומי התחבורה, התעשייה והחקלאות. תכנית הגנת האקלים קובעת יעדים ארוכי טווח לצמצום פחמן דו-חמצני בענפים השונים כגון משק האנרגיה או תעשייה.

עם חתימת פרוטוקול קיוטו התחייבה גרמניה כבר בשנת 1997 לצמצם עד 2012 את פליטת גזי החממה שלה ב-21 אחוזים לפחות בהשוואה לשנת 1990. מאז נרשמה התקדמות מהותית. בשנת 2014 הושג צמצום של 7.72 אחוזים. כדי להכניס רווח של מיליארד אירו פולטות החברות בגרמניה כיום רק חצי מכמות גזי חממה לעומת בשנת 1990.

עד שנת 2020 רוצה גרמניה אף להגביר את מאמציה ולצמצם את הפליטה הלאומית של גזי החממה ב-40 אחוזים לפחות. עד שנת 2050 יש אפילו כוונה לצמצם את הפליטה ב-80 עד 95 אחוזים לעומת 1990. יעדים לאומיים אלה בעניין ההפחתה מעוגנים במדיניות האקלים האירופית והבינלאומית: ראשי המדינות והממשלות של האיחוד האירופי החליטו לצמצם את פליטת גזי החממה שלהם ב-20 אחוזים עד שנת 2020 וב-40 אחוזים לפחות עד 2030. בדצמבר 2015 אשררו 195 מדינות בעולם את הסכם פריז. באמצעות יעדי הגנת

### יעדי אקלים והתקדמות

צמצום גזי חממה – מה שתוכנן ומה שהושג



- 358 משק אנרגיה
- 84 משקי בית
- 160 תחבורה
- 35 בתי עסק, מסחר, שירותים
- 181 תעשייה
- 72 חקלאות
- 12 אחרים

902 מיליון טון



1997

ושר פרוטוקול קיוטו לצמצום כלל עולמי של גזי חממה. 191 מדינות אשררו את ההסכם מאז.

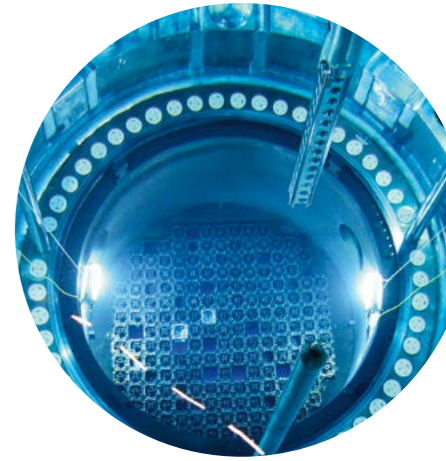
1996

ואירופה מחליטה על פתיחת שווקי החשמל והגז, שעד אז היו מתוחמים בשטחי ריבונות לאומיים וקבועים. הנציבות האירופית מפרסמת אסטרטגיה אירופית משותפת ראשונה להרחבת האנרגיות המתחדשות.



אנרגיה גרעינית

## גרמניה מפסיקה את השימוש באנרגיה גרעינית

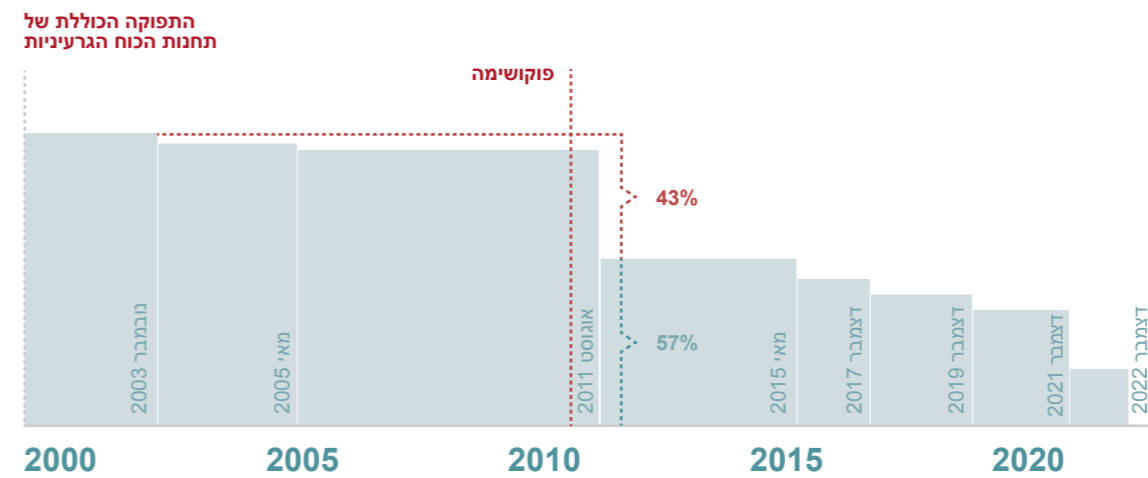


במשך עשורים עורר השימוש באנרגיה גרעינית להפקת חשמל מחלוקות עזות בגרמניה. גרמנים רבים סבורים שקשה מאד להעריך את הסיכון הטכנולוגי והם חוששים מההשלכות האפשריות של אסון בכור גרעיני על בני אדם, טבע וסביבה. התאונה בכור בצ'רנוביל באוקראינה (1986), שגרמה לזיהום גם באזורים מסוימים בגרמניה, איששה חששות אלה. בשנת 2000 החליטה ממשלת גרמניה להפסיק לחלוטין את השימוש באנרגיה גרעינית להפקת חשמל ולהעביר את אספקת האנרגיה למשאבים מתחדשים. ההסכם שהושג בתאום עם מפעילי תחנות הכוח קבע הגבלת זמן התפעול של האתרים הקיימים ואיסור בניית מתקנים חדשים.

בשנת 2010 שונה הסדר זה. תחנות הכוח שעדיין היו בשימוש היו אמורות לקבל אורכה לתקופות התפעול כדי לשמש אמצעי גישור עד שהאנרגיות המתחדשות תכלנה להחליף אותן באופן מלא. אחרי התאונה בכור בפוקושימה, יפן, במרץ 2011, חזרה בה ממשלת גרמניה מהחלטתה.

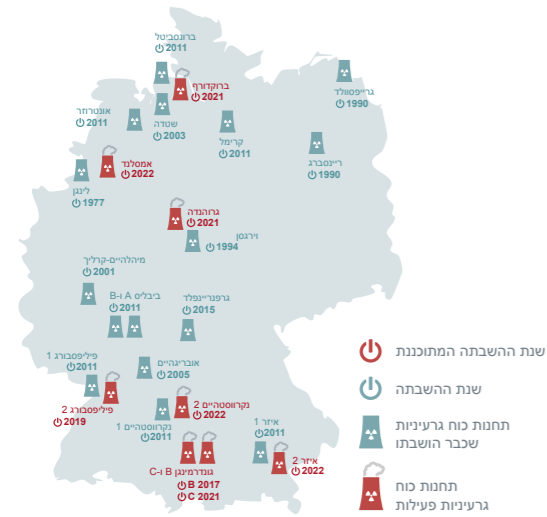
### מתי תופסק פעילותן של תחנות הכוח הגרעיניות?

הפחתת התפוקה המתוכננת של תחנות הכוח הגרעיניות בגרמניה עד סוף 2022



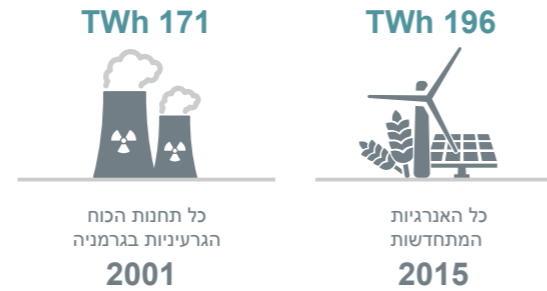
### היכן נמצאות תחנות כוח גרעיניות בגרמניה?

מתקנים שהושבתו, מתקנים פעילים



### ייצור שנתי מקסימלי במספרים

נתוני שיא של ייצור החשמל השנתי בטרסה וואט שעה (TWh)



גרמניה רוצה לסלק את הפסולת הגרעינית שלה על אדמתה. אולם, החיפוש אחר אתר מתאים לאחסון הסופי התגלה כקשה למדי. האוכלוסייה באתרים פוטנציאליים או באתרים שכבר אותרו נמצאו מתאימים הגיבה עד כה בהתנגדות.

לפיכך בחרה גרמניה בדרך חדשה ומערבת את כל חלקי החברה בתהליך חיפושם שקוף ומבוסס על גישה מדעית. האתר לאחסון הסופי אמור להימצא עד שנת 2031, על מנת לאחסן שם פסולת גרעינית עם רמת קרינה גבוהה במיוחד. האתר אמור להציע בטחון מרבי לפרק זמן של מיליון שנה. גרמניה כבר מחזיקה באתר אחסון סופי מורשה עבור פסולת עם קרינה חלשה ובינונית. האתר "קונרד" צפוי להתחיל לפעול בשנת 2022.

הפרלמנט הגרמני החליט ברוב גדול לסיים את השימוש באנרגיה גרעינית להפקת חשמל בהקדם האפשרי. תחנות כוח אחדות חויבו לסיים את ייצור החשמל כבר עם כניסת החוק לתוקפו, המתקנים הנותרים יסיימו את פעילותם בהדרגה עד 2022. כיום נותרו בגרמניה שמונה כורים גרעיניים בלבד שמפיקים חשמל.

אחד האתגרים הגדולים של השימוש באנרגיה גרעינית הינו סילוק הפסולת הגרעינית המתחייב. על מנת להגן על האוכלוסייה והסביבה יש לאחסן את הפסולת תוך הפרדה בטוחה מהביוספירה, וזאת לפרקי זמן ארוכים מאד. המומחים סבורים שניתן להשיג זאת בצורה הטובה ביותר באמצעות אחסון סופי בתוך מבנים גאולוגיים עמוקים.

2000

ממשלת גרמניה מחליטה על הפסקת השימוש באנרגיה גרעינית; זמן תפעול מקסימלי כולל של מתקן: 32 שנות תפעול.

2000

אירופה מחליטה על פתיחת שווקי החשמל והגז, שעד אז היו נציבות האיחוד האירופי מפרסמת אסטרטגיה משותפת ראשונה לאנרגיות מתחדשות, יעילות אנרגיה והגנת האקלים. החוק לאנרגיות מתחדשות (EEG) נכנס לתוקפו. הוא הופך למנוע המכריע להרחבת האנרגיות המתחדשות בגרמניה.

1998

גרמניה מעבירה חוק לפתיחה שוק החשמל והגז שלה.

כלכלה וערך מוסף

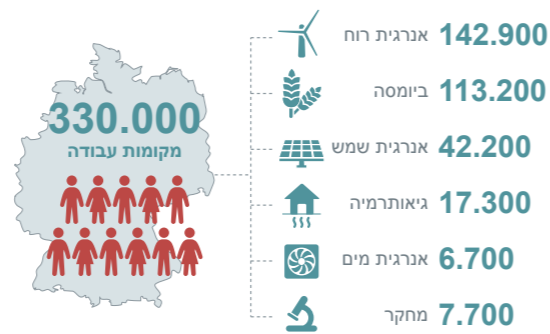
## "האם מהפך האנרגיה לא גורם לאנשים רבים לאבד את מקום עבודתם?"

### השקעות גבוהות במתקנים חדשים לכל סוגי האנרגיות המתחדשות

השקעות שנתיות במתקני ייצור בגרמניה, במיליארדי אירו



### מספר מקומות העבודה שמספקות האנרגיות המתחדשות בגרמניה, 2015



חלק ממקומות עבודה חדשים אלה תופסים את מקומן של משרות בענפי תעשייה שמתבססים בעיקר על חומרי גלם פוסיליים – בעיקר בהפקת נפט, גז ופחם, כמו גם בייצור חשמל. בנוסף ישנם גם שינויים מבניים כלליים. כך למשל מגבירה פתיחת שווקי האנרגיה באירופה את התחרות, דבר שדורש מהחברות יעילות יתרה. מכלול גורמים אלה גם מובילים להתאמת מקומות העבודה. מספר המועסקים בחברות בתחום משק האנרגיה הקונבנציונלית אכן ירד בעקבות זאת בשנים האחרונות.

מהפך האנרגיה מביא איתו השלכות חיוביות רבות. הוא מקדם חדשנות, מונע עלויות כתוצאה מיבוא אנרגיה, הוא מפחית את הנטל על הסביבה ואת פליטת גזי החממה והוא מגביר את הערך המוסף בגרמניה. במהלך הרחבת פיתוח האנרגיות המתחדשות או חידוש של מבנים, רוב ההכנסות נשארות במקום. שכן המשימות הכרוכות בעבודה רבה כגון התקנה וטיפול שוטפים מבוצעות על ידי חברות מקומיות.

באמצעות הרחבת האנרגיות המתחדשות והשקעות ביעילות אנרגיה נוצרות הגדרות תפקיד חדשות ומקומות עבודה חדשים בענפים מכווני עתיד. כך נוצרו 400,000 מקומות עבודה חדשים באמצעות הצעדים השונים למען יעילות אנרגיה בתעשייה ובמסחר, כמו כן באמצעות חידוש מבנים. תוך עשור יותר מאשר הוכפל מספר המועסקים בענף על ידי ההשקעות באנרגיות מתחדשות.



© dpa/Jens Büttner

**2004**  
לפי שעה עובדים בגרמניה 160,000 איש בענף האנרגיות המתחדשות.

**2003**  
אירופה מחליטה על סחר מחייב באשרות פליטת גזי חממה.

**2002**  
התקנה הראשונה לחסכון באנרגיה נכנסת לתוקפה: היא מציבה דרישות בנושא יעילות אנרגיה כוללת של מבנים חדשים וקיימים.



© dpa/epa Business Wire



מהפך אנרגיה בינלאומי

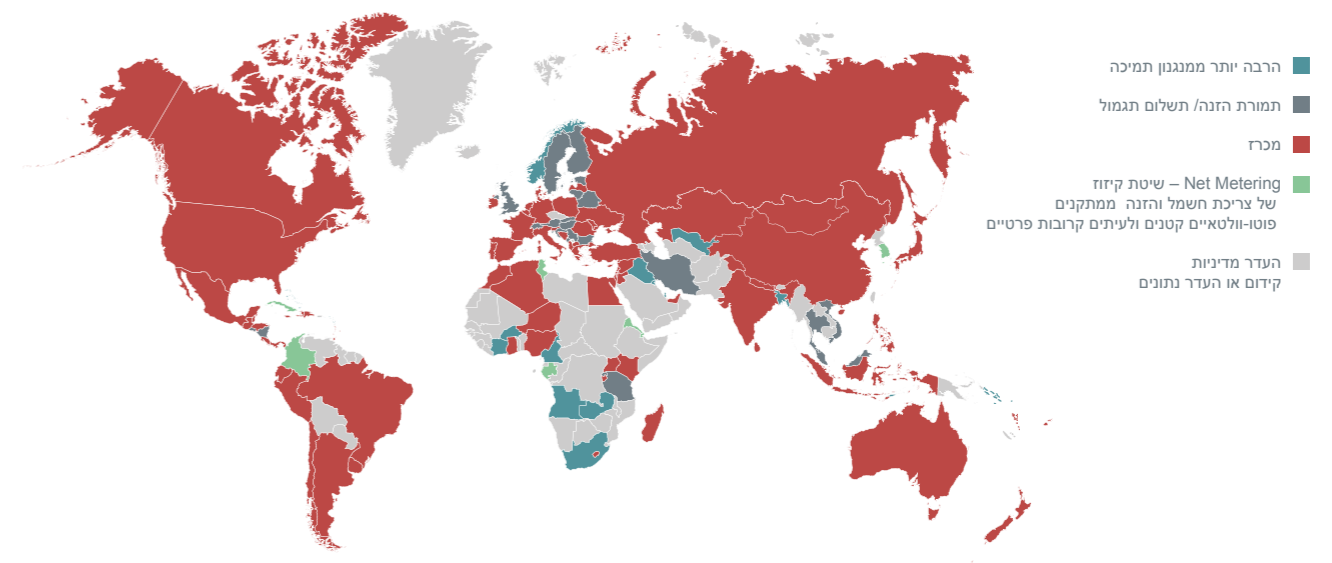
## "יתכן שבגרמניה מהפך האנרגיה מצליח – אך מה קורה עם אומות חלשות יותר מבחינה כלכלית?"

מהפך האנרגיה אינו בגדר מותרות, אלא מקדם פיתוח בר-קיימא ומוצלח כלכלית. שכן מהפך האנרגיה מאיץ חדשנות ומקדם צמיחה, רווחה ותעסוקה בענפים המכוונים לעתיד.

מחירן של טכנולוגיות חדשניות לאנרגיות המתחדשות, כגון רוח ושמש, ירדו בשנים האחרונות בכל העולם באופן משמעותי. לכך תרמו בעיקר השקעות במחקר ופיתוח שבוצעו בעוד מועד, כמו גם קידום האנרגיות המתחדשות בפתיחת השווקים במדינות מתועשות שונות, בראשן גרמניה.

### יותר מ-140 מדינות רוצות להרחיב אנרגיות מתחדשות

מדינות עם כלים מדיניים ויעדים לאנרגיות מתחדשות



הודות לירידה בעלות ההשקעות ועלויות התפעול הנמוכות ממילא, הפכו האנרגיות המתחדשות באזורים אחדים בעולם לבעלות כושר תחרות גם ללא סבסוד כלשהוא. לדוגמה, בצפון ודרום אמריקה חוות רוח ומתקנים גדולים לאנרגיה סולארית מספקים חשמל במחירים נוחים יותר מאשר תחנות כוח פוסיליות חדשות. מדינות כמו סין, ברזיל, דרום אפריקה או הודו מובילות בתחום הרחבת האנרגיות המתחדשות. אולם, מה שמקשה על הפצתן של אנרגיות מתחדשות היא העובדה שמדינות מסוימות

גם באזורים עם תשתיות חלשות, בהם יש ליצור חשמל באמצעות גנרטורים המופעלים בדיזל - עניין יקר למדי - מהוות האנרגיות המתחדשות אלטרנטיבה זולה יותר. ניתן להתקין תחנות כוח סולאריות וחוות רוח בזמן קצר יחסית, הן דורשות שלבי תכנון ובנייה קצרים בהרבה מאשר תחנות כוח גרעיניות או מבוססות פחם. כך הן מאפשרות לאנשים רבים גישה ראשונית לאנרגיה חשמלית. גם מסיבה זאת גיבשו מדינות רבות מאד תכניות קידום לאנרגיות מתחדשות.

גרמניה ממשיכה לפעול בכל העולם למען מדיניות אנרגיה בת-קיימא, חדשנית ובת השגה וחולקת את ניסיונה במהפך האנרגיה עם אחרים. קיים שיתוף פעולה הדוק עם השכנות האירופיות ושותפים בינלאומיים. גרמניה פועלת נמרצות בפורומים וארגונים רב-צדדיים ומקיימת מספר רב של שיתופי פעולה בילטרליים בתחום האנרגיה עם מדינות כגון הודו, סין, דרום אפריקה, ניגריה או אלג'יריה.

### היכן נמצא מספר המתקנים הרב ביותר בעולם?

קיבלת המתקנים להפקת חשמל עד 2015

<p><b>ביומסה</b></p> <p>1   ארה"ב 2   סין 3   גרמניה</p>	<p><b>אנרגית רוח בים</b></p> <p>1   בריטניה 2   גרמניה 3   דנמרק</p>
<p><b>גיאותרמיה</b></p> <p>1   ארה"ב 2   פיליפינים 3   אינדונזיה</p>	<p><b>אנרגית רוח ביבשה</b></p> <p>1   סין 2   ארה"ב 3   גרמניה</p>
<p><b>אנרגית מים</b></p> <p>1   סין 2   ברזיל 3   ארה"ב</p>	<p><b>פוטו-וולטאיים מתקנים</b></p> <p>1   סין 2   גרמניה 3   יפן</p>



רשת חשמל

## רשת חכמה

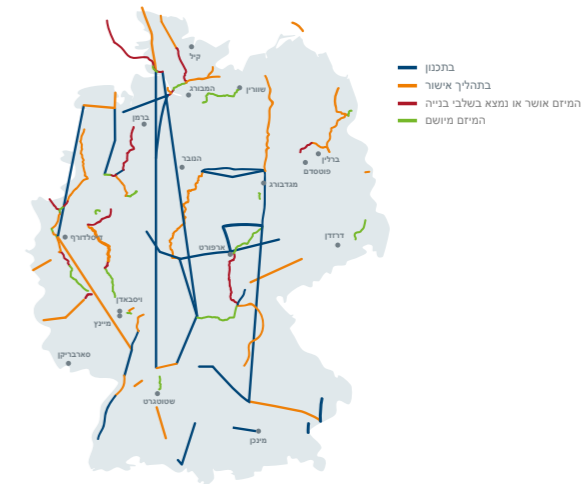
מהפך האנרגיה זקוק לתשתית מודרנית עם יכולת תפעולית גבוהה. לכן יש לפתח את קווי החשמל והגז ולהפוך את המערכת כולה לגמישה יותר. כאשר פעילות תחנות הכוח הגרעיניות בגרמניה תושבת, יעבור ייצור החשמל בעיקר לאנרגיות המתחדשות שמקורן בצפון ומזרח גרמניה. בדרום המדינה זקוקים לאנרגיה הזו. שם ניצבות רוב תחנות הכוח הגרעיניות, חיים אנשים רבים ושוכנים מפעלים תעשייתיים גדולים. לכן מתוכנן ש"אוטוסטרדות" של קווי חשמל חדשים עם טכנולוגיה יעילה במיוחד יובילו חשמל שהופק מרוח בצפון ומזרח גרמניה ישירות לדרום המדינה.

**אורכה של רשת החשמל הגרמנית הינו 1.8 מיליון קילומטרים**

**היכן מרחיבים את רשת החשמל**  
קווים מתוכננים וחדשים ברשת קווי מתח גבוה בגרמניה



זה שווה ערך ל-  
**45**  
הקפות סביב כדור הארץ בגובה קו המשווה



גם רשת החלוקה צריכה להיכנס לכושר לקראת מהפך האנרגיה. במקור היא הייתה מיועדת אך ורק לחלוקה הפרטנית של החשמל לצרכנים. היא פעלה כעין כביש חד-סטרי. כיום מזינים כמעט כל המתקנים הסולאריים וטורבינות רוח רבות את החשמל שהם מפיקים אל תוך רשת החלוקה. מה שאינו נחוץ במקום בו הופק, זורם לכיוון ההפוך. בנוסף משתנה ייצור החשמל מאנרגיות מתחדשות בהתאם לתנאי מזג האוויר. כשהשמש זורחת, המתקנים הסולאריים מפיקים כמות גדולה של חשמל, כאשר מעונן, התפוקה שלהם יורדת מהר. כדי שרשתות החלוקה תשארנה יציבות גם כאשר התפוקה משתנה, יש לפתח אותן כך שתהפוכנה לרשתות חכמות. בתוך "SMART GRID" – רשת חכמה כזאת, כל השחקנים מתקשרים ביניהם: החל מהייצור, דרך ההובלה, האגירה, החלוקה ועד לצרכן. כך ניתן לתאם בין ייצור החשמל וצריכת החשמל בצורה טובה יותר ולערוך התאמות קצרות טווח.

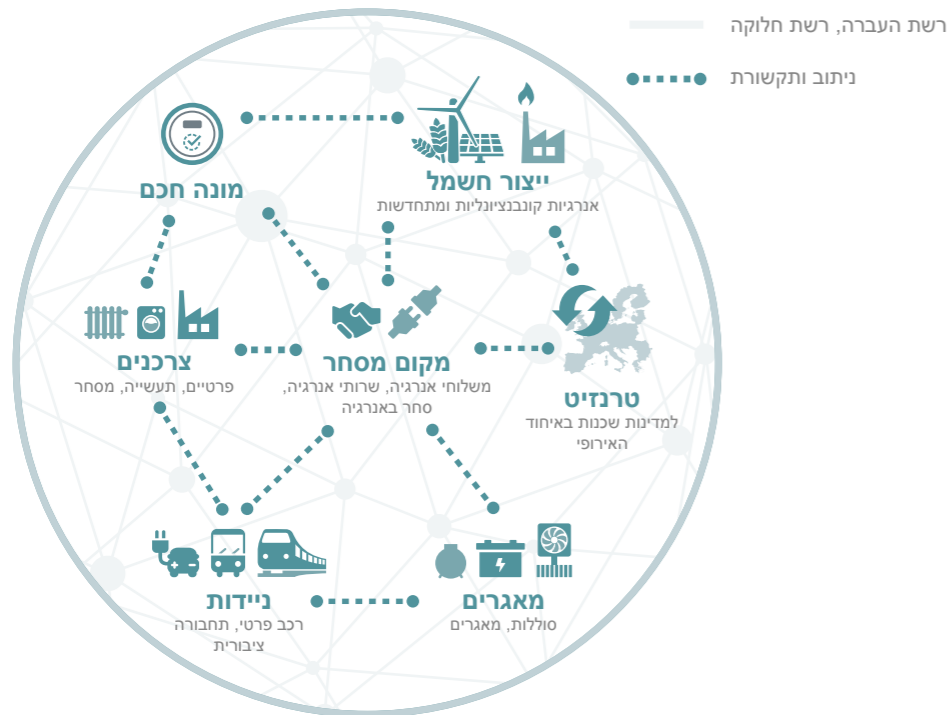


## "מהפך האנרגיה - המקבילה הגרמנית של הפרויקט Man to the moon"

פרנק-וולטר שטיינמאייר, שר החוץ הגרמני 2015

### כיכד פועלת רשת חכמה

תיאור מופשט של שחקנים, תשתיות ודרכי תקשורת



**2010**  
סוכנות האנרגיה הגרמנית מפרסמת מחקר בנושא הרחבת רשת החשמל הנדרשת עבור שיעור של כ-40% אנרגיות מתחדשות בגרמניה.

**2010**  
גרמניה מחליטה על מתווה אנרגיה עם אסטרטגיה ארוכת טווח לאספקת אנרגיה לגרמניה עד שנת 2050. האיחוד האירופי מאשר מתווה למבנים. החל משנת 2021 כל מבנה חדש אמור להיות בעל צריכת אנרגיה נמוכה ביותר.

**2009**  
החוק להרחבת קווי אנרגיה (ENLAG) מזרז אישורים להקמת קווי מתח גבוה חדשים.



© dpa/euro tuitel/de/Hans Blosssey

© dpa/Moravic Jakub

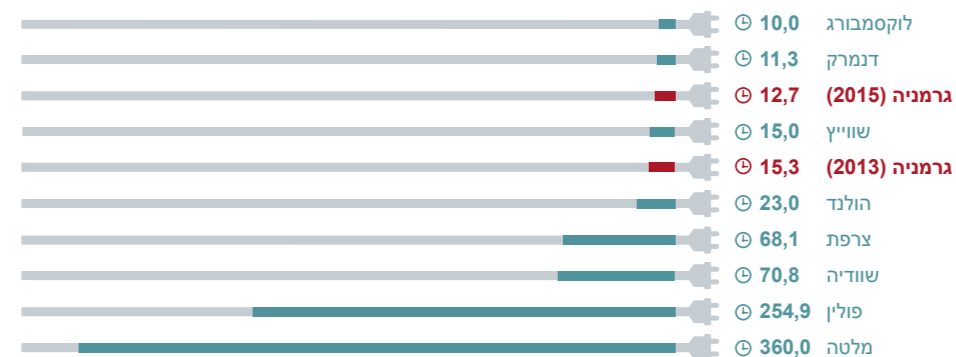


## בטחון אספקה "עם כל כך הרבה חשמל שמופק מרוח ושמס, האם האספקה בכלל יכולה להשאר בטוחה?"

אזרחי גרמניה יכולים להיות סמוכים ובטוחים שאספקת החשמל שלהם תהיה בטוחה גם בעתיד. אספקת האנרגיה בגרמניה היא מהטובות בעולם. במהלך 8,760 שעות השנה נפסק החשמל במשך 13 דקות בממוצע בלבד. נתון זה אף השתפר בשנים האחרונות, על אף השיעור ההולך וגובר של חשמל המופק מרוח ושמס.

### הפסקות חשמל הינן תופעה נדירה בגרמניה

משך ממוצע של הפסקת חשמל בדקות, 2013



רק במקרים נדירים נגרמות הפסקות החשמל על ידי תנודות בייצור החשמל. בדרך כלל הן נגרמות על ידי גורמים חיצוניים או כתוצאה מטעות אנוש. כך קרה גם בהפסקת החשמל הגדולה האחרונה שהתרחשה בחלקים מגרמניה ב-4 בנובמבר 2006. הסיבה להפסקת החשמל שנמשכה כמה שעות הייתה כיבוי מכוון של קו. הדבר גרם לעומס יתר בקווים אחרים ולתגובת שרשרת ברשת החשמל האירופית. מאז אותו אירוע שופרו מנגנוני האבטחה בגרמניה ובמדינות השכנות האירופיות עוד יותר.

על מנת למנוע מצב של מחסור הקימה גרמניה למשל רזרבה קבועה של תחנות כוח נוספות, שיש להן חשיבות רבה בעיקר בחודשי החורף. שכן בעונה זאת הצריכה הינה גבוהה במיוחד וחווות הרוח הגרמניות מפיקות את רוב החשמל. במקרה ונוצר עומס יתר על רשתות החשמל עקב הכמות הגדולה של חשמל שזורמת מהצפון לדרום, נאלצות תחנות הכוח הרזרביות להיכנס לפעולה בדרום המדינה.

כאשר נושבות רוחות חזקות. בדרך זאת יכולים צרכנים גדולים כגון מפעלים או בתי קירור להקל באופן משמעותי על המערכת כולה.

המשימה הגדולה הינה ארגון מחדש של שוק החשמל. לשם כך פתחה גרמניה בתהליך רפורמה ויישמה צעדים ראשונים. סממן חשוב הינו גמישות. על כל השחקנים בשוק החשמל להגיב בצורה הטובה ביותר לתנודות בייצור החשמל מאנרגיית השמש והרוח. בו בזמן יש צורך בתחרות בין האופציות לאיזון כדי לשמור על עלויות כוללות נמוכות.

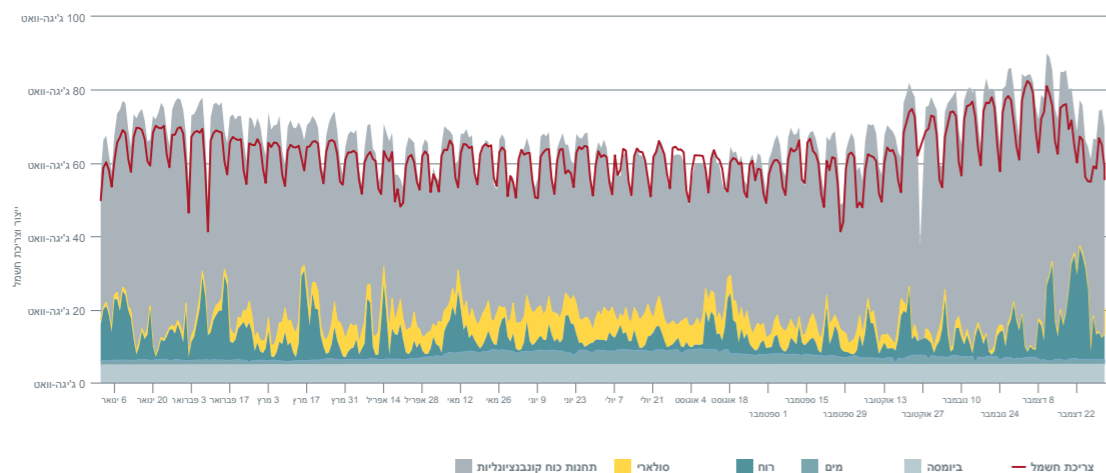
ולבסוף, שילוב ומיזוג בין שוקי החשמל באירופה שעד כה היו מחולקים לפי אזורים, כמו גם הרחבת הרשת מעבר לגבולות מדיניים מובילים ליותר יציבות וגמישות גם בגרמניה.

כבר כיום מספקות האנרגיות המתחדשות בשעות מסוימות שיעור של יותר מ-60 אחוזים מאספקת החשמל בגרמניה. ערכים אלה צפויים להמשיך ולעלות בשנים הקרובות. בתהליך זה משלימות האנרגיות המתחדשות השונות אחת את השנייה. ניסויים הוכיחו שניתן לשלב את הייצור מהמתקנים השונים, מה שמוביל לאספקת חשמל משותפת אמינה בהרבה. בתקופות של "שפל וחושך", כאשר השמש אינה זורחת והרוח אינה נושבת, מופעלות תחנות כוח קונבנציונליות גמישות. מתאימות לכך בעיקר תחנות כוח הפועלות באמצעות גז, אך גם תחנות כוח המופעלות מאנרגיה שאובה ומתקני ביו-אנרגיה מסוגלים לספק חשמל באופן מהיר. בטווח הארוך מתכננים לגשר גם על תקופות אלה באמצעות מאגרים.

תפקיד חשוב מוטל על הצרכנים עצמם. אפשר לתת להם תמריצים כדי שישתמשו בחשמל בזמנים של שפע, למשל

### תנודות בייצור מאנרגיות מתחדשות

ייצור חשמל של כל מקורות החשמל וצריכת חשמל בגרמניה במהלך שנת 2016



### 2013

גרמניה מאשרת את החוק הראשון לתכנון הביקוש הפדראלי להרחבה הנדרשת של רשת המעבר. ייצור המוני בגרמניה של הרכב הראשון המונע בשלמותו בחשמל, פרי תכנון חדש לחלוטין.

### 2012

בוועידת האקלים בדוחה מאריכים את תוקפו של פרוטוקול קיוטו עד 2020.

### 2011

בתחנת הכוח בפוקושימה, יפן, מתרחשת תאונה קשה. גרמניה מחליטה להפסיק את השימוש באנרגיה גרעינית להפקת חשמל באופן מזורז, כבר עד 2022. שמונה מתקנים ישנים מושבתים לאלתר. הנציבות האירופית מפרסמת את "מפת הדרכים לאנרגיה 2050" עם אסטרטגיה ארוכת טווח להגנת האקלים ואספקת אנרגיה באירופה.



© Paul Langrock

© dpa/Hannibal Hanschke

## מאגרים מלאי של אנרגיה



בשנת 2050 אמורים להגיע 80 אחוזים מהחשמל מאנרגיות מתחדשות, בעיקר ממתקני רוח וממתקנים פוטו-וולטאיים. אם אז יקרה פתאום מצב, בו בגרמניה לא תזרח השמש וגם לא תנשב הרוח, יזדקקו למערכת חשמל שתוכל להתאים את עצמה במהירות ובגמישות למצבים מסוג זה. אחד הפתרונות הינו מאגרי אנרגיה. בתקופות עם הרבה שמש ורוח הם מסוגלים לקלוט חשמל. הם משחררים אותו בהתאם לצורך בתקופות של שפל, חושך ושמיים מעוננים.

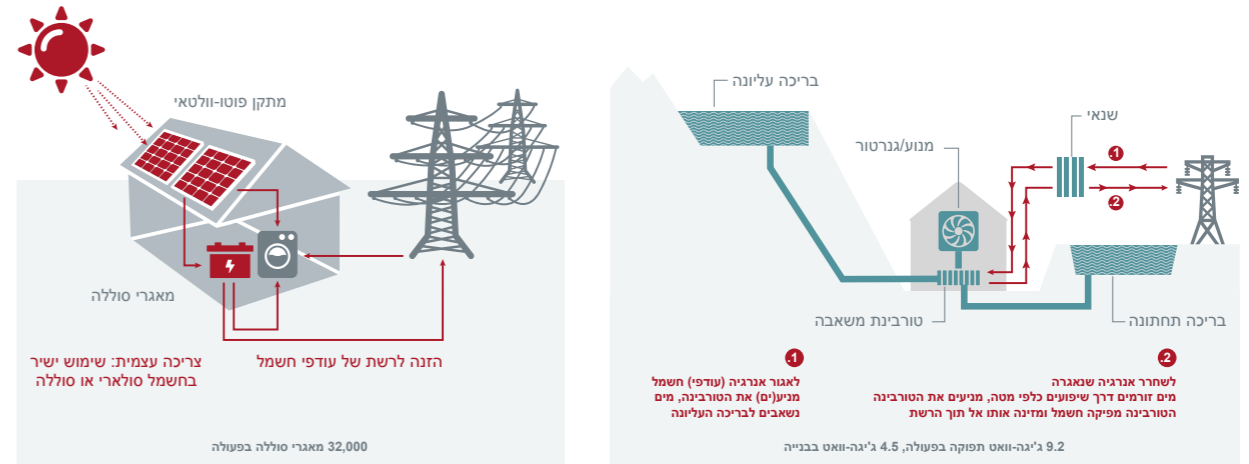
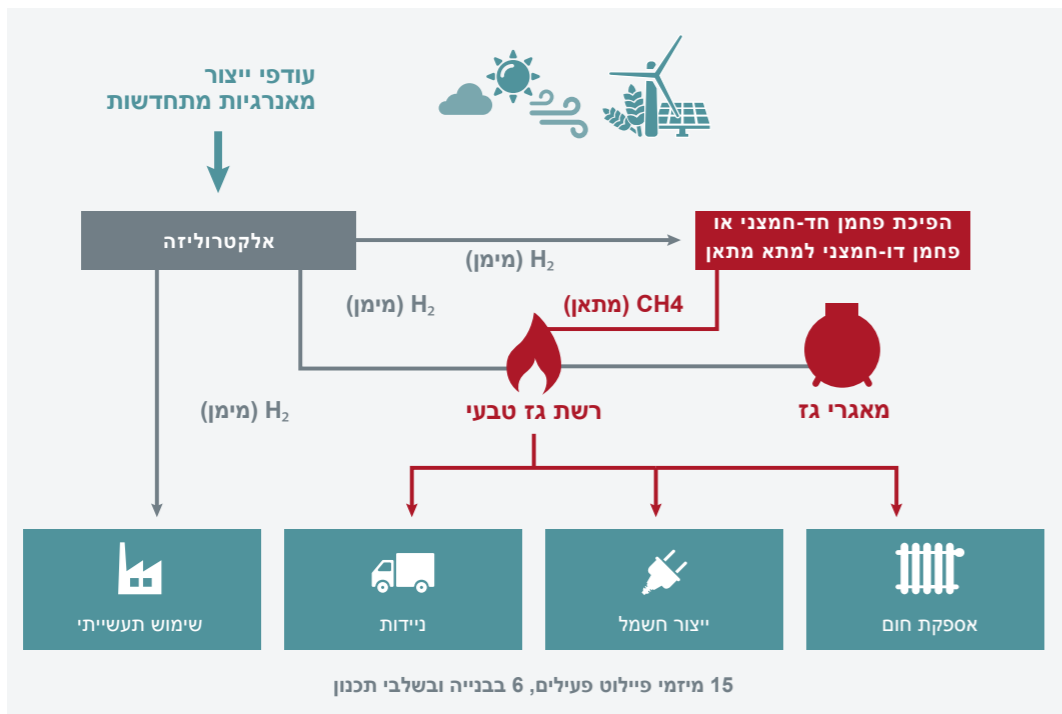
ישנם פתרונות רבים לאגירת חשמל: מאגרים לטווח קצר כגון סוללות, קבלים או גלגלי תנופה מסוגלים לקלוט ולשחרר אנרגיה חשמלית מספר פעמים ביממה. אולם הם מציעים קיבולת מוגבלת בלבד.

מאגרי אוויר דחוס מהווים אלטרנטיבה נוספת לקליטת אנרגיה לטווח הארוך. באמצעות עודפי אנרגיה דוחסים אוויר למאגרים תת קרקעיים, כמו לדוגמה מערות כיפת מלח. בשעת הצורך מפעיל האוויר הדחוס גנרטור ובכך חוזר ומייצר חשמל.

גישה חדשה לאגירת אנרגיה לטווח הארוך היא POWER TO GAS. באמצעות אלקטרוליזה הופכים חשמל שהופק מאנרגיות מתחדשות למימן או גז טבעי סינטטי. היתרונות: מימן או גז טבעי ניתן לאגור, לנצל ישירות או להזין אל תוך רשת הגז הטבעי. הם נוחים להובלה, השימוש בהם גמיש. בשעת הצורך יכולות תחנות הכוח להפוך אותם בחזרה לחשמל וחום, הצרכנים יכולים לבשל איתם או להשתמש בהם לחימום וכדלק לכלי רכב.

### להפוך חשמל לגז

עקרון הפעולה של אלקטרוליזה והפיכת פחמן חד-חמצני או פחמן דו-חמצני למתאן ושימושים אפשריים



על מנת לאגור חשמל לפרקי זמן ארוכים יותר, משתמשים בגרמניה בעיקר בתחנות כוח המופעלות מאנרגיה שאובה. כיום מחוברים לרשת הגרמנית כתשעה ג'יגה-וואט תפוקה מאנרגיה שאובה, כאשר חלק מהמתקנים מוצבים בלוקסמבורג ואוסטריה. בכך יש לגרמניה את הקיבולת הגדולה ביותר באיחוד האירופי, אם כי היכולת שלה להרחיב הינה מוגבלת. לכן קיים שיתוף פעולה אינטנסיבי עם מדינות שיש להן כמויות גדולות במאגרים. אלו הן בעיקר אוסטריה, שווייץ ונורבגיה.

**2014**  
האיחוד האירופי מחליט על יעדי אנרגיה ואקלים לשנת 2030: הפחתת גזי החממה ב-40 אחוזים, שיעור של 27 אחוזים לפחות של אנרגיות מתחדשות והורדת צריכת האנרגיה ב-27 אחוזים לפחות. גרמניה מאשרת את תכנית הפעולה הלאומית ליעילות אנרגיה ומשיקה את "תכנית הפעולה להגנת האקלים 2020".

**2014**  
גרמניה עורכת רפורמה בחוק האנרגיה המתחדשות. בפעם ראשונה נקבעים יעדי התרחבות שנתיים ומחייב אינטגרציה בשוק.

**2013**  
מתקן ה- Power to Gas הראשון בעולם בקנה מידה תעשייתי מתחיל לפעול בגרמניה.



## האזרחים ומהפך האנרגיה "ומה יוצא לאזרחים ממהפך האנרגיה?"



מהפך האנרגיה יכול לנחול הצלחה רק עם שיתוף פעולה מצד האוכלוסייה. הדבר תלוי במידה רבה בכך שהאנרגיה תישאר בת השגה עבור הצרכן הפרטי. אולם, האזרחים יכולים להנות גם באופן ישיר מהשינוי באספקת האנרגיה. כך לדוגמה, אזרחים רבים מתייעצים בנוגע לשאלה, כיצד ניתן לחסוך הכי הרבה אנרגיה בבית.

כאשר הם מחליפים מערכת הסקה ישנה או משפצים את ביתם, הם מנצלים לשם כך הלוואות עם ריבית נוחה וכספי תמיכה ממלכתיים. כאשר ברצונם לשכור דירה חדשה, הם מקבלים באופן אוטומטי מידע על צריכת האנרגיה ועל העלויות הכרוכות בכך. וכאשר הם רוצים לרכוש מכונת כביסה חדשה, מחשב או מנורה, הם יכולים לזהות על-פי התווית את יעילות האנרגיה של המוצר.

### כמה מתקנים נמצאים בבעלות האזרחים?

אחזי שותפות בתפוקה המותקנת של אנרגיות מתחדשות לייצור חשמל לפי קבוצות בעלות



**46%**  
אזרחים

(בעלות יחיד פרטית 25.2%)

איגודי אנרגיה אזרחיים 9.2%, שותפות של אזרחים 11.6%



**12,5%**  
ספקי אנרגיה



**41,5%**  
משקיעים

(משקיעים ארגוניים ומשקיעים אסטרטגיים)

© dpa/Bodo Marks

חששותיהם ומשאלותיהם, לדוגמה כאשר מתוכננת הקמת חוות רוח חדשה באזור שלהם. בנושא קווי החשמל החדשים שאמורים להוביל כמות גדולה של חשמל לאורכה ולרוחבה של גרמניה, מעורבותם אינטנסיבית במיוחד. כאן הם יכולים להביע את דעתם כבר בתהליך הבדיקה של הביקוש להרחבת הרשת ולהגיש את עמדותיהם. הציבור שותף גם בשלבי התכנון הנוספים עד להחלטה על מסלול קווי החשמל. בנוסף מקבלים האזרחים עוד טרם תחילת ההליכים הפורמליים מידע מפורט על מיזמי הקווים מצד סוכנות הרשת הפדרלית ומפעילי הרשתות.

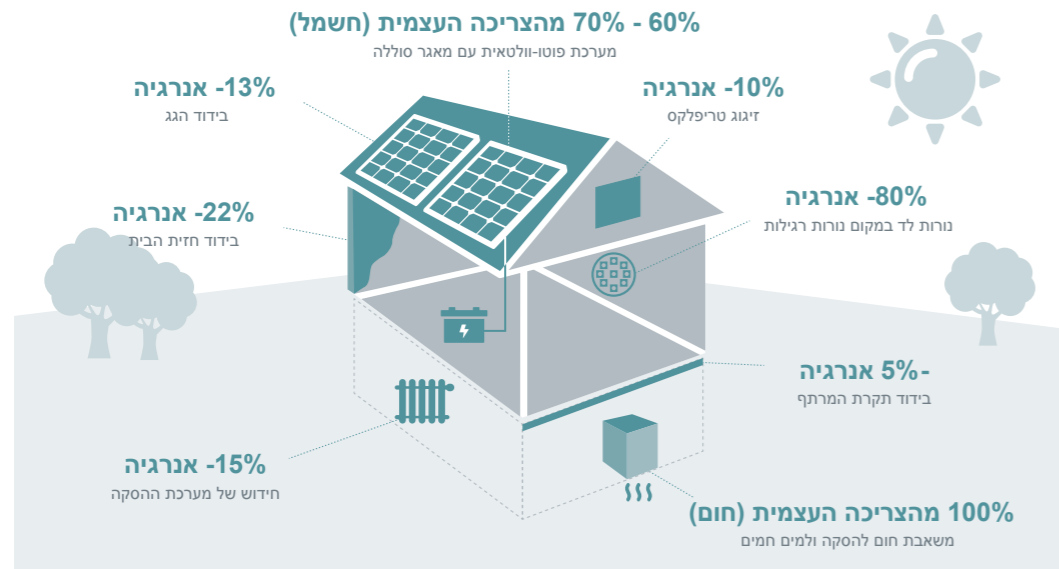
האזרחים פעילים גם במסחר האנרגיה הקלאסי. לא רק ספקי אנרגיה קטנים או גדולים מייצרים חשמל וחום, אלא האזרחים עצמם. ברשותם מתקנים סולאריים, הם שותפים בחוות רוח או מפעילים מתקני ביוגז. רבים מתוך 1.5 מיליון המתקנים הפוטו-וולטאיים בגרמניה מותקנים על גגות של בתים פרטיים. במחצית מכלל חוות הרוח בגרמניה מהווים אזרחים שותפים פיננסיים. בתחום הביו-אנרגיה תורמים חקלאים כמעת מחצית מכלל ההשקעות.

למי שאין את האפשרות לבנות בעצמו מתקן לאנרגיות מתחדשות או לממן אותו בעצמו, יכול לחבור לאנשים אחרים. כך קיימים קרוב ל-900 איגודי אנרגיה עם יותר מ-160,000 חברים. יחד הם משקיעים במיזמי מהפך האנרגיה. אזרחים יכולים להשתתף עם סכומים החל מ-100 אירו.

בנוסף יש לאזרחים זכות דיבור בנוגע לגיבוש המעשי של מהפך האנרגיה, וזאת בדרכים מגוונות. הם יכולים להביע את

### כיצד יכולים האזרחים להנות ממהפך האנרגיה בביתם?

מבחר אפשרויות ליעילות אנרגיה ולשימוש באנרגיות מתחדשות על פי דוגמה של בית פרטי משנות ה-1970



**2016**

הסכם האקלים מפריז נכנס לתוקפו ב-4 בנובמבר, אחרי ש-55 המדינות הראשונות אשררו אותו בפרלמנטים הלאומיים שלהן. גרמניה משנה את התמיכה באנרגיות מתחדשות: החל מ-2017 נערכים מכרזים לכל הטכנולוגיות.

**2015**

וועידת האקלים העולמי מתכנסת בפריז. 195 מדינות מחליטות על הגבלת התחממות כדור הארץ לשתי מעלות לכל היותר.

**2015**

נציבות אירופה מציגה מסגרת אסטרטגיה עבור איחוד אנרגיה שכוללת חמש נקודות מרכזיות: ביטחון אספקה, שוק מקומי לאנרגיה, יעילות אנרגיה, כלכלה דלת פחמן וחקר האנרגיה.

**2014**

עם שיעור של 27.4% מצריכת החשמל מהוות האנרגיות המתחדשות לראשונה את מקור האנרגיה החשוב ביותר בגרמניה.



## גלוסר / מילון מונחים – תערוכה נודדת

**מסלול הרחבה**

מסלולי הרחבה דואגים לכך, שצפי הרחבת האנרגיות המתחדשות יהיה אמין יותר, ששילובן ברשת החשמל יצליח טוב יותר ושהעלויות הנוספות לצרכן תישארנה סבירות. בחוק האנרגיות המתחדשות ישנה הגדרה נפרדת למסלול הרחבה עבור כל טכנולוגיה בתחום האנרגיות המתחדשות. אם בשנה מסוימת תחרוג התפוקה החדשה שהותקנה מהסף העליון שהוגדר, יכנסו לתוקפם שיעורי תמיכה נמוכים יותר בשנה שלאחר מכן. אם ההרחבה לא עונה על הציפיות שהוגדרו במסלול, יופחת צמצום שיעורי התמיכה או יבוטל כלל.

**מכרז**

החל משנת 2017 יקבעו תעריפי התמיכה לפרויקטים חדשים בתחום חוות הרוח או מתקנים פוטו-וולטאים גדולים באמצעות מכרזים. מפרסמים מכרזים למספר פרויקטים בו זמנית ובעלי עניין מגישים את הצעתם לפרויקטים הרלבנטיים עם סכום תמורה התחלתי. בדרך זאת מבררים מחיר שוק הוגן לחשמל מאנרגיות מתחדשות, במקום לקבוע אותו בחוק. כדי לבדוק את ההליך ולשפרו נערכו בשנת 2015 כבר שלושה סבבים של מכרזים לפרויקטים פוטו-וולטאים גדולים.

**סוללה**

סוללות הינן מאגרים כימיים למטענים חשמליים. כאשר מחברים אליהן מעגל חשמלי, הן מתרוקנות וזורם חשמל. סוללות נטענות שפועלות למשל במכוניות חשמליות או טלפונים ניידים מוגדרות כאקומולטורים – מצברים. גם בשילוב עם אנרגיות מתחדשות, כגון מתקנים פוטו-וולטאים, משתמשים במצברים. כאן מגדירים אותם כמאגרי סוללה. סוללות מסוגלות לאגור רק כמות מסוימת של מטען חשמלי שהוא מוגבל על ידי הקיבולת שלהן (הנמדדת באמפר- שעה או אמפ"ש).

**תא דלק**

תאי דלק הינם תחנות כוח קטנות שהופכות אנרגיה כימית לאנרגיה חשמלית ובדרך זאת מפיקות חשמל. משתמשים בהם למשל לתפעול רכבים חשמליים או באזורים ללא רשת חשמל. לעיתים קרובות נדרשים רק מימן וחמצן כחומרי גלם. בסוג זה של הפקת אנרגיה לא נוצרים גזים שמזיקים לאקלים, אלא אדי מים בלבד. ניתן להפיק את המימן הדרוש ליצור החשמל באמצעות חשמל שהופק מאנרגיות מתחדשות (ראה ערך POWER TO GAS). עם זאת, ישנם תאי דלק ששתמשים בחומרי גלם אחרים, כגון מתאנול.

**צריכת חשמל כוללת (ברוטו)**

על מנת לקבוע את צריכת החשמל הכוללת של מדינה מסוימת, מחברים בין החשמל שהופק בתוך המדינה ויבוא החשמל ממדינות אחרות. מסכום זה מחסירים את כמות החשמל המיוצא.

חשמל שהופק במדינה עצמה	
+ יבואי חשמל	
- יצוא חשמל	
= צריכת חשמל כוללת	

**שיתוף מכוניות (קאר שרינג)**

במסגרת ה"קאר שרינג" חולקים כמה משתמשים מכונית אחת. לשם כך הם בדרך כלל נרשמים כלקוחות בחברה לה שייכות המכוניות. כאשר הם זקוקים למכונית, הם יכולים לשכור אחת מהן. בשונה מחברות השכרת רכב מסורתיות, בחברות קאר שרינג ניתן להשתמש ברכב גם לפרקי זמן קצרים מאד ולהזמין אותו בהתרעה של חצי שעה בלבד. עיריות ומועצות רבות הקימו מגרשי חנייה בלעדיים לרכבי קאר שרינג. בנוסף יש באפשרותן לפתוח נתיבי תחבורה ציבורית עבור רכבי קאר שרינג.

**פוטנציאל התחממות הגלובלית (GWP)**

פוטנציאל התחממות גלובלית הינו ערך להשוואת ההשלכות שיש לתרכובת כימית על אפקט החממה, לרוב לפרק זמן של 100 שנה. הפחמן הדו-חמצני מדורג כערך 1 בדירוג. כאשר לחומר יש ערך (GWP) בדרגה 25, פליטה של קילוגרם של חומר זה מזיק פי 25 מאשר פליטת קילוגרם אחד של פחמן דו-חמצני. חשוב: ערך ה- (GWP) אינו מצביע על תרומתה המעשית של תרכובת כימית מסוימת לשינוי האקלים.

**מאגר אוויר דחוס**

במאגר אוויר דחוס משתמשים באנרגיה חשמלית על מנת לאגור אוויר דחוס שהוזרק תחת לחץ למערכת מערות תת-קרקעית. בעת הצורך ניתן לשחרר את האוויר הדחוס דרך טורבינה וכך לייצר חשמל. עד כה בקושי מיישמים את הטכנולוגיה הזאת. עם זאת, היא נחשבת לאופציה לאגירת עופדי ייצור חשמל שהופק ממקורות של אנרגיות מתחדשות. תצורות סלע הנחשבות למאגרים בטוחים הינם כיפות מלח חלולות ואטומות לאוויר. בהכנת מערות הלח כמתקני אגירה צריך להתגבר על מספר אתגרים גאולוגיים. במקרה והמערכת תתברר בדיעבד כבלתי יציבה, אין כל אפשרות לייצב אותה מאוחר יותר. בנוסף, אסור לשבש את המתח הגאולוגי בקרקע הסובבת את מערכת האגירה.

**תקופת "שפל וחושך"**

תקופות בהן מתקני רוח ומתקנים פוטו-וולטאים אינם מסוגלים לספק חשמל מוגדרות כתקופות של "שפל וחושך". לילות מעוננים, ללא רוח במולד הלבנה (בראש חודש) נחשבים למקרים קיצוניים. בתקופות אלה חייבים לפנות למקורות אנרגיה אחרים או לאנרגיה שנאגרה בעוד מועד שימלאו את מקומם, על מנת לענות על הביקוש לאנרגיה.

**היטל האנרגיות המתחדשות**

לפי חוק האנרגיות המתחדשות ממנים כל צרכני החשמל בגרמניה את העלויות הנוספות על חשמל שהופק מאנרגיות מתחדשות, זאת באמצעות היטל על מחירי החשמל. גובה ההיטל נקבע לפי ההפרש בין הכספים המשולמים למפעילים לבין ההכנסות משיווק החשמל בבורסת האנרגיה. חברות עם תצרוכת חשמל גבוהה מאד אינן צריכות לשלם את מלוא ההיטל.

**תעריף הזנה**

חוק האנרגיות המתחדשות מבטיח למפעילי חוות רוח ומתקנים סולאריים תשלום מינימום עבור החשמל שהופק לתקופה מוגדרת. שנת התחלת התפעול של המתקן היא הגורם המכריע בקביעת גובה התשלום. התשלום יורד משנה לשנה, כיוון שהתקדמות טכנולוגית ושימוש רחב יותר בטכנולוגיות גורמים לירידה מתמדת בעלויות ההשקעות. בגרמניה יחליף בשנים הקרובות הליך המכרזים (ראה ע' מכרז) את תעריפי ההזנה שהיו קבועים עד כה.

**אנרגיות מתחדשות**

עם האנרגיות המתחדשות נמנות אנרגית רוח, אנרגיה סולארית (מערכת פוטו-וולטאית או תרמו סולארית), אנרגיה גאותרמית, ביומסה, אנרגית מים ואנרגיה ימית. בתחום אנרגית המים יש פרשנויות שונות: לפי סטטיסטיקות רבות אנרגית המים הקטנה נמנית עם האנרגיות המתחדשות, אולם לעיתים קרובות תחנות כוח גדולות המופעלות במים עם תפוקה מותקנת החל מ-50 מגוואט לא נחשבות כמקור אנרגיות מתחדשות. בניגוד למשאבי אנרגיה מקובלים כגון פחם, נפט ואנרגיה גרעינית, אנרגיות מתחדשות אינן צורכות חומרי גלם מוגבלים במהלך הפקת החשמל. הביומסה הינה יוצאת דופן. היא נחשבת כניטרלית מבחינת אקלים אך ורק כאשר לא מעובדת כמות גדולה יותר של חומרי גלם מזאת שנוצרת מחדש באותו פרק זמן.

אנרגיה גאותרמית הינה יעד לביקורת תכופה. בין היתר עלולה הפעילות הגיאולוגית לגרום לרעידות אדמה או הוביל לכך שהאדמה מתרוממת בצורה כזאת, שלא ניתן יותר להתגורר במבנים העומדים מעל אותו מקום.

**יעילות אנרגיה**

יעילות אנרגיה מצביעה על מידת התועלת ביחס לאנרגיה המושקעת, או במילים אחרות כמה אנרגיה יש להפעיל על מנת להפיק תועלת מסוימת. ככל שעולה יעילות האנרגיה, יורדת כמות האנרגיה הנחוצה על מנת להפיק את התועלת הרצויה. למבנה עם יעילות אנרגיה גבוהה דרושה למשל פחות אנרגיה לחימום או קירור מאשר למבנה דומה עם יעילות אנרגיה נמוכה. יצור תעשייתי ותחבורה מהווים תחומים נוספים בהם חשיבותה של יעילות אנרגיה הולכת וצוברת משמעות (או: משקל). עבור חברות הופכים צעדים להתייעלות אנרגיה למעניינים כאשר חוסכים באמצעותם יותר כסף מעלות ההשקעה הנדרשת ליישומם. גם צרכנים פרטיים יכולים לתרום לחיסכון באנרגיה כאשר הם משתמשים במכשירים יעילים במיוחד מבחינת אנרגיה. במדינות רבות מסומנים מקררים, מכשירי טלוויזיה, מכונות כביסה וכו' בתוויית לצרכן באמצעותה ניתן לזהות מיד את מידת יעילות האנרגיה של המכשיר.

**סחר פליטות**

באירופה יש ערך שוק לפליטות הפחמן הדו-חמצני. משק האנרגיה וחלקים נרחבים של התעשייה נדרשים להציג תעודות עבור כל טון של גזי חממה שהם פולטים. במידה שיש בידם מעט מדי היתרים, עליהם לרכוש אותם בבורסות מיוחדות. במידה והם חוסכים ומפחיתים את הפליטות שלהם, הם יכולים למכור תעודות עודפות. העובדה שכמות התעודות הכוללת יורדת משנה לשנה, מהווה תמריץ לחברות, להשקיע בצעדים לחיסכון באנרגיה או להשתמש באנרגיות אחרות שפחות מזיקות לאקלים.

**צריכת אנרגיה סופית / אנרגיית קצה ?**

את שיעור האנרגיה המגיע לצרכן בפועל מגדירים כצריכת אנרגיה סופית / אנרגיית קצה. ערך זה לא כולל גורמים כגון איבוד אנרגיה בקויום או הפסדים שנגרמים על ידי רמת התפעול של תחנות כוח. כאשר נוצרים הפסדים אצל הצרכן עצמו, למשל על ידי התחממות של ספק כוח, הם נכללים בצריכת האנרגיה הסופית.

**שוק אירופי מקומי**

המדינות החברות באיחוד האירופי מהוות שוק אירופי מקומי. שוק מקומי זה מבטיח תנועה חופשית של חסורות, שירותים, הון ובצורה מוגבלת גם של אנשים מעבר לגבולות המדינות. לדוגמה, במעברי הגבול לא מטילים מכס או היטלים אחרים על חסורה ושירותים. גם חשמל, גז ונפט זורמים ממדינה למדינה. אולם, תשתית קווי החשמל והגז הקיימת עדיין אינה מספיקה כדי להבטיח את פעילותו של שוק אירופי מקומי לאנרגיה. עדיין גם יש צורך בתקנה אחידה חוצה גבולות. שני נושאים

אלה צפויים לבוא על פתרונם בשנים הקרובות כדי להבטיח מחירי חשמל מאוזנים באיחוד האירופי ולהגביר את ביטחון האספקה.

**איגודי אנרגיה**

איגודים כפי שאנו מכירים אותם כיום בגרמניה הינם רעיון מהמאה ה-19 שהתבסס בינתיים. פרידריך ווילהלם רייפאיץן והרמן שולצה-דליטש הקימו בו זמנית את שני האיגודים הגרמנים הראשונים. הרעיון גורס שמספר אנשים עם עניין כלכלי משותף מתאגדים ומקבלים בדרך זו כוח שוק גדול יותר, לדוגמה בצורה של איגוד רכש. בגרמניה מעוגנת צורה מיוחדת זאת של תאגיד בחוק פרטני. בתחום אספקת האנרגיה קיימים איגודים כאלה כבר זמן רב. בתחילת עידן החשמול בגרמניה, אזורים כפריים לא יכלו לעמוד בקצב של הערים הגדולות והקימו איגודי אנרגיה כדי לספק חשמל לעצמם. אחדים מאיגודי אנרגיה אלה קיימים עד היום. בעקבות מהפך האנרגיה מודל האיגודים זוכה לתחייה. רוב השותפים הינם אנשים פרטיים שממנים למשל בניית מתקנים סולאריים או חוות רוח.

**תפוקת אנרגיה**

תפוקת האנרגיה מציינת, איזה ערך כלכלי (חלק מהתוצר המקומי גולמי) מרוויחים מכל יחידת אנרגיה שהותקנה. ביחס לכלכלה מדינית משמשת האנרגיה הראשונית כבסיס לחישוב.

**חידוש מבנים**

בזמן חידוש אנרגטי של מבנים קיימים מסלקים נקודות טורפה, בהן מתבזזת יותר אנרגיה ממה שנחוץ לפי הטכנולוגיות שעומדות לרשותנו כיום. צעדי שיפור אפשריים כוללים למשל בידוד מעטפת הבניין, כלומר קירות חיצוניים וגגות או התקנת חלונות חדשים, מבודדים. צעד נוסף הינו חידוש מערכת ההסקה.

**קבלים**

קבלים מסוגלים לאגור חשמל לפרק זמן קצר. קבל עשוי משני מרכיבים, לדוגמה כדורים או פלטות ממתכת. מרכיב אחד בעל טעינה חיובית והשני בעל טעינה שלילית. כאשר מחברים ביניהם, זורם חשמל, עד שהטעינות משתוות.

**פרוטוקול קייטו**

בשנת 1997 הסכימו המדינות החברות באומות המאוחדות לשינויי אקלים (UNFCCC) שהתכנסו בעיר קייטו ביפן על נתוני יעד להפחתת פליטת גזי חממה עד שנת 2012. נקודת ההשוואה הינה המצב בשנת 1990. יותר מ-190 מדינות אישררו את האמנה. בוועידת האקלים של האו"ם בדוחא הוחלט על תקופת התחייבות נוספת עד 2020. פרוטוקול קייטו הקדים את הסכם האקלים מפריז מדצמבר

2015 והוביל לגיבושו. בהסכם פריז קבעו המדינות החברות ב-UNFCCC, שמספרן עלה בינתיים ל-196 מדינות, הגבלת ההתחממות הגלובלית של כדור הארץ לפחות מ-2 מעלות צלזיוס.

**מבנה בעל צריכת אנרגיה נמוכה ביותר**

ההגדרה של מבנה בעל צריכת אנרגיה נמוכה ביותר מתייחסת לבניינים הצורכים כמות קטנה במיוחד של אנרגיה. באיחוד האירופי אמורים כל המבנים החדשים אשר יבנו החל משנת 2021 לעמוד בתקן הנושא את השם הזה. לגבי מבני ציבור יכנסו התקנות לתוקף כבר בשנת 2019. בגרמניה צריכת אנרגיה ראשונית בבתים כאלה רשאית להגיע עד 40 קוט"ש / מ"ר בשנה בלבד.

**תנורי פלט**

פלט עץ (PELLET) הינם מקלות או כדורים קטנים העשויים מנסורת או פסולת מעיבוד עץ דחוסים. הם משמשים חומר בעירה בתנורים מיוחדים. הדחיסה מעניקה להם צפיפות אנרגטית גבוהה מחד וצורך מופחת בשטח אחסון מאידך, בהשוואה לעצים להסקה למשל. תנורי הסקה מבוססי פלט נחשבים "ניטרליים מבחינת אקלים", כי בשריפת הפלט נפלטת אותה כמות פחמן דו-חמצני שהייתה מצויה קודם לכן בצמח.

**POWER-TO-GAS – (אלקטרוליזה, הפיכת פחמן חד-חמצני או דו-חמצני למתאן)**

שיטת POWER-TO-GAS הינה טכנולוגיה המאפשרת אגירה ארוכת טווח של אנרגיה חשמלית עודפת. בתהליך דו-שלבי מייצרים מהחשמל גז שמאוחסן במאגרי גז וניתן להפצה דרך רשת הגז. בצעד הראשון משתמשים בחשמל לפירוק תרכובת המים לחמצן ומימן באמצעות אלקטרוליזה. את המימן שמתקבל כתוצאה מכך ניתן להזין ישירות לרשת החשמל בכמות מוגבלת או להפכו בצעד נוסף (הפיכה למתאן) לגז. תהליך ההפיכה למתאן מייצר מתאן ומים על ידי הוספה של פחמן דו-חמצני. מתאן הינו המרכיב העיקרי בגז טבעי וניתן להזין אותו לרשת הגז בלי בעיה.

**אנרגיה ראשונית / צריכת אנרגיה ראשונית**
אנרגיה ראשונית הינה סך כל תשומות האנרגיה ממקורות האנרגיה כגון פחם, נפט, שמש או רוח, העומדת לרשותנו. בזמן הפיכתה לאנרגיה סופית (ראה ע' אנרגיה סופית) נוצרים גירעונות שגובהם תלוי במקור האנרגיה המקורי, למשל בזמן ייצור החשמל או בשינוע. לכן צריכת האנרגיה הראשונית תמיד גבוהה יותר מצריכת האנרגיה הסופית.

**אגירה שאובה**

אגירה שאובה או מתקני אגירה שאובה לייצור חשמל הינם טכנולוגיה בדוקה לשימור או אגירת אנרגיה

על ידי ניצול הפרשי הגבהים בין שני מאגרי מים. היא עושה שימוש בחשמל עודף מהרשת כדי לשאוב מים למאגר מים העליון. בעת הצורך מזרמים מים מהמאגר העליון לתחתון והם מפעילים טורבינה שמייצרת חשמל.

**פסולת גרעינית**

פסולת גרעינית נוצרת בין היתר בזמן השימוש באנרגיה גרעינית לייצור חשמל. בתהליך זה מתבצע ביקוע חומרים גרעיניים המצויים במוטות דלק וכתוצאה מכך נוצרים חומרים אחרים. בשלב מסוים אלה כבר לא ניתן להשתמש בהם יותר, אך הם נשארים רדיואקטיביים. בהתחלה מדובר על איזוטופים של היסודות אורניום, פלוטוניום, נפטוניום, יוד, צסיום, סטרונציום, אמרציום, קובלט ועוד. עם הזמן נוצרים חומרים רדיואקטיביים נוספים, בעת שהם עוברים תהליכי דעיכה. את הפסולת הזאת חייבים לאחסן בצורה בטוחה לפרקי זמן ארוכים ביותר, על מנת למנוע נזקים לאדם ולטבע. פסולת בעלת רמת רדיואקטיביות גבוהה צריכים לאחסן למשך מיליון שנה בצורה בטוחה. פסולת בעלת רמה בינונית דורשת אמצעי מיגון מצומצמים יותר ופסולת בעלת רמה חלשה כמעט ואינה דורשת אמצעי מיגון. עם זאת, גם אם החומרים האלה יש לאחסן בצורה בטוחה ולטווח ארוך.

**תחנת כוח רזרבית**

תחנות כוח רזרביות נכנסות לפעולה כאשר נוצר מחסור פתאומי באספקת החשמל. מכיוון שצריך להפעיל ולכבות אותן במהירות, מתאימות לכך במיוחד תחנות כוח המופעלות בגז.

**מאגר גלגל תנופה**

מאגרי גלגל תנופה יכולים לקלוט חשמל עודף מהרשת לטווח קצר. האנרגיה החשמלית נאגרת באופן מכני. מנוע חשמלי מפעיל גלגל תנופה.

האנרגיה החשמלית הופכת לאנרגיה סיבובית. בעת הצורך בשחרור האנרגיה יפעיל הגלגל מנוע חשמלי. בדומה לסוללות, גלגלי תנופה מתאימים להרכבה מודולרית. העיקרון העומד ביסוד שיטה זאת מוכר מאז ימי הביניים, גם אם באותם ימים עדיין לא בשילוב זרם חשמלי. גלגלי תנופה מתאימים במיוחד לקליטת תפוקת שיא קצרת מועד על מנת להזינה במהירות לרשת.

**רשת חכמה**

רשת חכמה הינה רשת אספקת חשמל, בה כל המרכיבים נמצאים בתקשורת זה עם זה, החל ממקור הייצור, דרך קווי החלוקה והמאגרים, ועד לצרכן. הדבר מתאפשר באמצעות העברת נתונים דיגיטלית, אוטומטית. התקשורת המהירה מסייעת למנוע מצבי מחסור פתאומי או ייצור יתר של חשמל ולהתאים את אספקת החשמל לדרישות כל המעורבים בעניין. הצורך בפתרונות מסוג זה נוצר במיוחד עקב הזנה לא סדירה של חשמל ממקורות

מתחדשים לרשת. בו בזמן מאפשרות רשתות חכמות לכוון את התצרוכת באמצעות מודלים גמישים של קביעת מחיר החשמל.

**רשת החשמל – רשת מתח על-עליון – רשת חלוקה**

רשת החשמל הינה אמצעי השינוע לזרם חשמלי. בגרמניה ובמדינות אחרות רבות רשת החשמל מורכבת מארבע רמות שכל אחת מהן עובדת במתח חשמלי שונה: מתח על-עליון (220,000 או 380,000 וולט), מתח גבוה (60,000 עד 220,000 וולט), מתח בינוני (6,000 עד 60,000 וולט) ומתח ביתי ותעשייתי (230 או 400 וולט). הרשת בעלת המתח הנמוך יותר מיועדת לאספקת חשמל לצרכנים פרטיים כגון משקי בית. רשתות קווי מתח על-עליון עובדות עם מתח בערך פי אלף יותר גבוה והן מובילות כמויות חשמל גדולות למרחקים גדולים. באמצעות מתח גבוה ממשיכים לפזר את החשמל אל הרשתות בעלות המתח הבינוני או הנמוך יותר. רשתות המתח הבינוני אמנם מחלקות את החשמל הלאה, אך גם מספקות חשמל ללקוחות גדולים כגון תעשייה ובתי חולים. משקי בית פרטיים מקבלים את החשמל שלהם מהרשת בעלת המתח הנמוך יותר.

**גזי חממה**

גזי חממה משנים את האטמוספירה כך, שקרני שמש המוחזרים מפני כדור הארץ אינם יכולים להיפלט אל החלל, אלא מוחזרים שוב מהאטמוספירה ונזרקים שנית לכיוון כדור הארץ. בכך הם תורמים באופן מכריע להתחממות כדור הארץ. האפקט דומה לנעשה בחממה, כדור הארץ מתחמם. גז החממה הידוע ביותר הינו פחמן דו-חמצני הנוצר בעיקר בשריפת חומרי גלם פוסליים כגון נפט, גז ופחם. גזי חממה אחרים ידועים הם לדוגמה מתאן או פחמן פלואור וכלור (CFC).

**משאבת חום**

משאבות חום קולטות אנרגיה תרמית מהסביבה, למשל מרבדים עמוקים יותר בבטן האדמה. חום זה משמש ליצירת מים חמים או לחימום בניינים. את החשמל הנדרש לפעולה ניתן להפיק באמצעות אנרגיות מתחדשות. המקרר מתבסס על אותו העיקרון: הוא אמנם מקרר את פנים המכשיר, אך מפיץ חום כלפי חוץ.

## רשימת מקורות

מרשל מרקל, ראש ממשלת גרמניה, עם נאנסי בלינכן, ראש ממשלת צרפת, ב-17 במרץ 2017

מרשל מרקל, ראש ממשלת גרמניה, עם נאנסי בלינכן, ראש ממשלת צרפת, ב-17 במרץ 2017

<b>Merkel, A. (2015):</b> Speech of Federal Chancellor Merkel on the occasion of the new year’s reception of Bundesverband Erneuerbare Energie e.V. (BEE) on 14 January 2015.	<b>Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (2014):</b> Stromnetzlänge entspricht 45facher Erdumrundung.
<b>Ratgeber Geld sparen (2015):</b> Kühlschränk A+++ Ratgeber und Vergleich. As of November 2015.	<b>Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (2016):</b> BDEW zum Strompreis der Haushalte. Strompreisanalyse Mai 2016.
<b>REN21 (2016):</b> Renewables 2016. Global Status Report. 2016.	<b>Council of European Energy Regulators (2015):</b> CEER Benchmarking Report 5.2 on the Continuity of Electricity Supply – Data update.
<b>Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2014):</b> Gebiet und Bevölkerung – Haushalte.	<b>Deutsche Energie Agentur GmbH (2012):</b> Der dena-Gebäudereport 2012. Statistiken und Analysen zur Energieeffizienz im Gebäudebestand.
<b>Statistisches Bundesamt (2014):</b> Bevölkerungsstand.	<b>Deutsche Energie Agentur GmbH (2014):</b> Der dena-Gebäudereport 2015. Statistiken und Analysen zur Energieeffizienz im Gebäudebestand.
<b>Statistisches Bundesamt (2015):</b> Preise. Erzeugerpreise gewerblicher Produkte (Inlandsabsatz) Preise für leichtes Heizöl, schweres Heizöl, Motorenbenzin und Dieselkraftstoff. Lange Reihen.	<b>Deutsche Energie-Agentur (2013):</b> Power to Gas. Eine innovative Systemlösung auf dem Weg zur Marktreife.
<b>Statistisches Bundesamt (2015):</b> Umsätze in der Energie-, Wasser- und Entsorgungswirtschaft 2013 um 1,6% gesunken.	<b>Deutsche Energie-Agentur (2015):</b> Pilotprojekte im Überblick.
<b>Statistisches Bundesamt:</b> Umweltökonomische Gesamtrechnungen, Werte für 2015 on https://www.destatis.de/	<b>Deutscher Bundestag (2011):</b> Novelle des Atomenergiegesetzes 2011.
<b>trend:reseach Institut für Trend- und Marktforschung, Leuphana Universität Lüneburg (2013):</b> Definition und Marktanalyse von Bürgerenergie in Deutschland.	<b>DGRV – Deutscher Genossenschafts- und Raiffeisenverband e.V. (2014):</b> Energiegenossenschaften. Ergebnisse der Umfrage des DGRV und seiner Mitgliedsverbände.
<b>Umweltbundesamt (2015):</b> Emissionsberichterstattung Treibhausgase Emissionsentwicklung 1990-2013 – Treibhausgase.	<b>EnBW (2015):</b> Pumpspeicherkraftwerk Forbach – So funktioniert ein Pumpspeicherkraftwerk.
<b>Umweltbundesamt (2015):</b> Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen 1990-2013.	<b>entsoe (2014):</b> 10-year Network Development Plan 2014.
<b>Umweltbundesamt (2015):</b> Presseinfo 14/2015: UBA-Emissionsdaten 2014 zeigen Trendwende beim Klimaschutz.	<b>European Environment Agency (2016):</b> Annual European Union greenhouse gas inventory 1990-2014.
<b>Umweltbundesamt (2016):</b> Treibhausgas-Emissionen in Deutschland.	<b>Filzek, D., Göbel, T., Hofmann, L. et al. (2014):</b> Kombikraftwerk 2 Abschlussbericht.
<b>Umweltbundesamt (2016):</b> UBA-Emissionsdaten für 2015 zeigen Notwendigkeit für konsequente Umsetzung des Aktionsprogramms Klimaschutz 2020.	<b>GWS (2013)</b> Gesamtwirtschaftliche Effekte energie- und klimapolitischer Maßnahmen der Jahre 1995 bis 2012.
<b>Zetsche, D. (2009):</b> Speech at the World Mobility Forum Stuttgart, January 2009.	<b>IEA (2016):</b> World Energy Outlook 2016 Summary, November 2016.
	<b>Intergovernmental Panel on Climate Change (2014):</b> Climate Change 2014. Synthesis Report.
	<b>International Renewable Energy Agency (2015):</b> Renewable Power Generation Costs in 2014.
	<b>IRENA (2015):</b> Renewable power generation cost in 2014.
	<b>KfW (2015):</b> Energieeffizient bauen und sanieren. KfW-Infografik.
	<b>Kraftfahrt-Bundesamt (2016):</b> Fahrzeugbestand in Deutschland.

<b>AG Energiebilanzen e.V. (2016):</b> Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2015.	<b>AG Energiebilanzen e.V. (2016):</b> Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2015.
<b>Agora Energiewende (2015):</b> Agorameter – Stromerzeugung und Stromverbrauch.	<b>Agora Energiewende (2015):</b> Agorameter – Stromerzeugung und Stromverbrauch.
<b>Auswärtiges Amt (2015):</b> Speech of Frank-Walter Steinmeier on the opening of the Berlin Energy Transition Dialogue 2015.	<b>Auswärtiges Amt (2015):</b> Speech of Frank-Walter Steinmeier on the opening of the Berlin Energy Transition Dialogue 2015.
<b>BMWi und BMBF:</b> Energiespeicher – Forschung für die Energiewende. /	<b>BMWi und BMBF:</b> Energiespeicher – Forschung für die Energiewende. /
<b>Bundesamt für Strahlenschutz (2016):</b> Kernkraftwerke in Deutschland: Meldepflichtige Ereignisse seit Inbetriebnahme.	<b>Bundesamt für Strahlenschutz (2016):</b> Kernkraftwerke in Deutschland: Meldepflichtige Ereignisse seit Inbetriebnahme.
<b>Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2015):</b> Atomenergie – Strahlenschutz.	<b>Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2015):</b> Atomenergie – Strahlenschutz.
<b>Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2014):</b> Die Energie der Zukunft. Erster Fortschrittsbericht zur Energiewende.	<b>Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2014):</b> Die Energie der Zukunft. Erster Fortschrittsbericht zur Energiewende.
<b>Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2014):</b> Zweiter Monitoring-Bericht „Energie der Zukunft“.	<b>Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2014):</b> Zweiter Monitoring-Bericht „Energie der Zukunft“.
<b>Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2015):</b> Die Energie der Zukunft. Fünfter Monitoringbericht zur Energiewende.	<b>Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2015):</b> Die Energie der Zukunft. Fünfter Monitoringbericht zur Energiewende.
<b>Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2015):</b> Eckpunkte Energieeffizienz.	<b>Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2015):</b> Eckpunkte Energieeffizienz.
<b>Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2015):</b> Erneuerbare Energien in Zahlen. Nationale und Internationale Entwicklung im Jahr 2014.	<b>Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2015):</b> Erneuerbare Energien in Zahlen. Nationale und Internationale Entwicklung im Jahr 2014.
<b>Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2015):</b> EU-Energieeffizienz-Richtlinie.	<b>Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2015):</b> EU-Energieeffizienz-Richtlinie.
<b>Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2016):</b> Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland und verringerte fossile Brennstoffimporte durch erneuerbare Energien und Energieeffizienz.	<b>Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2016):</b> Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland und verringerte fossile Brennstoffimporte durch erneuerbare Energien und Energieeffizienz.
<b>Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2016):</b> Energiedaten: Gesamtausgabe. As of November 2016.	<b>Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2016):</b> Energiedaten: Gesamtausgabe. As of November 2016.
<b>Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2016):</b> Erneuerbare Energien auf einen Blick.	<b>Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2016):</b> Erneuerbare Energien auf einen Blick.
<b>Bundesnetzagentur (2015):</b> EEG-Fördersätze für PV-Anlagen. Degressions- und Vergütungssätze Oktober bis Dezember 2015.	<b>Bundesnetzagentur (2015):</b> EEG-Fördersätze für PV-Anlagen. Degressions- und Vergütungssätze Oktober bis Dezember 2015.
<b>Bundesnetzagentur; Bundeskartellamt (2016):</b> Monitoringbericht 2016.	<b>Bundesnetzagentur; Bundeskartellamt (2016):</b> Monitoringbericht 2016.
<b>Bundesregierung (2015):</b> Die Automobilindustrie: eine Schlüsselindustrie unseres Landes.	<b>Bundesregierung (2015):</b> Die Automobilindustrie: eine Schlüsselindustrie unseres Landes.
<b>Bundesverband CarSharing (2016):</b> Aktuelle Zahlen und Daten zum CarSharing in Deutschland.	<b>Bundesverband CarSharing (2016):</b> Aktuelle Zahlen und Daten zum CarSharing in Deutschland.



## Imprint

Publisher  
Federal Foreign Office  
Werderscher Markt 1  
10117 Berlin  
Tel.: +49 30 1817-0  
[www.diplo.de](http://www.diplo.de)

Editing and Layout  
Edelman.ergo GmbH, Berlin

