

8 Thesen zum bayerischen Energiegipfel 2018

von Prof. Dr.-Ing. Michael Sterner
FENES OTH Regensburg

1. **Damit Deutschland das Pariser Klimaschutzabkommen erfüllen kann, muss auch die bayerische Energieversorgung bis 2050 CO₂-neutral werden. Dafür sind große Anstrengungen in der Energieeffizienz und ein massiver Umbau der Versorgungsstrukturen in den Bereichen Strom, Wärme, Verkehr und Industrie notwendig: fossile Energie wird es weder in Kraftwerken noch in Heizungen oder Fahrzeugen geben.**
2. **Der Energiebedarf in Wärme und Verkehr sinkt durch die effiziente Elektrifizierung über Wärmepumpen und Elektromobilität. Die energieintensive Industrie kann über Power-to-X nahezu CO₂-neutral werden. Erneuerbare Energien werden wieder wie früher zur ersten Primärenergiequelle, der Stromsektor zum Nukleus der Energieversorgung. Die Energieversorgung wird wieder oberirdisch und damit sichtbar.**
3. **Bayern hat genügend Potential an erneuerbaren Energien, um sich selbst zu versorgen. Wind- und Solarstrom sind die kostengünstigsten Energiequellen in Bayern mit dem größten technischen Potenzial und geringstem Flächenverbrauch. Die anderen erneuerbaren Potenziale sind stark begrenzt.**

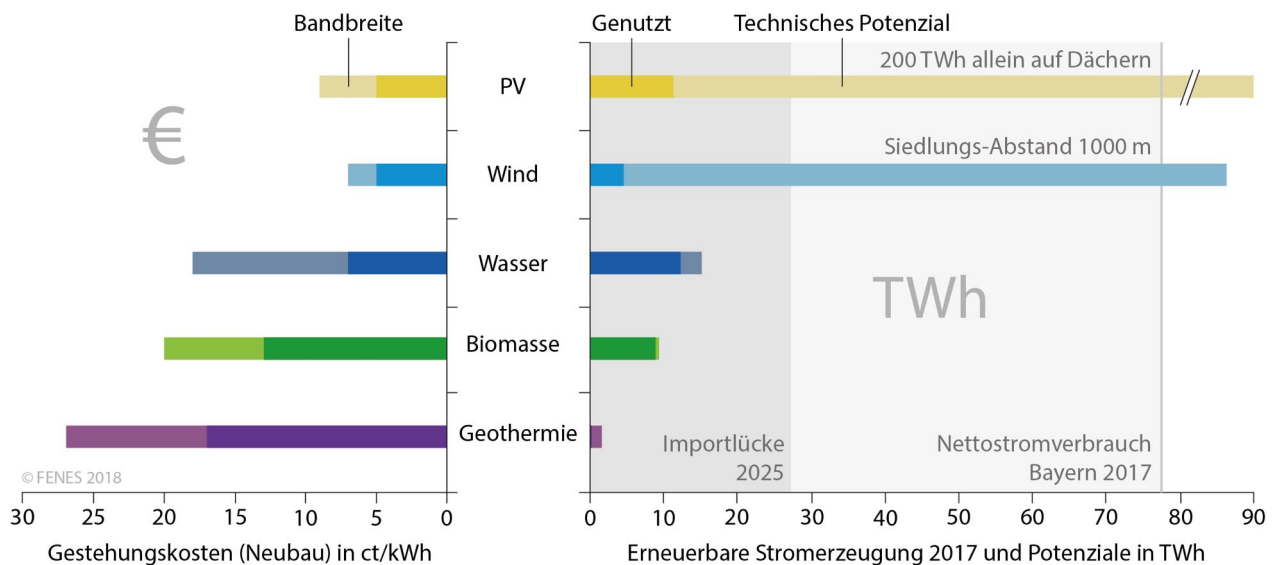


Abb. 1: Stromkosten neuer EE-Anlagen vs. technisches EE-Potenzial zur Stromerzeugung in Bayern. Solar: weitere Potenziale an Gebäudefassaden und Freiflächen z. B. entlang von Autobahnen und Schienenwegen vorhanden. Quellen: s. Anhang.

Das technische **Potenzial** für **Solarstrom** in Bayern reicht nach jüngsten Studien ein **Vielfaches** aus, den bay. **Strombedarf** bilanziell zu decken. Allein auf Dächern sind dies **200 TWh** – gut 2x soviel, dazu kommen Fassaden und Freiflächen. Gerade versiegelte Flächen und Flächen entlang von Autobahnen und Schienenwegen bieten sich hier an.

Bayern hat als größtes Flächenland der BRD auch große Potenziale in der **Windenergie**: bei einem Abstand von 1000 m zu Siedlungen ergibt sich mit Anlagen der 3 MW-Klasse mit einer Mindestauslastung von 1600 h auf Flächen ohne Restriktionen (ohne Nationalparks, Naturschutzgebiete, bebaute Flächen etc.) bei 8 % Flächennutzung ca. 225 TWh und bei 2 % Flächennutzung ca. **80 TWh**, was dem 1-3 fachen des bay. Strombedarfs entspricht.

Strom aus neuen Gas-, Kohle- oder Atomkraftwerken ist ca. doppelt so teuer wie Strom aus neuen Wind- und Solaranlagen. Die **Strompreise** im Großhandel sind in den letzten 8 Jahren bis zuletzt kontinuierlich **gesunken** durch den starken Ausbau von Wind- und Solarenergie und auch durch günstige Steinkohlepreise. Die Industriestrompreise sind mit die günstigsten in ganz Europa. Der Ausbau von günstigem Wind- und Solarstrom sorgt dafür, dass dies - trotz Atom- und Kohleausstieg - so bleibt und damit die Industrie in unserem Land wettbewerbsfähig bleibt.

4. Die bisherigen bay. Energieziele für 2025 sind angesichts der Herausforderungen und Chancen zu niedrig angesetzt und eine Ursache für den hohen Bedarf an Stromimporten. Die Ziele für Wind werden bereits heute übererfüllt. Bayern sollte sich wesentlich höhere Ziele stecken und so lokale Ressourcen für Wertschöpfung und Arbeitsplätze in Bayern nutzen. Entsprechende Begrenzungen bei Wind, Solar und Wasserkraft stehen diesem Nutzen für das Land entgegen.

Um die kommende **Stromlücke** von ca. 27 TWh ohne neue Trassen zu schließen, wäre eine Ver-vier-fachung von **Solarstrom** oder eine Ver-acht-fachung von **Windstrom** nötig. Bei Beibehaltung der Ausbaugeschwindigkeit von Wind mit ca. 2 WEA pro Landkreis und Jahr wäre eine Ver-drei-fachung von Solarstrom nötig (Abb. 2-3).

Alle erneuerbaren Quellen sind zu erschließen, auch die Wasserkraft und die Biomasse. Entsprechende **Begrenzungen** sind **hinderlich** und damit abzuschaffen oder nachzubessern. Die Streichung von „10 H“ fordern neben FW, SPD, Grüne, ÖDP etc. auch der Arbeitskreis Energiewende der CSU.

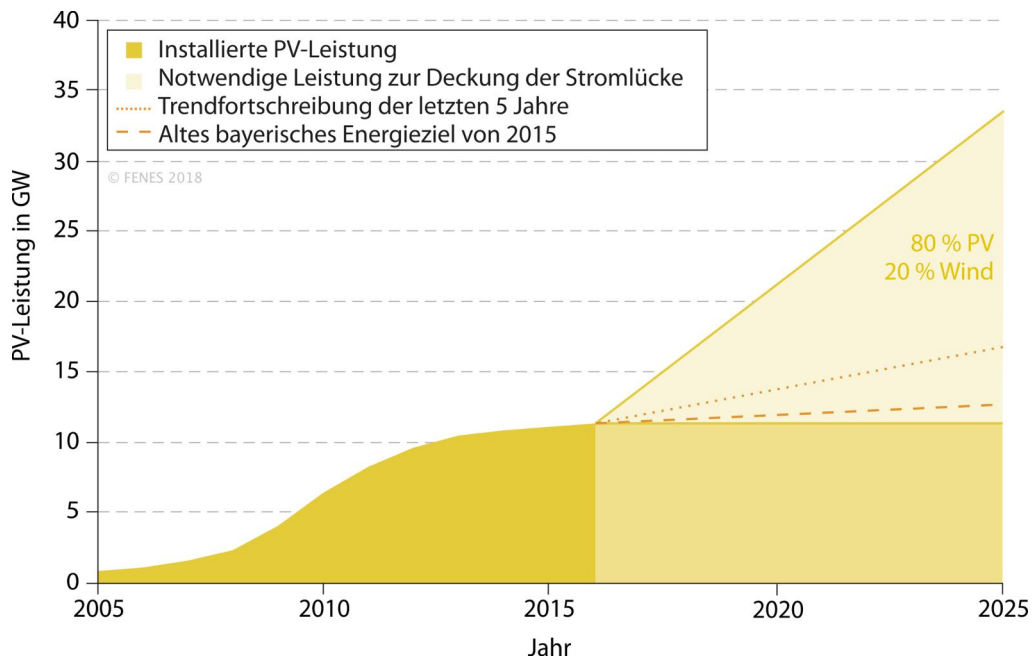


Abb. 2: Installierte Leistung der PV in Bayern für einen realistisch begrenzten Windausbau und der Bedingung, die Stromlücke von ca. 27 TWh aus Atom- und Kohleausstieg zzgl. keiner neuen Trassen zu schließen - vereinfachte Ausbauszenarien für PV + Wind auf Basis der Potenziale und politischen Ziele. Ansetzbar für das Jahr 2025 oder 2030. Quellen: s. Anhang.

Derzeit existieren in Bayern ca. 1.160 WEA (ca. 2.5 GW @ 4,2 TWh/a (06/18)). Wenn das bestehende Ausbautempo beibehalten wird, können etwa 150 WEA p. a. errichtet werden. Dies wäre bürgerverträglich und politisch vertretbar über **Bürgerwindenergieanlagen** machbar: im Schnitt zwei WEA pro Landkreis und Jahr. Der Rest wäre über PV zuzubauen.

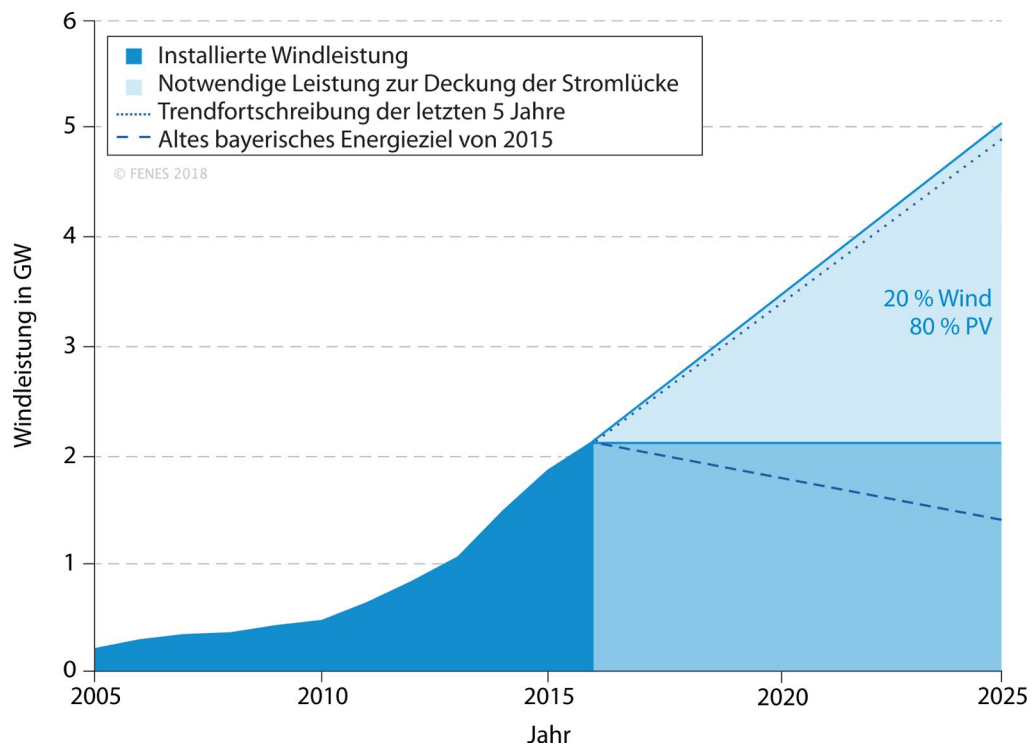


Abb. 3: Installierte Leistung der Windkraft in Bayern für einen realistisch begrenzten Windausbau (2 WKA p. a. pro Landkreis) und der Bedingung, die Stromlücke von ca. 27 TWh aus Atom- und Kohleausstieg zzgl. keiner neuen Trassen zu schließen - vereinfachte Ausbauszenarien für PV + Wind auf Basis der Potenziale und politischen Ziele. Für 2025/30. Quellen: s. Anhang.

5. Um den Atom- und Kohleausstieg sicher zu vollziehen und die kommende Kapazitätslücke von ca. 4 GW zu schließen, ist in Bayern parallel zum Wind- und Solarausbau im gleichen Maße der Ausbau an gesicherter Leistung in Form von Gaskraft (KWK und Gaskraftwerke) und Speichern nötig. Eine Stromtrasse bringt keine Versorgungssicherheit, wenn am Ende der Leitung keine Kraftwerke oder Speicher stehen. Alle notwendigen Speichertechnologien sind mit ausreichender Reife vorhanden für den Ausbau. Langfristig sind Gaskraft und Speicher über Kapazitätsmärkte zu finanzieren und regional auch in Süddeutschland anzusiedeln. Erdgas wird entsprechend durch grünes Gas aus Biomasse und Power-to-Gas ersetzt.

Genauso wichtig wie die bilanzielle Betrachtung „Strom aus Bayern für Bayern“ ist die Betrachtung der vorhandenen **gesicherten Leistung** zur Deckung der Jahreshöchstlast (ca. 12,5 GW). Ende 2022 fallen die letzten AKW-Kapazitäten weg, auch das Kohlekraftwerk München. Kraftwerksreserven sind im Bereich Gas (Irsching) und Öl (Raffinerien) vorhanden.

Eine Absicherung der **Versorgungssicherheit** rein über Stromtrassen ist technisch nicht möglich, da am Ende der Leitung ebenfalls wieder Kraftwerke stehen müssen und darauf nur begrenzt zurückgegriffen werden kann (Österreich: Ausbau Wasserkraft begrenzt, CZ: alte Kernkraft, Deutschland: Kohleausstieg).

Durch die **Sektorenkopplung** wird kostengünstiger Wind- und Solarstrom auch zur Dekarbonisierung von Wärme, Verkehr und Industrie eingesetzt. Über die Digitalisierung sind Erzeugung, Netze, Speicher und Verbrauch so zu synchronisieren, dass es zu keiner Erhöhung der Jahreshöchstlast kommt, sondern Erzeugungs- und Lastgänge geglättet werden. Dazu können auch Regionalkraftwerke beitragen. Entsprechende Modellregionen mit Sektorenkopplung und 100 % EE-Versorgung sind zu entwickeln.

Power-to-Gas wird neben der Erzeugung von grünem Gas für die Versorgungssicherheit (Strom – Überbrückung von Dunkelflauten) und KWK auch in der Prozesswärme, im Verkehr (schwer elektrifizierbare Bereiche Flug, Schiff, Schwerlast; begrenztes nachhaltiges Biokraftstoffpotenzial) und Industrie (Stahl, Chemie, Glas über Power-to-X) benötigt.

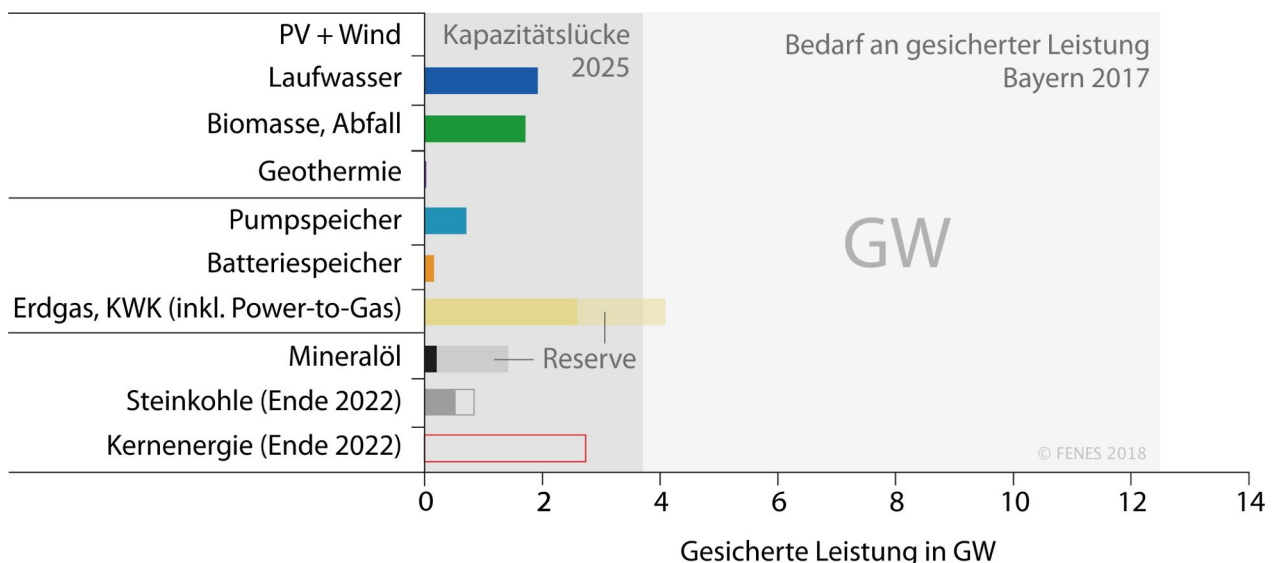


Abb. 4: Gesicherte Leistung in GW (Versorgungssicherheit) – Bedarf und Status Quo. Quellen: s. Anhang.

6. Für jeden Euro soll maximaler Klimaschutz erreicht werden. Gerade im Bereich Gebäude sind noch günstige Potenziale erschließbar über entsprechende Bauleitplanung und Förderprogramme. In der Verkehrswende ist eine Stärkung des ÖPNV und der Elektromobilität angebracht.

Für die **Wärmeversorgung** sind Vorgaben in der Bauleitplanung bzw. der bay. Bauordnung für Gebäudestandards (Mindestanteil erneuerbarer Energien, Steigerung solarer Gewinne durch städtebauliche Optimierung) und Förderprogramme für Sanierung und Wärmenetze mit KWK, Biomasse und Solarthermie aufzusetzen. Das 10.000 Häuserprogramm sollte in Richtung Sektorenkopplung mit Solarstrom und Batteriespeichern erweitert werden. In der ländlichen Wärmeversorgung übernimmt Holz als Brennstoff eine wichtige Rolle in der regionalen Wertschöpfung und Kreislaufwirtschaft.

Die wichtigsten Maßnahmen der **Verkehrswende** sind die Verkehrsvermeidung durch effizientere Straßen- und Wegenetze, die Stärkung des ÖPNV über i) eine Angebotsverbesserung (Linienführung, Taktverdichtung, Tarife), ii) die Einführung von alternativen Antrieben (Elektro, Wasserstoff, Gas) und iii) regionale Verbesserungen durch eine gebietsübergreifende Fahrplanabstimmung. Für den Ausbau der Elektromobilität ist die Ladeinfrastruktur entscheidend, wofür eine entsprechende Entwicklung der Verteilnetze samt Speicher hilfreich ist.

7. Alles was lokal erzeugt und verbraucht wird, muss nicht transportiert oder gespeichert werden. Das Land wird die Städte mitversorgen. Investitionen in erneuerbare Energien vor Ort sichern Arbeitsplätze, eine Beteiligung der Bürger schafft Akzeptanz. Eine bessere Kommunikation und Koordination sind nötig.

Regionale Strommärkte können den Bedarf an Stromimport und -export erheblich reduzieren. Die regionale **Wertschöpfung** auf dem Land wirkt dem demographischen Wandel entgegen. Neue Wind- und Solaranlagen finden die **größte Akzeptanz**, wenn sie als Bürgerenergieanlagen geplant und umgesetzt werden. Die Akzeptanz einer regionalen, **dezentralen** Energieversorgung ist höher als einer nationalen, zentralen. Die Kosten sind annähernd gleich. Eine rein energie- & leistungsautarke Versorgung Bayerns wäre teurer als ein Verbund von dezentralen und zentralen Konzepten. Akzeptanz und Kosten sind miteinander abzuwägen. Netze und Speicher, Erneuerbare und Kraftwerke können nur gemeinsam das Ziel einer stabilen, klimafreundlichen und bezahlbaren Versorgung erreichen.

Die Akzeptanz kann durch eine bessere **Kommunikation** und **Koordination** gesteigert werden. Hierzu sind die Förderprogramme besser miteinander abzustimmen. Die neue **Landesagentur** für Energie und Klimaschutz sollte i) Informieren, Beraten, Aufklären, Aktivieren ii) die Umsetzung vor Ort stärken – v. a. in den Kommunen durch die Unterstützung der Energieagenturen vor Ort und iii) eine Plattform / Think-Tank für die Energiezukunft Bayerns unter Einbindung aller relevanten Akteure bilden.

8. Kein Klimaschutz führt zur Zerstörung von Lebensräumen, Lebensgrundlagen und geopolitischen Verwerfungen – weltweit und auch in Bayern, was uns wesentlich teurer kommt als die Erfüllung der Pariser Klimaziele.

Literatur und Quellen

50Hertz Transmission GmbH, Amprion GmbH, TenneT TSO GmbH, TransnetBW GmbH (2015), *Netzentwicklungspläne 2015 – Szenario B1*, Berlin

Agentur für Erneuerbare Energien (2018) *Föederal Erneuerbar*, https://www.foederal-erneuerbar.de/landesinfo/bundesland/BY/kategorie/bioenergie/auswahl/184-installierte_leistun/#goto_184, Berlin

Agentur für Erneuerbare Energien (2014), *Stromgestehungskosten und die Kosten der Energiewende*, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, www.forschungsradar.de, Berlin

Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (2017), *Energiebilanz der Bundesrepublik 2015*, Berlin

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2014) „*Biogas-Betreiber-Datenbank Bayern*“, Freising

Bayerisches Landesamt für Statistik (2018) *Stromerzeugung und –verbrauch*, München

Bayerisches Landesamt für Umwelt (2018), *Wasserkraft in Bayern*, Augsburg

Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Energie und Technologie (2015) *Bayerisches Energieprogramm für eine sichere, bezahlbare und umweltverträgliche Energieversorgung*, München

Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie (2018) *Energie-Atlas Bayern*, <https://www.energieatlas.bayern.de/index.html>, München

Bundesnetzagentur (2018), *Kraftwerkliste der Bundesnetzagentur*, https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Erzeugungskapazitaeten/Kraftwerkliste/kraftwerkliste.html, Bonn

Bundesverband Geothermie (2018) *Tiefe Geothermieprojekte in Deutschland – Projekte in Betrieb*, Berlin

Bundesverband WindEnergie e.V. (2018) <https://www.wind-energie.de/verband/lvs/bayern/>, Berlin

Fath, Karoline (2018): *Technical and economic potential for photovoltaic systems on buildings*, Dissertation KIT und Fraunhofer ISE, <http://dx.doi.org/10.5445/KSP/1000081498>, Karlsruhe

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE (2018), *Stromgestehungskosten Erneuerbare Energien*, Freiburg

Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (2011), *Studie zum Potenzial der Windenergienutzung an Land*, Bundesverband WindEnergie e.V., Kassel
https://www.wind-energie.de/.../bwe_potenzialstudie_kurzfassung_2012-03.pdf

Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (2011), *Vorstudie zur Integration großer Anteile Photovoltaik in die elektrische Energieversorgung*, Studie im Auftrag des BSW, Kassel

ISEA RWTH Aachen (2018), *Wissenschaftliches Mess- und Evaluierungsprogramm Solarstromspeicher 2.0*; Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin

Leipziger Institut für Energie GmbH (2017) *Aktuelle Zahlen zur Energieversorgung in Bayern – Prognose für die Jahre 2015 und 2016*, Leipzig