

Zwischenbericht Energiewende Starnberg 2017

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Einführung | 2 |
| Beauftragung | 2 |
| Erhebung von Daten | 2 |
| Entwicklung des Energieverbrauchs | 3 |
| CO ₂ -Bilanz | 6 |
| Städtische Liegenschaften | 8 |
| Diskussion/Empfehlungen | 10 |

Anhänge

| | |
|--|----|
| Anhang 1 Stadt Starnberg – Energieverbrauch und -erzeugung (Tabellen) | 16 |
| Anhang 2 Stadt Starnberg – CO ₂ -Emissionen (Tabellen) | 18 |
| Anhang 3 Städtische Liegenschaften (Tabellen) | 20 |

Einführung

In 2005 hat der Kreistag für den Landkreis Starnberg die Energiewende beschlossen. Das Ziel: Der Landkreis soll bis zum Jahr 2035 vollständig mit erneuerbaren Energien versorgt werden. Dies soll durch die Reduzierung des Energieverbrauchs, den Einsatz innovativer und effizienter Technologien und die nachhaltige Nutzung aller heimischen Ressourcen erreicht werden. Die Stadt Starnberg hat den Beschluss zur Energiewende angenommen. 2010 wurde das integrierte Klimaschutzkonzept Fünfseenland erstellt.

Beauftragung

Am 5.12.2013 hat der Bau- und Umweltausschuss beschlossen, dass der Arbeitskreis Energie und Klimaschutz der STAgenda gebeten wird, Zwischenberichte zum Stand der Energiewende in Starnberg zu erstellen. Die Berichte zur Energiewende sollen möglichst im 2-jährigen Turnus vorgelegt werden. Die Verwaltung soll die Koordination dazu übernehmen und für ggf. erforderliche Dienstleistungen Mittel in den Haushalt einzustellen.

Der nun vorliegende dritte Bericht bezieht sich auf das Jahr 2017. Maßgeblich ist der Vergleich mit 2005, dem Jahr des Energiewende-Beschlusses im Landkreis Starnberg.

Erhebung von Daten

Gegenstand der Untersuchung ist die Stadt Starnberg, einschließlich der zugehörigen ländlichen Ortsteile. Die Datenerhebung beschränkte sich im wesentlichen auf die Indikatoren:

- Verbrauch von Erdgas, Heizöl und nachwachsenden Brennstoffen
- Verbrauch und Erzeugung von Strom
- CO₂-Ausstoß durch innerstädtischen Verkehr.

Der Energieverbrauch für Raumwärme wurde auf Basis von Gradtagszahlen temperaturbereinigt. Der Stromverbrauch wurde anteilig korrigiert, da im Mittel 10 % des Stroms für Raumwärme verbraucht werden. In Bezug auf den innerstädtischen Verkehr wird auf die Expertise der Firma ACCON GmbH in Greifenberg und die Daten der Bundesverkehrszählung zurückgegriffen.

- Die Bayernwerk AG stellte die Daten für den jährlichen Strombezug zur Verfügung, ebenso den Strombezug nach einzelnen Verbrauchsgruppen (seit 2009) sowie die Daten für eingespeisten Strom aus Sonne (PV) und Kraftwärmekopplung (KWK). Daten zum Eigenverbrauch von selbst erzeugtem Strom oder zum Ladestrom für E-Autos wurden nicht zur Verfügung gestellt.
- Die Verbrauchsdaten für Erdgas wurden von Erdgas Südbayern (ESB) jeweils für den Abrechnungszeitraum vom 1.7. bis 30.6. von zwei aufeinander folgenden Jahren geliefert. Dies macht die Zuordnung zu einem bestimmten Jahr schwierig, musste aber mangels von Monatsdaten hingenommen werden.
- Die Abfrage der relevanten Daten für Gebäudeheizung erfolgte bei den Kaminkehrern durch das Landratsamt. Die Abfrage beschränkte sich nicht nur auf Ölheizungen, auch Biomasseanlagen (Pellets, Hackschnitzel, Scheitholz) waren Gegenstand der Abfrage. Die Daten wurden dem AK in anonymisierter Form zur Verfügung gestellt.
- Das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) lieferte die Daten aller geförderten Solarthermie-Anlagen. Es handelt sich dabei jedoch um eine Untererfassung, da die Förderung von Anlagen zur reinen Erwärmung von

Brauchwasser zeitweise ausgesetzt war. Es fehlen zudem die nicht durch das BAFA geförderten Anlagen.

- Die städtischen Liegenschaften wurden separat betrachtet.
- Die Daten der vorhergegangenen Jahre wurden in diesem Bericht angepasst, da die Energieversorger und andere Einrichtungen in der Regel zunächst vorläufige Werte liefern. Die Anpassung ist marginal und ändert nichts an den Ergebnissen der Zwischenberichte von 2013 und 2015.

Entwicklung des Energieverbrauchs

1. Der **Stromverbrauch** in Starnberg ist seit 2008 (98,26 Gigawattstunden) stetig leicht gesunken (Abb.1). Er fiel in 2017 auf 88,50 Gigawattstunden, was wahrscheinlich weniger dem Einsparwillen der Starnberger Bürger als letztlich der in 2017 veränderten Fahrweise des BHKWs im Gymnasium sowie dem Ausfall des BHKWs im Starnberger Seebad geschuldet ist. Nimmt man das Jahr 2005, das Jahr des Energiewende-Beschlusses, als Ausgangspunkt der Betrachtungen, dann ist bis 2017 der Strombezug von der Bayernwerk AG nur um 2.907 MWh (3,2 Prozent) zurückgegangen. Der erzeugte und eingespeiste Strom aus Photovoltaik und effizienter Kraftwärmekopplung deckt 7,0 Prozent (6.233 Megawattstunden) des Stromverbrauchs in 2017. Der Anteil des eingespeisten Stroms hat von 2005 bis 2017 in etwa um den Faktor 16 zugenommen, bleibt aber auf niedrigem Niveau. Die Einwohnerzahlen sowie der Stromverbrauch pro Kopf sind ebenfalls in Abb.1 dargestellt.

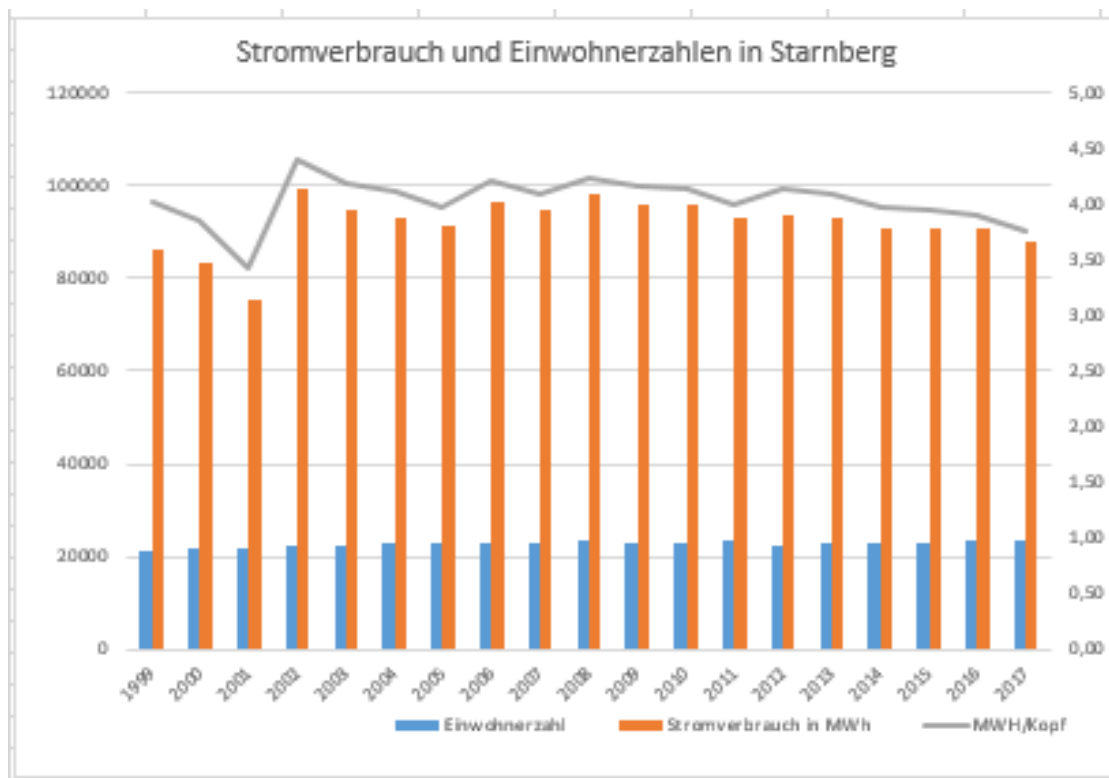


Abb.1 Jährlicher Stromverbrauch in Starnberg in Megawattstunden (MWh) sowie Einwohnerzahlen und der Verbrauch pro Kopf (MWh/Kopf)

Es ist ersichtlich, dass der Stromverbrauch pro Kopf in erster Linie den Verbrauchsdaten folgt. Ein Zusammenhang mit der Bevölkerungsentwicklung ist nicht ablesbar. Die Daten reagieren eher auf den Ausfall oder das Hinzukommen eines Großverbrauchers, wie z.B. dem

Starnberger Seebad, das in 2017 wegen Umbau nicht in Betrieb war. Insgesamt erfreulich ist, dass seit 2008 ein Abwärtstrend erkennbar ist.

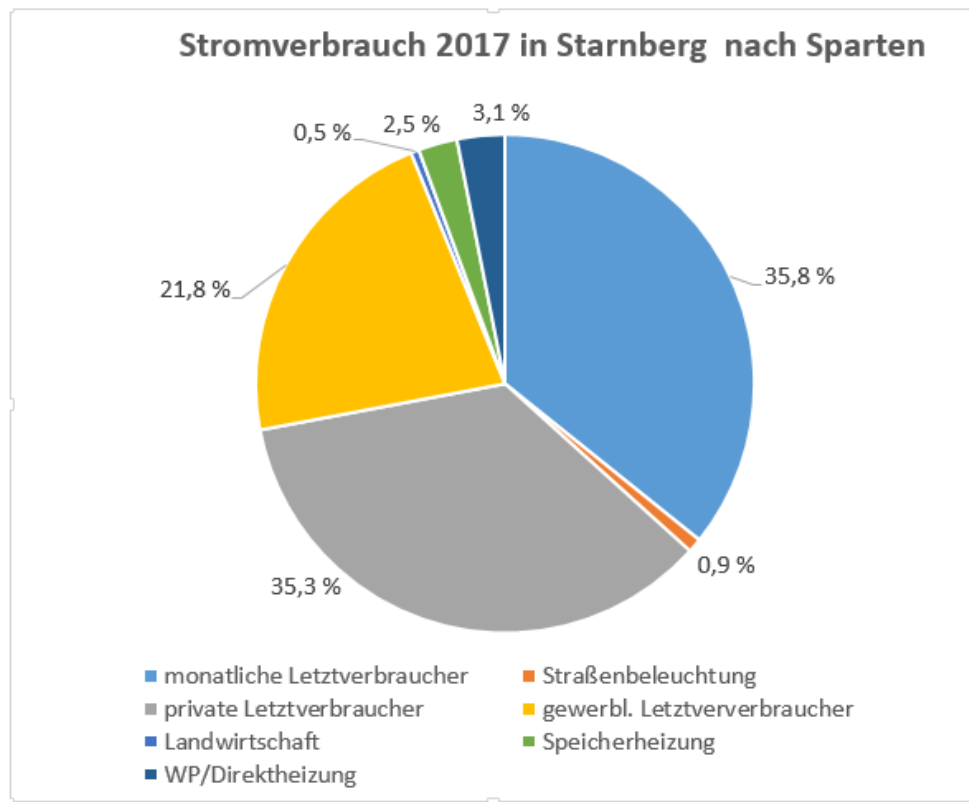


Abb.2 Aufteilung des Stromverbrauchs in Starnberg nach Verbrauchsgruppen

Die Hauptabnehmer für Strom sind nach Abb. 2 die Privathaushalte und die monatlichen Letztverbraucher (öffentliche Einrichtungen) sowie das Gewerbe. Landwirtschaft, Straßenbeleuchtung, Speicherheizung und Wärmepumpen/Direktheizung spielen eine untergeordnete Rolle. Wobei aber ein Zuwachs bei Wärmepumpen/Direktheizung gegenüber den Vorjahren sichtbar ist.

Die Privathaushalte haben seit 2009 etwa 5 GWh Strom und die öffentlichen Einrichtungen etwa 2 GWh Strom eingespart. Der Stromverbrauch im Gewerbe ist in diesem Zeitraum praktisch gleich geblieben.

2. Zum **Gesamtwärmebedarf** von 418.370 MWh tragen im wesentlichen die fossilen Energieträger Erdgas (58,2 Prozent) und Heizöl (29,6 Prozent) bei (vgl. Abb.3). Das heißt: In Starnberg wird überwiegend (88,5 Prozent) mit fossilen Brennstoffen geheizt. Der relative Anteil am Erdgasverbrauch hat gegenüber 2013 um 3,7 Prozent zugenommen und der relative Anteil am Heizölverbrauch um 0,1 Prozent abgenommen. Die Verlagerung des Verbrauchs vom Heizöl zu Erdgas macht sich in Bezug auf Klimafreundlichkeit nicht bemerkbar, da sowohl der absolute bereinigte Erdgas- wie auch der Heizölbedarf gegenüber 2013 zugenommen hat (vgl. Abb.4). Die erneuerbare Wärme (Scheitholz, Pellets, Hackschnitzel) bleibt mit einem relativen Anteil von 9,3 Prozent (41.979 MWh) auf niedrigem Niveau. Auch effiziente rohstoffarme Wärmepumpen haben sich, obgleich eine leichte Zunahme zu verzeichnen ist, noch nicht so richtig auf dem Wärmemarkt durchgesetzt. Solarthermie verbleibt bei einem Anteil von < 1 Prozent.

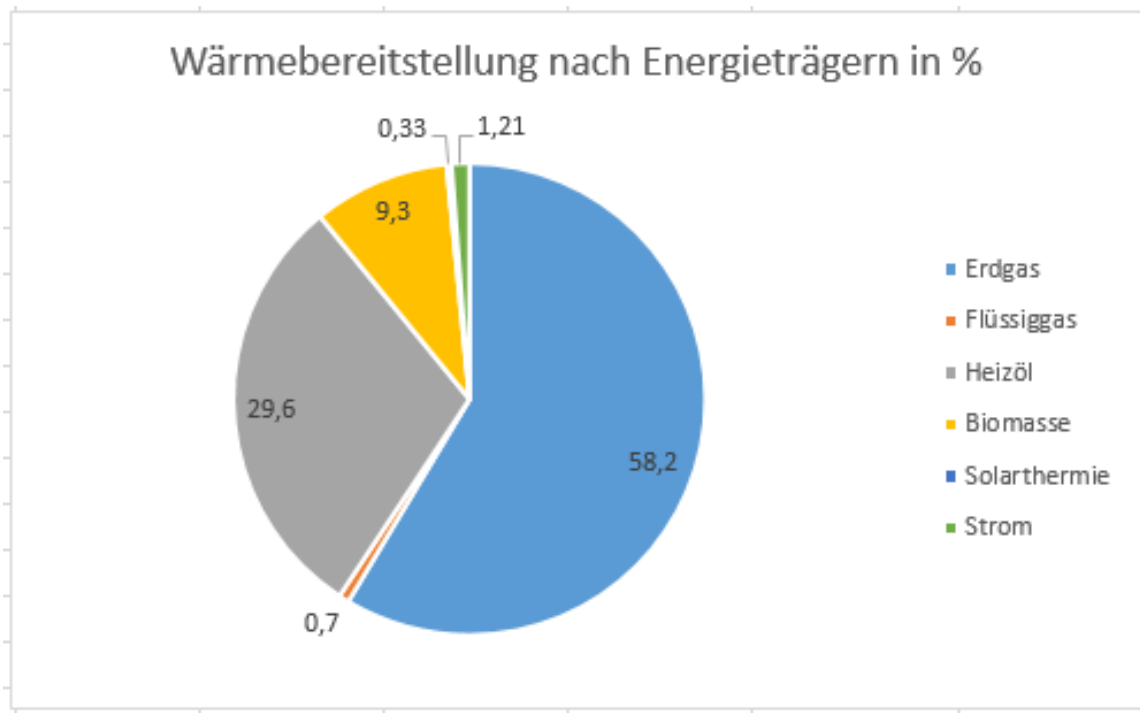


Abb.3 Anteil der einzelnen Energieträger am Gesamtwärmebedarf in Starnberg (2017)

Die Entwicklung der wesentlichen Energieträger zur Wärmebereitstellung wird in Abb. 4 dargestellt. Der absolute Verbrauch von Erdgas hat seit 2013 um etwa 21 Prozent zugenommen. Der absolute Verbrauch von Heizöl hat dagegen seit 2013 nur um 3,9 Prozent zugenommen. Den höchsten prozentualen Zuwachs am absoluten Verbrauch von Brennstoffen kann Biomasse (Scheitholz, Pellets, Hackschnitzel) verzeichnen. Biomasse hat seit 2013 um 23 Prozent zugenommen, bleibt aber auf niedrigem Niveau.

Der Energieträger Holz ist zwar nachwachsend aber nicht per se klimaneutral. Nur bei echt nachhaltiger Forstwirtschaft (für einen gefällten ausgewachsenen Baum werden mehrere neue gepflanzt) kann in etwa Klimaneutralität erreicht werden. Deshalb sind Hackschnitzel und Pellets, die nachweislich aus Restholz bzw. -stoffen stammen dem Scheitholz vorzuziehen. Solarthermie mit einem Anteil von nur 0,33 Prozent spielt praktisch keine Rolle.

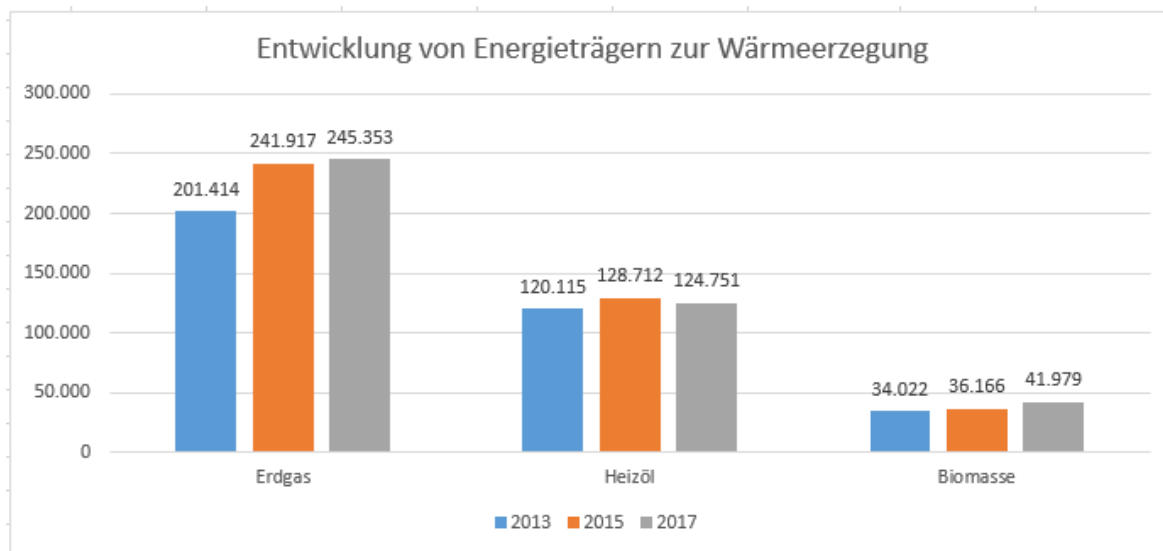


Abb.4 Entwicklung der Energieträger zur Wärmeerzeugung: Erdgas, Heizöl und Biomasse

3. Der **Sektor Verkehr** (nur Straßenverkehr) konnte 2015 aufgrund fehlender Daten nicht bewertet werden. Um die Entwicklung der Emissionen nicht lückenhaft oder grob falsch darzustellen, wurde für 2015 mit einem Schätzwert gearbeitet. Für 2017 liegen die Daten der Bundesverkehrszählung vor und wurden von der Firma ACCON GmbH für Starnberg ausgewertet. Die tägliche Fahrleistung in 2017 hat laut ACCON GmbH um ca. 8 Prozent gegenüber 2013 abgenommen. Dies wird von den Starnberger Bürgern subjektiv meist anders wahrgenommen. Es kann auch nicht ganz ausgeschlossen werden, dass die Zahlen der Bundesverkehrszählung (Basis der Berechnung) möglicherweise nicht geeignet sind, die spezielle Starnberger Verkehrssituation in vollem Umfang abzubilden. Wenn dem so ist, müsste man einen „subjektiven Starnberger Korrekturfaktor“ einführen. Davon wird abgeraten, insbesondere auch deshalb, weil keine weitere geeignete Datenbasis zur Verfügung steht, aus der ein solcher Faktor abgeleitet werden könnte. Die Kfz – Dichte im Landkreis von etwa 910 Kfz pro 1.000 Einwohner liefert keine Erkenntnisse bzgl. Fahrleistung und Klimarelevanz.

CO₂-Bilanz

Für die CO₂-Bilanz wurden die amtlichen Einwohnerzahlen, die Gradtagszahlen der Wetterstation Attenkam und die Emissionsfaktoren für den CO₂-Ausstoß verwendet. Die Emissionsfaktoren sind auf die Primärenergie bezogen, sie berücksichtigen die vorgelagerten Prozesse und werden jährlich vom Umweltbundesamt veröffentlicht.

Die CO₂-Emissionen von Blockheizkraftwerken (KWK), wenn sie wärmegeführt betrieben werden, werden in vollem Umfang der Wärmeerzeugung zugerechnet. Der erzeugte Strom wird dann als CO₂-freies Nebenprodukt betrachtet. Gleichzeitig ist der Erdgasverbrauch von Blockheizkraftwerken bereits in den von der ESB gelieferten Verbrauchsdaten enthalten und darf der Wärmeerzeugung durch KWK nicht zusätzlich angerechnet werden. Der Stromanteil im Wärmebereich ist bereits in den Stromverbrauchsdaten der Bayernwerk AG enthalten und erscheint deshalb ebenfalls nicht bei der CO₂-Bilanz für den Wärmesektor.

Die Sektoren Strom, Wärme und Verkehr liefern die CO₂-Bilanz für die Stadt Starnberg. Von 1999 bis 2017 ist ein kontinuierlicher Rückgang der Treibhausgasemissionen für die Sektoren Strom und innerstädtischer Verkehr zu beobachten. Da konventioneller Strom in 2017 bereits einen Anteil an erneuerbarem Strom von etwa 36 Prozent enthielt, sind die Emissionen im Sektor Strom generell bereits gesunken. Allein der Sektor Wärme zeigt in 2015 einen erneuten Anstieg der energiebedingten Treibhausgasemissionen. Erklärbar ist dieser Umstand zum Teil durch den allgemein gestiegenen Warmwasserverbrauch, der zur Bestimmung des Heizölverbrauchs 2015 einmalig angepasst wurde. Die Kfz-bedingten Emissionen verringerten sich laut ACCON GmbH gegenüber 2013 um 14 Prozent. Die Abnahme wird von der ACCON GmbH hauptsächlich auf verbesserte Kfz-Motorenwirkungsgrade und dem damit verbundenen rückläufigen Kraftstoffverbrauch (pro Kilometer) zurückgeführt. Dennoch zeigen die Daten, dass die von der ACCON GmbH ermittelten Kfz-bedingten Emissionen pro Kopf in Starnberg in 2017 höher sind als diejenigen im Bundesdurchschnitt (vgl. Abb.7).

Gemäß bundesweiter Erhebungen ist mittlerweile jedes fünfte neu zugelassene Auto ein SUV oder Geländewagen. In Abb. 5 zeigt das Kraftfahrtbundesamt auf, dass bei den Neuzulassungen die immer schwereren und immer stärkeren PKWs im Vormarsch sind. Je schwerer das Auto, je höher die Motorleistung, desto mehr Treibstoff wird verbraucht und desto höher ist der CO₂-Ausstoß.

SUVs und Geländewagen: die großen Gewinner

Neu zugelassene Pkws in Deutschland nach Segmenten

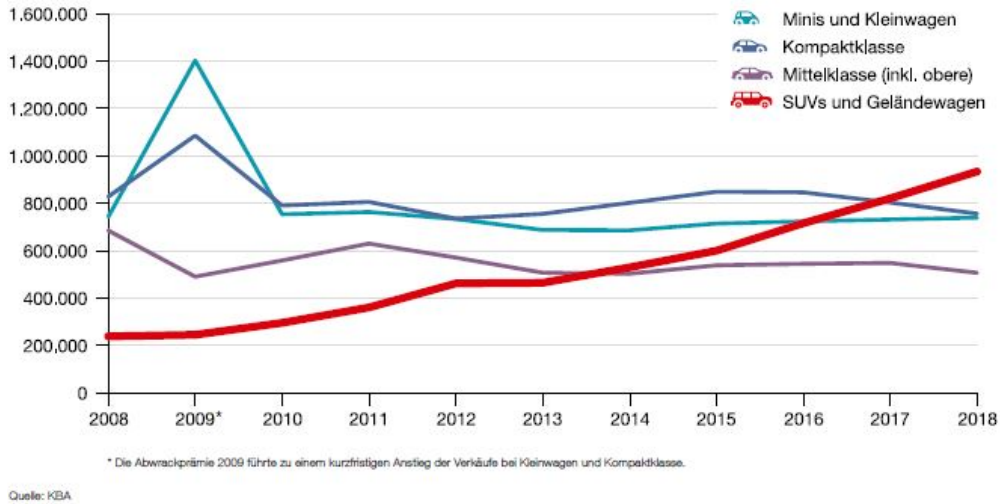


Abb.5 Neuzulassungen von PKWs in Deutschland

Obwohl der durchschnittliche Treibstoffverbrauch pro Auto seit Jahren durch verbesserte Wirkungsgrade sinkt, steigt der absolute Kraftstoffverbrauch im Segment der SUV und Geländewagen. Der in Abb. 5 dargestellte SUV- Boom führt dazu, dass die durchschnittlichen CO₂-Emissionen in Deutschland immer langsamer sinken (vgl. Abb.6). Der geringere CO₂-Ausstoß durch verbesserte Motorentechnik wird durch hochmotorisierte SUV zunehmend konterkariert. Es ist davon auszugehen, dass bei unverändertem Trend die durchschnittlichen CO₂-Emissionen der neu zugelassenen Autos in Deutschland ansteigen werden. Der Anstieg deutete sich anhand vorliegender Daten bereits 2018 an.

Rückgang der CO₂-Emissionen in Deutschland

Durchschnittliche Werte der im jeweiligen Jahr neu zugelassenen Fahrzeuge

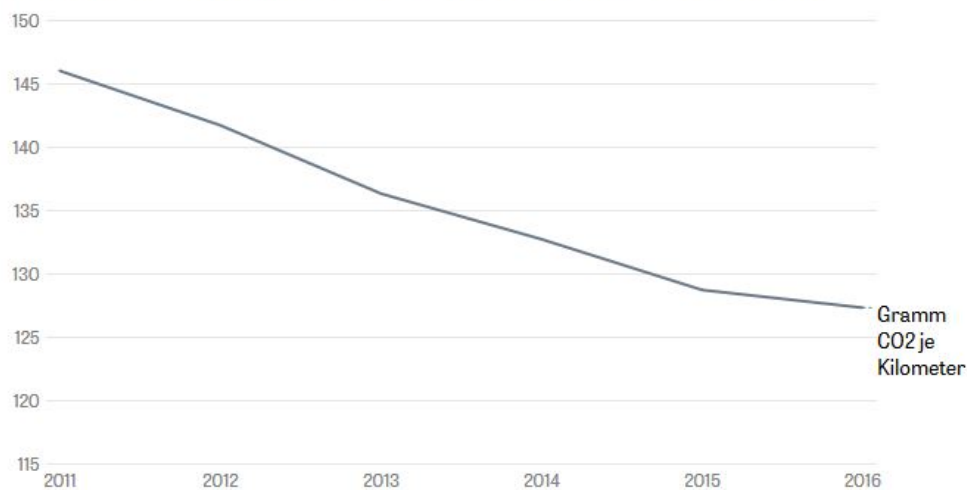


Abb.6 Mittlerer jährlicher CO₂-Ausstoß in g CO₂/km von neu zugelassenen Kfz

Tab. 1 stellt die Ergebnisse der CO₂-Bilanz von 1999 bis 2017 zusammen. Die CO₂-Bilanz bezieht sich nur auf die erfassten Sektoren des Energieverbrauchs oder der Erzeugung. In allen drei Sektoren (Strom, Wärme, Verkehr) sind die CO₂-Emissionen tendenziell rückläufig, obgleich der Wärmeverbrauch ab 2015 wieder zugenommen hat. Die Bereiche überörtlicher Verkehr (wie z.B. Flug), Ernährung, Konsum oder öffentliche Emissionen sind nicht einbezogen (vgl. Abb. 7). Daten für diese Sektoren stehen nur für die gesamte Bundesrepublik zur Verfügung.

Tab.1 CO₂-Bilanz für die Stadt Starnberg in Mg (Megagramm = Tonne)

| | Strom | | Wärme | | Verkehr (innerstädtisch) | | Gesamt | |
|------|--------------------|-----------------------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------|-----------------------------|
| | Mg CO ₂ | Mg CO ₂ /Kopf | Mg CO ₂ | Mg CO ₂ /Kopf | Mg CO ₂ | Mg CO ₂ /Kopf | Mg CO ₂ | Mg CO ₂ /Kopf |
| 1999 | 59.700 | 2,79 | 122.898 | 5,73 | 51.465 | 2,40 | 234.063 | 10,92 |
| 2005 | 62.188 | 2,71 | 110.966 | 4,83 | 49.896 | 2,17 | 223.050 | 9,71 |
| 2013 | 53.270 | 2,35 | 86.663 | 3,71 | 47.815 | 2,11 | 187.748 | 8,04 |
| 2015 | 52.394 | 2,28 | 99.158 | 4,25 | 44.530* | 1,91* | 196.082 | 8,40 |
| 2017 | 44.191 | 1,89 | 98.841 | 4,24 | 41.245 | 1,77 | 184.298 | 7,90 |

* Schätzwert

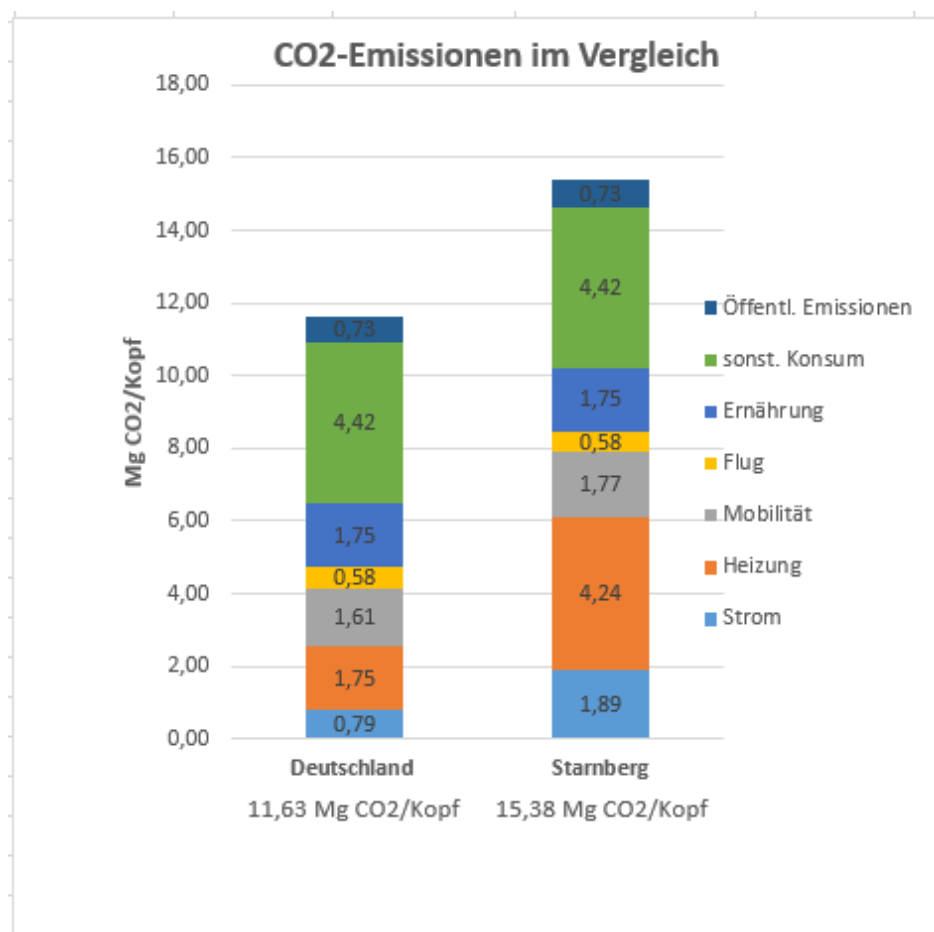


Abb.7 CO₂-Emissionen pro Kopf:
Vergleich Bundesdurchschnitt mit Starnberger Durchschnitt

Für Starnberg wurden in Abb.7 (rechte Säule) die realen Emissionen pro Einwohner im energetischen Bereich (Strom, Wärme, Verkehr) dargestellt. Für die übrigen nicht erfassbaren Bereiche wurden die bundesdeutschen Durchschnittswerte hilfsweise auf Starnberg übertragen. Unter Einbeziehung der genannten bundesdeutschen Durchschnittswerte liegt der CO₂-Ausstoß pro Einwohner in Starnberg in 2017 mit 15,38 Mg CO₂/Kopf deutlich über dem des bundesdeutschen Durchschnitts von 11,6 Mg CO₂/Kopf. Der Anteil der CO₂-Emissionen pro Kopf allein im energetischen Bereich ist im Vergleich zum entsprechenden bundesdeutschen Durchschnitt etwa doppelt so hoch. Den größten Beitrag liefert dabei der Wärmesektor, der nahezu vollständig auf fossile Brennstoffe zurückgreift. Gesetzt den Fall, die Verdoppelung betreffe alle Sektoren, auch Flug, Ernährung, Konsum, öffentliche Emissionen, wofür einiges spricht, dann müsste der wahre CO₂-Gesamtausstoß pro Kopf des Starnberger Durchschnittsbürgers etwa doppelt so hoch wie der des deutschen Durchschnittsbürgers sein. Der CO₂-Ausstoß pro Kopf würde in Starnberg dann hochgerechnet 22,86 Mg betragen. Dem zufolge kann jedenfalls angenommen werden, dass der wahre CO₂-Ausstoß pro Kopf in Starnberg in dem Bereich zwischen 15,38 Mg und 22,86 Mg liegen muss.

Städtische Liegenschaften

Zusätzlich wurde geprüft, wie viel Energie und CO₂ die Stadt Starnberg bei ihren eigenen Liegenschaften durch Sanierung und entsprechendes Engagement eingespart hat und ob sie Ihrer Vorreiterrolle gerecht wurde (vgl. Anhang 3). Dank des eingeführten Energiemanagements konnte die Verwaltung (Agendabüro) die Daten für Strom- und Gasverbrauch, Biomasseheizungen, die selbst erzeugte bzw. durch Bereitstellung von Dächern erzeugte Solarenergie und die effiziente Erzeugung von Strom und Wärme durch Kraftwärmekopplung zur Verfügung stellen. Die Verbrauchsdaten von Erdgas lagen pro Kalenderjahr vor, so dass die Zuordnung kein Problem war. 1999/2005 konnte nur ein Teil der Liegenschaften aufgrund mangelnder Datenbasis betrachtet werden. Aufgrund der verbesserten Datenlage ist nunmehr der Vergleich von Energieverbrauch und CO₂-Emissionen in den Jahren 2013, 2015 und 2017 wesentlich zuverlässiger und aussagekräftiger. Dennoch: Die Einbeziehung der Daten von 1999/2005 zeigt und bestätigt bereits die eindeutig fallende Tendenz der Energieverbräuche in den Liegenschaften.

In die Betrachtungen muss einbezogen werden, dass 2017 ein außergewöhnliches Jahr war, für das nur bedingt Tendenzen abgeleitet werden können. Das Starnberger Seebad, ein Großverbraucher, wurde umgebaut und war nicht in Betrieb. Der Baustrom wurde durch ein externes Aggregat zur Verfügung gestellt. Die Wärmelieferung für das Landratsamt und das Jugendzentrum erfolgte über die vorhandenen Erdgasspitzenkessel. Im Gymnasium änderte sich die Fahrweise des BHKWs. Der erzeugte Strom wurde selbst verbraucht und nur der überschüssige Strom eingespeist.

Der Strombezug der städtischen Liegenschaften ging durch Energie sparende Maßnahmen stetig zurück u.a. durch den Einsatz von LED-Leuchten in Gebäuden und bei der Straßenbeleuchtung. Die Solarstromerzeugung auf den städtischen Liegenschaften hat von 2005 bis 2015 um etwa das 20-fache zugenommen und bleibt 2017 in etwa auf diesem Niveau. Schwankungen sind durch die Zahl der Sonnenstunden eines Jahres bedingt. Der in 2017 auf den Dächern der städtischen Liegenschaften erzeugte Solarstrom könnte in etwa die Hälfte des städtischen Stromverbrauchs abdecken. Der mit KWK erzeugte Strom ist in 2017 rückläufig, da das BHKW im Seebad nicht in Betrieb war.

Auch der Wärmebedarf in den städtischen Liegenschaften ging, u.a. durch energetische Sanierung, weiter zurück. Die Wärmebereitstellung aus Solarthermie und nachwachsenden Rohstoffen deckte in 2017 etwa 11 Prozent des Wärmebedarfs. Der Anteil der Solarthermie ist aber auch bei den städtischen Liegenschaften verschwindend gering. Die Wärmelieferung an nicht städtische Einrichtungen betrug etwa 18 Prozent der gesamten Wärmebereitstellung.

Die Sektoren Strom und Wärme liefern die CO₂-Bilanz für die städtischen Liegenschaften. Tab.2 stellt zur besseren Übersicht die Ergebnisse der CO₂-Bilanz von 1999 bis 2017 zusammen. Der Bezug von Ökostrom macht sich im Vergleich zu 2005, dem Jahr des Energiewende-Beschlusses, deutlich bemerkbar. Der Rückgang der CO₂-Emissionen erfolgte in beiden Sektoren. Ein Anstieg der CO₂-Emissionen im Wärmebereich ab 2015, so wie im gesamten Versorgungsgebiet Starnberg, ist bei den städtischen Liegenschaften nicht nachweisbar. Die gesamte Menge der CO₂ Emissionen (2017) bezogen auf die städtischen Liegenschaften hat sich erfreulicher Weise gegenüber 2005, dem Jahr des Energiewende-Beschlusses, in etwa halbiert.

Tab.2 CO₂-Bilanz für die städtischen Liegenschaften

| CO ₂ -Emissionen durch | Menge 1999 Mg CO ₂ | Menge 2005 Mg CO ₂ | Menge 2013* Mg CO ₂ | Menge 2015 Mg CO ₂ | Menge 2017 Mg CO ₂ |
|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Stromverbrauch | 1.393 | 641 | 97 | 80 | 69 |
| Wärmebedarf | 2.860 | 2.401 | 2.034 | 1.834 | 1.369 |
| Gesamt | 4.253 | 3.042 | 2.131 | 1.914 | 1438 |

*ab 2013 neue erweiterte Datenbasis nach Einführung von Energiemanagement

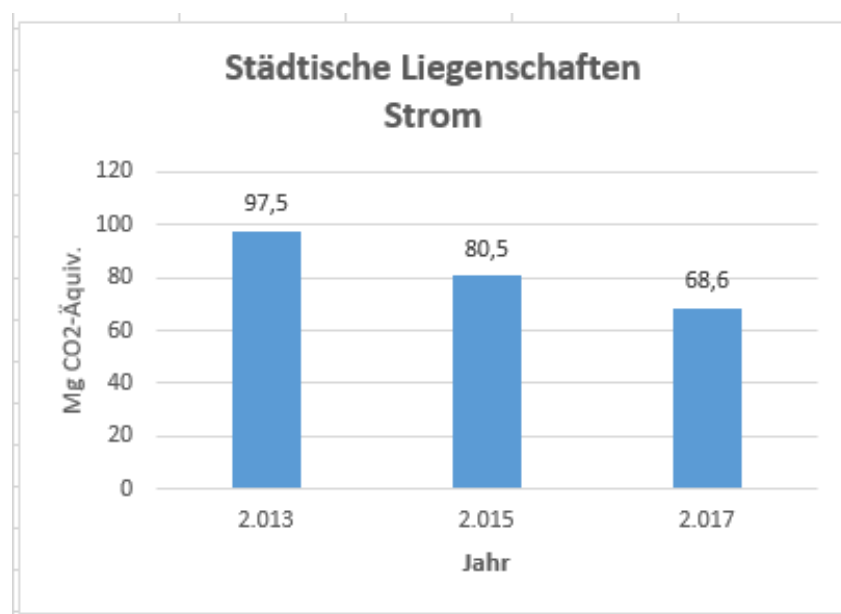


Abb.8 Verlauf der CO₂-Emissionen im Sektor Strom

Im Sektor Strom (vgl. Abb. 8) sind die CO₂-Emissionen in 2017 gegenüber 2015 um 14 Prozent und gegenüber 2013 um 29 Prozent zurückgegangen. Vor allem der Bezug von Ökostrom sorgt dafür, dass die durch Stromverbrauch verursachten Emissionen ausgesprochen gering ausfallen. Die Bayernwerk AG weist den gelieferten Ökostrom mit null CO₂-Emissionen aus. Sie berücksichtigt folglich nicht die vorgelagerten Prozessketten. Da die

genaue Zusammensetzung des Ökostroms nicht bekannt ist, wurde näherungsweise der CO₂-Emissionsfaktor für Strom aus Wasserkraft verwendet. Auch das effiziente Blockheizkraftwerk im Gymnasium sowie der Eigenverbrauch von erzeugtem Strom trugen in 2017 zur Entlastung im Strombereich bei.

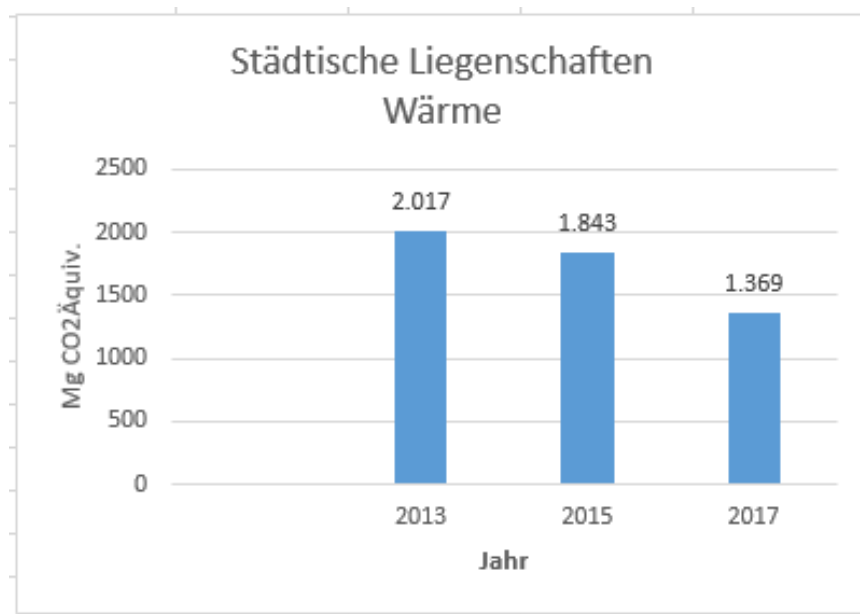


Abb.9 Verlauf der CO₂-Emissionen im Sektor Wärme

Im Sektor Wärme haben die CO₂-Emissionen der städtischen Liegenschaften in 2017 gegenüber 2015 um 25 Prozent und gegenüber 2013 um 33 Prozent deutlich abgenommen (vgl. Abb.9). Die rückläufigen CO₂-Emissionen können in erster Linie auf den Umbau des Seebads und erst in zweiter Linie auf die Bemühungen zur energetischen Sanierung der städtischen Liegenschaften zurückgeführt werden. Auch der leicht zunehmende Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen im Sektor Wärme leistet einen Beitrag zum Rückgang der Emissionen.

Die insgesamt positive Entwicklung bedeutet aber nicht, dass sich die Stadt Starnberg darauf ausruhen kann. Es sind weitere Anstrengungen notwendig, um wenigstens bei den städtischen Liegenschaften das Ziel der Energiewende in 2035 bzw. Klimaneutralität erreichen zu können.

Diskussion/Empfehlungen

Ohne einen konsequenten und schnellen Ausbau der Erneuerbaren Energien (Sonne und Wind) ist das Ziel der Energiewende bis 2035 in Starnberg nicht erreichbar.

Wind- und Sonnenenergie sowie Stromsparen sind wichtige Bausteine der Energiewende im Sektor Strom. 70 Prozent des Stromverbrauchs in Starnberg entfällt auf Privathaushalte und öffentliche Einrichtungen. Auch wenn alle Sparpotentiale ausgeschöpft werden, wird der Stromverbrauch in Zukunft durch Digitalisierung und neue Technologien im Mobilitäts- und Wärmebereich voraussichtlich steigen. Umso wichtiger ist es, neben konsequenter Stromeinsparung auch sauberen Strom zu erzeugen. Ein forcierter Zubau von entsprechenden Neuanlagen wäre in Starnberg wichtig und notwendig.

Strom aus erneuerbaren Energien wird in Starnberg ausschließlich mit Photovoltaik-Dachanlagen, primär auf den Dächern der städtischen Liegenschaften, erzeugt und deckt nur

6,3 Prozent des Stromverbrauchs ab. Hier herrscht großer Nachholbedarf. Zum Vergleich: Bundesweit lag der Anteil der erneuerbaren Energien am Strom 2017 bei etwa 36 Prozent und mittlerweile sogar (2019) bei etwa 50 Prozent. Vorhaben für PV-Freiflächenanlagen, Windkraftanlagen, Wasserkraftanlagen, Biogasanlagen oder tiefe Geothermie wurden in der Vergangenheit aus den verschiedensten Gründen nicht der Realisierung zugeführt und mitunter auch vom Stadtrat blockiert. Dabei sind die Voraussetzungen gerade für die Nutzung der Sonnenenergie in Starnberg grundsätzlich hervorragend. Solarstrom ist wettbewerbsfähig und er rechnet sich. Dort, wo möglich, sollten neben den vielen realisierbaren PV-Dachanlagen auch einige leistungsstarke PV-Freiflächenanlagen entstehen. Die Rahmenbedingungen für Windenergie sind in Starnberg eher eingeschränkt, aber nicht unmöglich. Im Umkreis von 15 km um den Berufsflughafen Oberpfaffenhofen darf kein Windrad errichtet werden. Sollten die Bemühungen zur Lockerung dieser Regel Erfolg haben, dann stünde einem Windprojekt auf Starnberger Flur nichts im Wege. Die Gemeinde Berg ist in puncto Windkraft bereits mit gutem Beispiel vorangegangen. Der Bau von vier Windrädern hat sich gelohnt, denn es wird mehr erneuerbarer Strom produziert, als die gesamte Gemeinde benötigt. Und allen Unkenrufen zum Trotz werfen sie jährlich eine Rendite ab.

Je effizienter Strom eingesetzt wird und je mehr Ökostrom erzeugt oder bezogen wird, umso größer ist der Beitrag zum Klimaschutz.

Der Stromverbrauch im gesamten Versorgungsgebiet Starnberg ist in den letzten 12 Jahren (2005 bis 2017) nur um 3,9 Prozent gesunken, was kaum ins Gewicht fällt. Ein Starnberger Durchschnittsbürger ist zudem im Bereich Strom für mehr als die doppelte Menge CO₂ in der Atmosphäre verantwortlich als ein deutscher Durchschnittsbürger (vgl. Abb.7). Dennoch scheint es einen positiven Trend zu geben. Seit 2009 ist der Stromverbrauch im Privatbereich um etwa 9 Prozent zurückgegangen. Diesen Trend gilt es, weiter zu unterstützen und zu stärken. Im Privatbereich kann sich jeder einzelne Stromkunde z.B. bei Neuanschaffung auf effiziente, langlebige und reparierbare Elektrogeräte konzentrieren. Effiziente und langlebige LED-Leuchten gibt es mittlerweile in allen Lichtfarben. Weitere Beispiele und Ratschläge zum Stromsparen gibt es mehr als genug.

Und jeder einzelne Stromkunde kann durch die Wahl des Stromanbieters Klimaschutz betreiben und für mehr Ökostrom im Stromnetz sorgen.

Er/sie kann so wie die Stadt Starnberg entscheiden, wie „grün“ der eigene Stromverbrauch ist. Er/sie kann in Starnberg durch den Bau von erneuerbaren Energien Anlagen aktiv für Klimafreundlichkeit im Bereich Strom sorgen, sowohl im kleinen Maßstab z.B. durch ein Solarpaneel am Balkon, wie auch im großen Maßstab. Mit neuen Solarstrom-Anlagen und mit Stromspeichern lässt sich Strom aus dem Netz wunderbar durch erneuerbaren Strom ersetzen.

Je geringer der Bedarf in Starnberg insgesamt an konventionellem Strom ausfällt, umso weniger erneuerbare Energien Anlagen müssen im Prinzip für das Ziel Energiewende zugebaut werden. Das kommt dem Naturschutz und unserer schönen Landschaft zugute.

Ohne konsequente Reduzierung des Wärmebedarfs im Gebäudebereich ist Klimaschutz nicht machbar.

Die Wärmewende ist der wichtigste Baustein, um die Erderwärmung einzudämmen und um zukünftigen Generationen eine intakte Welt zu hinterlassen. Oberstes Ziel muss es sein, die Energieeffizienz von Gebäuden so zu verbessern, dass möglichst keine fossilen Brennstoffe mehr zum Einsatz kommen. Bis 2050 muss CO₂ Freiheit erreicht sein, so die Zielvorgabe nach dem Pariser Abkommen. Aber: Ein Starnberger Durchschnittsbürger ist im Bereich Wärme (Heizung) für mehr als die zweifache Menge CO₂ in der Atmosphäre verantwortlich als ein

deutscher Durchschnittsbürger. Das heißt: In diesem Sektor ist die Energiewende noch nicht angekommen, es besteht absoluter Handlungsbedarf.

Der Wärmebedarf in Starnberg ist von 2013 bis 2017 um 19 Prozent angestiegen und wurde 2017 zum überwiegenden Teil (88,5 %) von fossilen Energieträgern gedeckt. In zunehmendem Maße wird Erdgas dafür eingesetzt. Die Verlagerung des Energieträgers Heizöl auf das vermeintlich weniger klimaschädliche Erdgas ist fatal, da neuere Untersuchungen das Gegenteil belegen.

www.spiegel.de/wirtschaft/soziales/erdgas-ist-laut-studie-klimaschaedlicher-als-angegeben-a-1286531.html

www.dw.com/de/erdgas-kein-klimaretter-russland-trump-lng-usa-fracking-gaskrieg-energiewende-klimaziele/a-47639597

Ziel muss es sein, eine Trendwende hinzukriegen. Bisher war dies allein durch die vorbildlichen Bemühungen der Stadt nicht zu erreichen und auch nicht durch die städtische Förderung von Maßnahmen zur Energieeinsparung im Gebäudebestand (Förderprogramm Starnberg). Es müssen Wege gefunden werden, um die Bereitschaft der Starnberger Hausbesitzer zur energetischen Sanierung anzureizen. Denn verantwortlich für den überdurchschnittlichen Bedarf an Heizenergie ist in erster Linie der nicht energetisch sanierte Gebäudebestand, sowie fehlende Heizungsoptimierung oder -erneuerung und auch der Luxus größerer Wohnflächen. Der Gebäudebestand müsste auf das heutige Neubauniveau angehoben werden. Häuser mit Neubauniveau und niedrigem Wärmebedarf können mit effizienten und rohstoffarmen Wärmepumpen beheizt werden, so dass die Beheizung mit fossilen Brennstoffen überflüssig wird. Betrieben mit Ökostrom sind Wärmepumpen eine komplett CO₂-freie Lösung. Bei einer derzeitigen Sanierungsrate im Gebäudebestand von 1 Prozent dauert es 100 Jahre bis alles saniert und energieeffizient ist, bei 2 Prozent dauert es 50 Jahre. Das erklärte und von der Wissenschaft geforderte Ziel ist aber, bis 2050 CO₂-frei zu sein. Wir haben also nur noch 30 Jahre Zeit dafür. Unter diesen Umständen sollten Neubauten nur noch als Passivhaus-Standard möglich sein. Andernfalls werden die Altlasten von morgen geschaffen. Wenn ein Neubau klimaneutral ausfallen soll, dann geht es nicht nur ums Heizen (ENEV). Allein der Bau und die verwendeten Baustoffe können schon viel CO₂ verursachen. Den höchsten Anteil daran haben mineralische Baustoffe: Steine, Ziegel, Beton. Die Verwendung von z.B. Holz kommt dagegen dem Klima zugute. Deshalb sollte bei Sanierung und insbesondere bei Neubau immer auf die Klimafreundlichkeit der verwendeten Baustoffe geachtet werden. Und nicht vergessen: Auf jeden Neubau eine Solaranlage!

Stadtratsbeschlüsse unter Klimavorbehalt stellen

Der Lenkungskreis hat in seiner Sitzung am 21.11.2019 bei der Vorstellung des vorläufigen Energie- und Klimaberichts 2017 zwei sich förmlich aufdrängende Handlungsfelder ausgemacht: Die Erreichbarkeit der in Starnberg beschlossenen Energiewende in 2035 und die Klimabelastung durch die überdurchschnittlich hohen CO₂- Emissionen in Starnberg. Der deutliche Mehrverbrauch an CO₂ wurde auf die größeren Wohnflächen (m² pro Kopf) und den deutlich vorhandenen Wohlstand in Starnberg zurückgeführt. Energie- und Kosteneinsparungen sowie ein nachhaltiger Umgang mit natürlichen Ressourcen scheint kein Anreiz zu sein, den Energiebedarf zu drosseln.

Große Frage: Wie könnte man die Bürgerinnen und Bürger Starnbergs für dieses Thema gewinnen? Folgende Handlungsempfehlungen wurden besprochen:

- Werbekampagne für Sanierungsmaßnahmen (z.B. über den Lions Club Starnberg)
- Zusammenarbeit mit einer Energieagentur (z.B. EZA)
- Veränderungen in der Wohnungsbaupolitik
- Ausbau der Windenergie und eigener Standort im Stadtgebiet Starnberg

Die Diskussion im Lenkungskreis macht die hohe Dringlichkeit des Handelns deutlich und zeigt auch mögliche Hemmnisse auf. Hervorzuheben ist, dass die Stadt Starnberg die CO₂-Emissionen bei den eigenen Liegenschaften schon deutlich reduzieren konnte – ein Stück des Weges zur beschlossenen Energiewende ist schon zurückgelegt. Dennoch, es bleibt noch ein hoher Handlungsbedarf in Starnberg, vor allem in seiner teilweise schwierigen Bürgerschaft.

Der Schutz des Klimas und der Biodiversität sollten deshalb bei den stadteigenen Liegenschaften immer vor die Wirtschaftlichkeit gestellt werden. Die Auswirkungen auf das Klima sollten bei allem, was künftig in der Stadt angepackt und beschlossen wird, berücksichtigt werden. Entscheidungsträger, ob in Verwaltung oder im Stadtrat, tragen eine hohe Verantwortung.

Umfangreiche Handlungsempfehlungen und Kriterien für nachhaltiges Handeln liegen bereits vor:

- Das **Leitbild der STAgenda 21** (Stand 2007) für eine nachhaltige Entwicklung Starnbergs wurde vom Stadtrat einstimmig verabschiedet.
- **Energieeffizienz in der Bauleitplanung**, Handlungsempfehlungen für die Gemeinden im Landkreis Starnberg (2005)
- Das **integrierte kommunale Klimaschutzkonzept** – Klimaregion Fünfseenland (2011) und Aktionsplan der Stadt Starnberg
- Beitritt zum **Klimapakt Landkreis Starnberg** (2015) und Maßnahmenkatalog und Anleitung zur Umsetzung vom 21.1.2016
- Der **Ökologische Kriterienkatalog** (Stand 2019) wurde vom Stadtrat einstimmig verabschiedet und für verbindlich erklärt

Hinter den aufgelisteten Empfehlungen, Konzepten, Katalogen steht jeweils ein Stadtratsbeschluss. Es bedarf keiner neuen Papiere. Es ist aber wieder mal Zeit, die vorhandenen Papiere aus der Schublade zu holen und reinzuschauen.

Es findet sich bestimmt vieles an Bewertungen und Anregungen wieder, was mittlerweile in Vergessenheit geraten ist.

Es wird empfohlen, dass jeder Verwaltungsakt oder Stadtratsbeschluss (vom Druckerpapier bis zum neuen Industriegebiet) unter einen sogenannten Klimavorbehalt gestellt wird. Jedes klimarelevante Vorhaben sollte von den Entscheidungsträgern (Stadtrat, Verwaltung) auf die Kriterien Klimaverträglichkeit und Nachhaltigkeit geprüft werden. Bei im Wesentlichen nur 2 bzw. insgesamt 4 zu prüfenden Kriterien bedeutet das keinen allzu großen Aufwand. Die nachfolgende Entscheidungsmatrix wurde zur Vereinfachung der Entscheidungsfindung extra dafür entwickelt.

Es bleibt jedem Entscheidungsträger vorbehalten, ob er sie benützt.

Empfohlene Entscheidungsmatrix

| Nutzen | nicht vorhanden | gering | mittel | groß |
|-------------------------|-----------------|--------|--------|------|
| Klima: | | | | |
| *Nachhaltigkeit: | | | | |
| Ökologie | | | | |
| Gesellschaft/Soziales | | | | |
| Ökonomie | | | | |

* Nachhaltigkeit bedeutet im Prinzip nichts anderes, als verantwortungsvoll mit unserer Erde umzugehen, um sie so für weitere Generationen zu erhalten. Das geht nur, wenn Umwelt, Wirtschaft und das gesellschaftliche Zusammenleben Hand in Hand gehen. Denn: Ohne intakte Umwelt kein dauerhafter wirtschaftlicher sowie gesellschaftlicher Erfolg und umgekehrt.

Mit dieser Matrix kann jeder Entscheidungsträger schnell und einfach feststellen, wie sich gemäß seinem eigenen Wissen und Gewissen ein Beschluss oder eine Maßnahme auf Klima und Nachhaltigkeit auswirken kann. Heute ist es wichtiger denn je zu untersuchen, wie sehr einzelne Projekte tatsächlich dem Klimaschutz zugute kommen - oder ob sie diesen gar erschweren.

Die Matrix ist auch so zu verstehen, dass bei fehlendem Nutzen für das Klima ein Projekt nicht sofort verworfen werden muss. Lösungen und Maßnahmen können gesucht werden, die den Mangel kompensieren und einen echten Nutzen fürs Klima dennoch herbeiführen.

Die Matrix kann auch Grundlage oder Anregung für notwendige Diskussion oder Verständigung der Entscheidungsträger sein.

Stadt Starnberg gesamtes Versorgungsgebiet

Energieverbrauch und -erzeugung im gesamten Versorgungsgebiet

Tab.1 Stromverbrauch und –einspeisung in Starnberg

| Jahr | Stromverbrauch | | Stromeinspeisung | |
|------|-----------------------|----------------------|-------------------|-----------------------|
| | Konv. Strom MWh*** | Konv. Strom** MWh | Solarstrom MWh | Strom aus KWK* MWh |
| 1999 | 86.486 | 87.412 | 3,3 | - |
| 2005 | 91.410 | 91.410 | 250 | 149 |
| 2013 | 92.889 | 92.917 | 3.660 | 426 |
| 2015 | 90.834 | 91.998 | 4.679 | 502 |
| 2017 | 87.802 | 88.503 | 5.556 | 677 |

*fossil betrieben

**anteilig temperaturbereinigt (10 %)

*** MWh = Megawattstunden

Tab.1.1 Anteile des Stromverbrauchs für die Wärmebereitstellung in MWh

| Jahr | 2013 | 2015 | 2017 |
|--------------------------------|-------|-------|-------|
| Elektrische Speicherheizung | 2.503 | 2.098 | 2.219 |
| Elektrische Wärmepumpen | 2.273 | 2.259 | 2.718 |
| Strom zu Heizzwecken | 4.776 | 4.357 | 4.937 |

Tab.2 Gasverbrauch in Starnberg

| Jahr | Anzahl Kunden | Erdgasverbrauch MWh | Erdgasverbrauch MWh* | Flüssiggasverbr. MWh | Flüssiggasverbr. MWh* |
|------|------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| 1999 | 3.704 | 210.659 | 225.594 | | |
| 2005 | 4.147 | 247.229 | 247.229 | | |
| 2013 | 4.308 | 200.804 | 201.414 | 3.040 | 3.049 |
| 2015 | 4.322 | 214.438 | 241.917 | 2.905 | 3.283 |
| 2017 | 4.307 | 227.235 | 245.353 | 2.877 | 3.106 |

* temperaturbereinigt

Tab.3 Heizölverbrauch für Heizung und Warmwasser in Starnberg

| Jahr | Anzahl der Anlagen | Heizölverbrauch MWh | Heizölverbr.* MWh |
|------|--------------------|---------------------|-------------------|
| 1999 | 1.933 | 195.600 | 209.467 |
| 2005 | 1.686 | 155.399 | 155.399 |
| 2013 | 1.666 | 119.751 | 120.115 |
| 2015 | 1.611 | 114.092 | 128.712 |
| 2017 | 1.579 | 115.539 | 124.751 |

*temperaturbereinigt

Tab.4 Wärmebereitstellung durch Solarthermie*, Biomasse** und KWK

| Jahr | Kollektorfläche m ² | Wärmeerzeugung MWh | Biomasse-HK MWh | Biomasse-HK MWh*** | KWK fossil MWh |
|------|--------------------------------|--------------------|-----------------|--------------------|----------------|
| 1999 | - | - | - | - | - |
| 2005 | 1.136 | 454 | 1.163* | 1.163 | 299 |
| 2013 | 3.158 | 1.263 | 33.921 | 34.022 | 852 |
| 2015 | 3.310 | 1.324 | 33.775 | 38.166 | 1.003 |
| 2017 | 3.375 | 1.349 | 38.869 | 41.979 | 1.354 |

* Quelle: BAFA

** Kaminkehrer

*** temperaturbereinigt

Stadt Starnberg**Berechnete CO₂-Emissionen durch Energieverbrauch und -erzeugung im gesamten Versorgungsgebiet**

Tab.1 Entwicklung der Einwohnerzahlen

| | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1999 | 2005 | 2013 | 2015 | 2017 |
| 21.434 | 22.963 | 22.650 | 22.939 | 23.339 |

Tab.2 CO₂-Emissionen durch Energieverbrauch im Jahr 2017

| CO ₂ -Emissionen durch | Gesamtmenge Mg* CO ₂ | Mg CO ₂ /Kopf | Emissionsfaktor kg CO ₂ /kWh |
|-----------------------------------|------------------------------------|--------------------------|--|
| Stromverbrauch konv. | 46.798 | 2,00 | 0,534 |
| Ökostrom | 49 (35 + 14) | 0,002 | 0,040 / 0,116 |
| Erdgasverbrauch | 59.856 | 2,57 | 0,244 |
| Flüssiggasverbrauch | 811 | 0,03 | 0,261 |
| Heizölverbrauch | 37.675 | 1,61 | 0,302 |
| Verkehr | 41.245 | 1,77 | |
| Gesamt | 186.434 | 7,99 | |

* 1 Megagramm (Mg) = 1 Tonne

Tab.3 CO₂-Emissionen aus eingespeistem und selbst verbrauchtem Strom

| Jahr | | Gesamtmenge Mg CO ₂ | Mg CO ₂ /Kopf | Emissionsfaktor kg CO ₂ /kWh |
|------|-----|-----------------------------------|--------------------------|--|
| 2013 | PV | 425 | 0,02 | 0,116 |
| | KWK | 0 | | |
| 2015 | PV | 543 | 0,02 | 0,116 |
| | KWK | 0 | | |
| 2017 | PV | 644 + 14* | 0,03 | 0,116 |
| | KWK | 0 | | |

KWK ist im Gesamtgasverbrauch enthalten.

*aus bekanntem Eigenverbrauch

Tab.4 CO₂-Emissionen aus regenerativer oder effizienter Wärmeerzeugung

| | Gesamtmenge Mg CO ₂ | Mg CO ₂ /Kopf | Emissionsfaktor kg CO ₂ /kWh |
|--------------|-----------------------------------|--------------------------|--|
| 2013 | | | |
| Solarthermie | 19 | 0,001 | 0,015 |
| KWK | 0 | 0 | |
| Biomasse-HK | 428 | 0,02 | 0,018 / 0,011 / 0,014 |
| 2015 | | | |
| Solarthermie | 20 | 0,001 | 0,015 |
| KWK | 0 | 0 | |
| Biomasse-HK | 481 | 0,02 | 0,018/ 0,011/ 0,014 |
| 2017 | | | |

| | | | |
|--------------|-----|-------|---------------------|
| Solarthermie | 20 | 0,001 | 0,015 |
| KWK | 0 | 0 | |
| Biomasse-HK | 529 | 0,02 | 0,018/ 0,011/ 0,014 |

KWK ist im Gesamtgasverbrauch enthalten.

Tab.5 Gesamtbilanz Strom

| Jahr | Bezug MWh | Einspeisung | | | Eigen- verbrauch PV/ MWh | Effektiver Strombezug | | Bilanz Mg CO ₂ |
|------|--------------|-------------|-------------|--------------------|-----------------------------------|--------------------------|--------------------|------------------------------|
| | | PV/MWh | KWK/ MWh | Mg CO ₂ | | MWh | Mg CO ₂ | |
| 1999 | 87.412 | 3,3 | - | 0,36 | | 87.409 | 59.700 | 59.700 |
| 2005 | 91.410 | 250 | 149 | 27,5 | | 91.011 | 62.161 | 62.188 |
| 2013 | 92.917 | 3.660 | 426 | 425 | | 88.831 | 52.845 | 53.270 |
| 2015 | 91.998 | 4.679 | 502 | 543 | | 86.817 | 51.851 | 52.394 |
| 2017 | 88.503 | 5.556 | 677 | 659 | 124 | 82.146 | 43.532 | 44.191 |

Tab.6 Gesamtbilanz Wärme

| Jahr | Reg. Anteil Mg CO ₂ | KWK Mg CO ₂ | Heizöl Mg CO ₂ | Erdgas Mg CO ₂ | Flüssiggas Mg CO ₂ | Bilanz Mg CO ₂ |
|------|-----------------------------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| 1999 | - | - | 67.176 | 55.722 | - | 122.898 |
| 2005 | 65,4 | 0 | 49.836 | 61.065 | - | 110.966 |
| 2013 | 447 | 0 | 36.275 | 49.145 | 796 | 86.663 |
| 2015 | 501 | 0 | 38.871 | 59.028 | 758 | 99.158 |
| 2017 | 549 | 0 | 37.675 | 59.866 | 751 | 98.841 |

Tab.7 Tab.4 Ergebnisse des Verkehrsgutachtens

| Jahr | Tageskilometer Mio km/Tag | CO ₂ -Emission Mg/Tag | CO ₂ -Emissionen Mg/Jahr |
|------|------------------------------|-------------------------------------|--|
| 1999 | 0,87 | 141 | 51.465 |
| 2005 | 0,74 | 137 | 49.896 |
| 2013 | 0,73 | 131 | 47.815 |
| 2015 | | 122* | 44.530* |
| 2017 | 0,67 | 113 | 41.245 |

Die Ergebnisse der Verkehrszählung 2015 liegen nicht vor.

*Schätzwerte

Tab.8 CO₂-Bilanz für die Stadt Starnberg

| Jahr | Strom | | Wärme | | Verkehr (innerstädtisch) | | Gesamt | |
|------|--------------------|-----------------------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------|-----------------------------|
| | Mg CO ₂ | Mg CO ₂ /Kopf | Mg CO ₂ | Mg CO ₂ /Kopf | Mg CO ₂ | Mg CO ₂ /Kopf | Mg CO ₂ | Mg CO ₂ /Kopf |
| 1999 | 59.700 | 2,79 | 122.898 | 5,73 | 51.465 | 2,40 | 234.063 | 10,92 |
| 2005 | 62.188 | 2,71 | 110.966 | 4,83 | 49.896 | 2,17 | 223.050 | 9,71 |
| 2013 | 53.270 | 2,35 | 86.663 | 3,71 | 47.815 | 2,11 | 187.748 | 8,04 |
| 2015 | 52.394 | 2,28 | 99.158 | 4,25 | 44.530* | 1,91* | 196.082 | 8,40 |
| 2017 | 44.191 | 1,89 | 98.841 | 4,24 | 41.245 | 1,77 | 184.277 | 7,90 |

Energieverbrauch und -erzeugung

Tab.1 Stromverbrauch und –einspeisung

| Jahr | Strombezug | | Eigenverbrauch MWh | Stromeinspeisung | |
|--------------|---------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|--------------------------|
| | Ökostrom MWh**** | Ökostrom** MWh | | Solarstrom MWh | Strom aus KWK* MWh |
| 1999** ** | 2.033 | 2.040 | | 0,93 | |
| 2005** ** | 1.052 | 1.052 | | 25,6 | 91,9 |
| 2013 | 1.830 | 1.831 | | 463 | 274 |
| 2015 | 1.328 | 1.343 | | 539 | 355 |
| 2017 | 859 | 866 | 124 | 428 | 200 |

* fossil betrieben

** anteilig temperaturbereinigt

*** MWh = Megawattstunden

****Belieferung mit konventionellem Strom

Tab.2 Erdgasverbrauch

| Jahr | Erdgasverbrauch MWh | Erdgasverbr.* MWh | davon Gymnasium | davon Wasserpark** | WP Wärme- lieferung |
|------|------------------------|----------------------|--------------------|-----------------------|------------------------|
| 1999 | 11.189 | 11.982 | | | |
| 2005 | 10.764 | 10.764 | | | 1.045 |
| 2013 | 9.809 | 9.839 | 1.629 | 3.856 | 1.629 |
| 2015 | 8.075 | 9.110 | 1.460 | 3.307 | 1.577 |
| 2017 | 6.160 | 6.653 | 1.478 | 2.655 | 1.104 |

* temperaturbereinigt

**einschließlich Wärmelieferung

Tab.3 Wärmebereitstellung durch Solarthermie und Biomasse

| Jahr | Solarthermie | | Biomasse | |
|------|----------------|-----|------------|-----|
| | m ² | MWh | Mg Pellets | MWh |
| 1999 | - | - | - | - |
| 2005 | - | - | - | - |
| 2013 | 21 | 8,4 | 139 | 694 |
| 2015 | 21 | 8,4 | 52 | 260 |
| 2017 | 21 | 8,4 | | 799 |

Berechnete CO₂-Emissionen für Energieverbrauch und –erzeugung

Tab.4 Gesamtbilanz Strom

| Jahr | Verbrauch MWh | Stromeinspeisung + -verbrauch | | | Effektiver Strombezug | | Bilanz Mg CO ₂ |
|------|------------------|-------------------------------|-------------|--------------------|-----------------------|--------------------|------------------------------|
| | | PV/ MWh | KWK/ MWh | Mg CO ₂ | MWh | Mg CO ₂ | |
| 1999 | 2.040 | 0,93 | | 0,1 | 2.039 | 1.393 | 1.393 |
| 2005 | 1.052 | 25,6 | 91,9 | 2,8 | 934 | 638 | 641 |
| 2013 | 1.831* | 463 | 274 | 53,8 | 1.093 | 43,7 | 97,5 |
| 2015 | 1.343* | 539 | 355 | 62,5 | 449 | 18 | 80,5 |
| 2017 | 866* | 428 + 124 | 200 | 64,0 | 114 | 4,6 | 68,6 |

*zertifizierter Ökostrom

Tab.5 Gesamtbilanz Wärme

| Jahr | Solarthermie Mg CO ₂ | Biomasse Mg CO ₂ | Erdgas Mg CO ₂ | Wärmelieferung Mg CO ₂ | Bilanz Mg CO ₂ |
|------|------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| 1999 | - | - | 2.860 | | 2.860 |
| 2005 | - | - | 2.659 | 258 | 2.401 |
| 2013 | 0,13 | 13 | 2.401 | 397 | 2.017 |
| 2015 | 0,13 | 4,7 | 2.223 | 385 | 1.843 |
| 2017 | 0,13 | 14,4 | 1.623 | 269 | 1.369 |