

Nervenarzt 2022 · 93:288–296
<https://doi.org/10.1007/s00115-021-01086-0>
 Angenommen: 1. Februar 2021
 Online publiziert: 5. März 2021
 © Der/die Autor(en) 2021



Dusan Hirjak¹ · Ulrich Reininghaus^{2,3,4} · Urs Braun¹ · Markus Sack⁵ · Heike Tost¹ · Andreas Meyer-Lindenberg¹

¹ Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie, Zentralinstitut für Seelische Gesundheit, Medizinische Fakultät Mannheim, Universität Heidelberg, J5, Mannheim, Deutschland

² Abteilung Public Mental Health, Zentralinstitut für Seelische Gesundheit, Medizinische Fakultät Mannheim, Universität Heidelberg, Mannheim, Deutschland

³ ESRC Centre for Society and Mental Health, King's College London, London, Großbritannien

⁴ Centre for Epidemiology and Public Health, Health Service and Population Research Department, Institute of Psychiatry, Psychology & Neuroscience, King's College London, London, Großbritannien

⁵ Abteilung Neuroimaging, Zentralinstitut für Seelische Gesundheit, Medizinische Fakultät Mannheim, Universität Heidelberg, Mannheim, Deutschland

Sektorenübergreifende Therapiekonzepte und innovative Technologien: neue Möglichkeiten für die Versorgung von Patienten mit psychischen Erkrankungen

Hintergrund

Die fachpsychiatrische und psychotherapeutische Behandlung psychischer Erkrankungen in Deutschland ist aufgrund der alternden Gesellschaft, der Zunahme der Anzahl chronisch psychisch Kranker, dem steigenden finanziellen Druck auf die Gesundheitssysteme, dem Fachkräftemangel, der Stigmatisierung psychischer Erkrankungen sowie der Unterversorgung in strukturschwachen Regionen eine Herausforderung für Therapeuten¹ und Institutionen [1–3]. Diese Umstände führen oft zur zeitlichen Verzögerung der leitliniengerechten Therapien, negativen Folgen für den Heilverlauf mit Gefahr der Chronifizierung der Symptome und möglicherweise später eintretenden psychosozialen Nachteilen. In der klinischen

Praxis erschweren lange Wartezeiten bei Fachärzten und Psychotherapeuten eine adäquate, suffiziente und evidenzbasierte Therapie mit dem Ziel der Symptombefreiheit [4]. Im Durchschnitt warten Menschen in Deutschland 12,5 Wochen auf ein Erstgespräch (s. BPTK-Studie zu Wartezeiten in der ambulanten psychotherapeutischen Versorgung, 2011; oder Barmer Arztreport 2020). Schleppende Versorgungsabläufe erzeugen Frustration bei den Betroffenen und führen oft zu Therapieabbrüchen, welche häufig zur Chronifizierung der Symptomatik führen. Aus ökonomischer Sicht ist anzunehmen, dass die benötigten Ressourcen bzw. Krankheitskosten im Bereich der psychischen Erkrankungen in Deutschland in den nächsten zwei Jahrzehnten deutlich größer werden. Die o. g. steigenden Anforderungen an die psychiatrischen Gesundheitssysteme erfordern einen Wandel in der Organisation und im Management der einzelnen Versorgungsstrukturen.

Auf der einen Seite ist eine Verbesserung der oben beschriebenen Situation

durch engere Kooperation, Informationsaustausch und mögliche Abstufung verschiedener Versorgungselemente und Leistungserbringer zu erreichen. Dies schließt Haus- und Fachärzte, Psychotherapeuten und verschiedene Kliniktypen etc. mit ein. Auf der anderen Seite sollten auch verbessertes Störungs- und Behandlungswissen, neue Versorgungsmodelle und neue technische Möglichkeiten miteinander verknüpft werden, um durch optimale Ressourcennutzung die flächendeckende Versorgung psychisch Kranker in Deutschland zu verbessern:

1. *Evidenzbasierte Medizin*: Der Aufschwung der wissenschaftlichen Evidenz im Bereich der Diagnostik, Psychopharmakologie und Psychotherapie konnte zur Etablierung einheitlicher diagnostischer und therapeutischer Algorithmen führen, die derzeit in Form von S3-Leitlinien für die meisten psychischen Störungen zur Verfügung stehen.
2. *Neue Versorgungsmodelle*: In den letzten Jahren wurde eine Vielfalt moderner Behandlungssettings etabliert.

¹ Anmerkung: Im Interesse einer besseren Lesbarkeit wird in dieser Arbeit nicht ausdrücklich in geschlechtsspezifischen Personen- bzw. Patientenbezeichnungen differenziert. Die gewählte männliche Form schließt eine adäquate weibliche Form gleichberechtigt ein.

Dabei spielen insbesondere die Auflösung klassischer Sektorengrenzen, die Etablierung moderner klinikinterner und -externer Versorgungsstrukturen [5, 6], die Entwicklung neuartiger Früherkennungsstrategien bzw. Prädiktionsmodelle [7], ethische Überlegungen [8] und die Bewertung der Langzeitergebnisse (therapeutisches Outcome) eine wesentliche Rolle. Zu den sektorenübergreifenden Therapiekonzepten gehören vor allem das Track-Konzept (inklusive der stationsäquivalente Behandlung [StäB]²; [5, 9–11]) und die Soteria [12]. Gerade in Kombination mit innovativen Technologien können die o.g. Konzepte eine qualitativ hochwertige, individualisierte und kontinuierliche Patientenversorgung leisten.

3. *Verfügbarkeit von Smartphones:* Der Anteil der Smartphone-Nutzer in Deutschland lag im Jahr 2020 bei 86 % (<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/585883/umfrage/anteil-der-smartphone-nutzer-in-deutschland>; [13–15]). Ende 2020 wird es schätzungsweise 6,1 Milliarden Smartphone-Abonnements weltweit geben. Für 2026 wird ein Anstieg auf 7,5 Milliarden Nutzer weltweit prognostiziert [13].
4. *„Ambulatory assessments“:* Der Einsatz digitaler Anwendungen und Lösungen ist in unserem täglichen Leben zunehmend präsent und bietet Möglichkeiten, einige der Herausforderungen an fachpsychiatrische und psychotherapeutische Versorgung zu bewältigen [11, 12].
5. *Vernetzung von Informationen:* Das Aufkommen digitaler Technologien, einschließlich der Smartphones und tragbaren Sensoren („wearables“) zur Symptomerfassung in Echtzeit [16–20], ambulatorischer Interventionen („ecological momentary interventions“, EMI) mittels mobiler Smartphone-Applikationen [18], künstlicher Intelligenz (KI; [21]),

großer Mengen multimodaler Daten (Big Data; [22]), mehrerer Technologieplattformen (computerbasierte Therapie, internetbasierte video- oder chatbasierte Behandlung, sog. „serious games“ und Virtual-Reality-Therapie; [23]), wird in den kommenden Jahren zu einer dynamischen Veränderung der klassischen Therapeut-Patienten-Beziehung führen. Sie werden nicht nur wichtige Einblicke in die Art der Umweltauswirkungen auf psychische Gesundheit liefern, sondern auch den Zugang zu psychiatrisch-psychotherapeutischen Angeboten und die Behandlungsadhärenz verbessern. Klinisch tätige Psychiater, Psychologen, Pflegekräfte, Patienten, Wissenschaftler, Politiker, Kostenträger und die Öffentlichkeit erwarten, dass digitale Technologien zur Verbesserung der Effektivität und Steigerung der Verfügbarkeit der Versorgung von Patienten mit psychischen Erkrankungen [12], zur Vermeidung unerwünschter Arzneimittelwirkungen und Reduktion der Kosten beitragen werden [24].

Grundsätzlich gilt anzunehmen, dass niederschwellige und auf soziale Kontexte und Bedürfnisse der einzelnen Patienten zugeschnittene Technologien im Sinne ambulanter Interventionen zu einer intensiveren Patientenbetreuung zur richtigen Zeit und am richtigen Ort beitragen werden [11, 12]. Blickt man auf die jüngere Literatur im angelsächsischen Raum, so haben in den letzten 10 Jahren fruchtbare ökologisch-basierte Kausalmodelle psychischer Erkrankungen und therapierelevante Konzepte den Eingang in die Versorgung von Patienten mit psychischen Erkrankungen gefunden [17–19]. Von besonderem Interesse sind dabei Prävention, Diagnosestellung und Behandlung:

1. *Sekundärprävention.* Das subjektive Erleben und die psychopathologischen Symptome der Patienten können mittels kontinuierlicher begleitender Erhebung mittels Smartphones und anderen Mobilgeräten engmaschiger erfasst werden, als es aktuell im Rahmen regelmäßiger Ambulanzkontakte möglich ist. An-

statt einer Momentaufnahme mittels klinischer Skalen ist eine kontinuierliche Messung psychopathologischer Symptome in Echtzeit und im Alltag der Patienten möglich. So werden Ärzte und Psychologen die modernen Technologien nutzen können, um aus der Ferne quantitative und objektivere Daten zu sammeln und über den Zustand ihrer Patienten informiert zu werden, um bspw. notwendige Anpassungen in der Therapie vorzunehmen, damit die Patienten so lange wie möglich in ihrer eigenen Umgebung bleiben können. Die drohende Exazerbation einer psychischen Erkrankung kann rechtzeitig erkannt und Rezidive können verhindert werden.

2. *Diagnosestellung.* Sowohl genetische Komponenten (z. B. das Zusammenwirken risikobehafteter Einzelnucleotidpolymorphismen [„single nucleotide polymorphism“, SNP]; [25] oder Genexpressionsmuster) als auch epigenetische Mechanismen (z. B. DNA-Methylierung [26], Histon- und MicroRNA-Expression etc.), welche durch Umweltfaktoren beeinflusst werden können, tragen zur Krankheitsentwicklung bei [27, 28]. Biologische Datenbanken (inkl. genetischer und epigenetischer Daten), moderne multimodale Bildgebung, mobile Datenerhebung im Alltag, kontinuierliches Monitoring der psychopathologischen Symptome und die sog. Big-Data-Analysen könnten schon bald die frühzeitige und dimensionale Diagnosestellung (inkl. neurobiologisch plausibler Diagnosegruppen), die individuelle Auswahl der Behandlungsmodalität und die Dosisanpassung der Medikation ermöglichen. Auf diesem Weg kann die psychische Gesundheit des Patienten in ihrer Ganzheit und Vielfalt erfasst und für seine Genesung genutzt werden.
3. *Behandlung.* Der Einsatz moderner Technologien in Kombination mit neuen Versorgungsmodellen wird dazu beitragen, die Wirkung und Nebenwirkungen der einzelnen Therapien zu überwachen und bei Bedarf zu optimieren. Darüber hinaus kön-

² Digitale Versorgungsformen zur Personalisierung der StäB sollen im Rahmen einer eigenständigen selektiven Übersichtsarbeit in dieser Zeitschrift dargestellt werden.

D. Hirjak · U. Reininghaus · U. Braun · M. Sack · H. Tost · A. Meyer-Lindenberg

Sektorenübergreifende Therapiekonzepte und innovative Technologien: neue Möglichkeiten für die Versorgung von Patienten mit psychischen Erkrankungen

Zusammenfassung

Psychische Erkrankungen sind weit verbreitet und ein bedeutendes Problem des allgemeinen Gesundheitswesens. Das Risiko, irgendwann im Laufe des Lebens eine psychische Erkrankung zu entwickeln, liegt bei rund 40%. Psychische Erkrankungen zählen damit zu den epidemiologisch bedeutsamsten Erkrankungen. Trotz der Einführung neuerer Psychopharmaka, störungsspezifischer Psychotherapie und Stimulationstechniken zeigen viele der Betroffenen immer noch eine unzureichende Symptomremission und einen chronischen Verlauf. Durch den konzeptuellen und technischen Fortschritt der letzten Jahre wird eine neue, flexiblere und personalisierte Form der fachpsychiatrischen Patientenversorgung ermöglicht. Sowohl die traditionellen Therapie- und Organisationskonzepte als

auch neuere dezentral arbeitende, modular aufgebaute, stationär-teilstationär-ambulante Einheiten werden zusammen mit innovativen digitalen Technologien vielen betroffenen Menschen mit psychischen Erkrankungen individualisierte Therapieoptionen bieten, welche ihre Symptome bestmöglich lindern und ihre Lebensqualität erheblich verbessern könnten. Das primäre Ziel der engen Verknüpfung von modernen Versorgungskonzepten und innovativen Technologien ist es, ein umfassendes Therapie- und Nachsorgekonzept (innerhalb und außerhalb der Klinik) für die individuellen Bedürfnisse von Menschen mit psychischer Erkrankung bereitzustellen. Nicht zuletzt wird dadurch auch eine ortsunabhängige Verfügbarkeit der fachärztlichen Behandlung erreicht.

In der Psychiatrie des 21. Jahrhunderts müssen moderne Versorgungsstrukturen mit der aktuellen Dynamik der digitalen Transformation effektiv verknüpft werden. Die vorliegende selektive Übersichtsarbeit widmet sich den theoretischen und praktischen Gesichtspunkten eines sektorenübergreifenden Behandlungssystems kombiniert mit innovativen digitalen Technologien im psychiatrisch-psychotherapeutischen Fachbereich am Beispiel des Zentralinstituts für Seelische Gesundheit in Mannheim.

Schlüsselwörter

Versorgungskonzepte · Technologie · Track-Konzept · Soteria · Big Data

Cross-sectoral therapeutic concepts and innovative technologies: new opportunities for the treatment of patients with mental disorders

Abstract

Mental disorders are widespread and a major public health problem. The risk of developing a mental disorder at some point in life is around 40%. Therefore, mental disorders are among the most common diseases. Despite the introduction of newer psychotropic drugs, disorder-specific psychotherapy and stimulation techniques, many of those affected still show insufficient symptom remission and a chronic course of the disorder. Conceptual and technological progress in recent years has enabled a new, more flexible and personalized form of mental health care. Both the traditional therapeutic concepts and

newer decentralized, modularly structured, track units, together with innovative digital technologies, will offer individualized therapeutic options in order to alleviate symptoms and improve quality of life of patients with mental illnesses. The primary goal of closely combining inpatient care concepts with innovative technologies is to provide comprehensive therapy and aftercare concepts for all individual needs of patients with mental disorders. Last but not least, this also ensures that specialist psychiatric treatment is available regardless of location. In twenty-first century psychiatry,

modern care structures must be effectively linked to the current dynamics of digital transformation. This narrative review is dedicated to the theoretical and practical aspects of a cross-sectoral treatment system combined with innovative digital technologies in the psychiatric-psychotherapeutic field. The authors aim to illuminate these therapy modalities using the example of the Central Institute of Mental Health in Mannheim.

Keywords

Therapeutic concepts · Technology · Track unit · Soteria · Big data

nen mithilfe digitaler Technologien die Wirkfaktoren der Psychotherapie im klinischen Alltag besser erfasst und untersucht werden. Sicherlich müssen dabei die Informationssicherheit und die Privatsphäre der Patienten beachtet werden. Insgesamt sollten die digitalen Technologien die therapeutische Effizienz eines psychiatrischen Versorgungssystems verbessern, das Engagement sowie die Selbstständigkeit und Selbstbestimmungsfähigkeit („empower-

ment“; [17]) der Patienten fördern und die Zufriedenheit von Patienten und Klinikern steigern. Gerade während der aktuellen COVID19-Pandemie, den angeordneten sozialen Distanzierungsmaßnahmen und der zunehmenden sozialen Isolation von Menschen mit psychischen Erkrankungen [29] konnten ambulatorische Interventionen die Erbringung fachpsychiatrischer und psychotherapeutischer Behandlung im stationären (inkl. stationsäquiva-

lenter Behandlung) und ambulanten Bereich erleichtern [30]. Beispielsweise sind viele Behandler zu Telefon- und Videosprechstunden übergegangen, um einen guten therapeutischen Kontakt trotz der notwendigen Distanzierung zu gewährleisten.

In ihrer Summe kündigen diese Entwicklungen eine neue und spannende Ära in der Psychiatrie an, die, wenn sie innerhalb einzelner Versorgungsstrukturen gefördert wird, zu wichtigen Verbesserungen

bei der Versorgung von Patienten mit psychischen Erkrankungen führen kann. Sie verspricht, positive Auswirkungen sowohl für klinisch tätige Ärzte als auch für Patienten zu haben. Es ist eine Ära, in der die Kliniker und Patienten die neuen Versorgungsmodelle in Kombination mit digitaler Technologie und Datenanalysen nutzen, um in akuten Situationen (z. B. über die psychiatrische Notfallambulanz) rund um die Uhr miteinander in Kontakt treten zu können.

Ziele der Arbeit

Die vorliegende Arbeit basiert auf selektiver Literaturrecherche und ist wie folgt strukturiert: Zuerst diskutieren wir zwei sektorenübergreifende Versorgungsstrukturen vor dem Hintergrund der aktuellen wissenschaftlichen Evidenz und liefern praktische Hinweise aus Sicht der Kliniker; dann überprüfen wir die mögliche Verknüpfung von innovativen digitalen Technologien mit den einzelnen klinikinternen und -externen Versorgungskonzepten (zu klinischen und wissenschaftlichen Zwecken), gefolgt von einer Bewertung der Grenzen der gegenwärtigen Ansätze; und schließlich machen wir uns Gedanken über weitere Pläne zur Translation von digitalen Gesundheitsanwendungen in die Patientenversorgung am Beispiel des Zentralinstituts für Seelische Gesundheit in Mannheim (ZI). Die vorliegende narrative Übersichtsarbeit zielt darauf ab, Kliniker und Forscher mit der aktuellen wissenschaftlichen Evidenz sowie den Chancen und Herausforderungen vertraut zu machen, neue Versorgungskonzepte, digitale Technologien und moderne statistische Auswertungsverfahren (z. B. KI) miteinander zu kombinieren und in die Versorgung von Menschen mit psychischen Erkrankungen zu implementieren. Diese Arbeit ist aus der Perspektive von Klinikern und Wissenschaftlern entstanden, die mit psychisch kranken Patienten arbeiten.

Untersuchungsmethoden

Für diese Arbeit wurde bis zum 31.11.2020 eine selektive Literaturrecherche in PubMed durchgeführt, wobei die Suchbegriffe

„ecological momentary assessment“, „digital technologies“, „diagnosis“, „diagnosing“, „therapy“, „psychiatric disorders“, „track concept“, „big data“, „machine learning“, „precision medicine“, „artificial intelligence“, „mental health“, und „psychiatry“ und die Bereiche, die sich mit innovativen technologischen Anwendungen in der klinischen Psychiatrie beschäftigen, verwendet wurden. Die in dieser selektiven Literaturübersicht („narratives Review“) enthaltenen Artikel wurden nicht auf systematischer Basis ausgewählt, und es wird nicht davon ausgegangen, dass die rezensierte Evidenz erschöpft ist. Die identifizierten Artikel wurden anschließend im Konsens zwischen den Autoren diskutiert.

Ergebnisse

Die selektive Literaturrecherche unter den dargestellten Suchbegriffen konnte keine klinischen Studien zur Track-Behandlung psychischer Erkrankungen identifizieren. Zum Thema Soteria konnten insgesamt 1 kontrollierte Kohortenstudie, 1 randomisiert-kontrollierte Studie (RCT) an 2 Kohorten in den USA [31], 1 RCT in der Soteria Bern (Randomisierung durch Bettenverfügbarkeit eingeschränkt) [32–34] und 2 systematische Übersichtsarbeiten [35, 36] identifiziert werden. Nach Sichtung der Literatur lässt sich aber sagen, dass in der Soteria bis dato keine digitalen Technologien zur Diagnostik oder Behandlung eingesetzt wurden. Nicht zuletzt hat die selektive Literaturrecherche eine Vielzahl an multimodalen Studien zu innovativen statischen Modellen zur diagnostischen Abgrenzung und Vorhersage des therapeutischen Outcomes ergeben [31].

Diskussion

Aus der aktuellen Studienlage gehen drei Hauptbefunde hervor: (1) Das Track-Konzept in der Behandlung psychischer Erkrankungen wurde bisher nicht im Rahmen klinischer Studien untersucht. (2) Soteria ist zwar ein wenig verbreitetes, aber vielversprechendes therapeutisches Konzept, wobei Untersuchungen von Wirkfaktoren der Soteria

unter Einbeziehung moderner digitaler Technologien bisher nicht durchgeführt wurden. (3) Im psychiatrischen Bereich sind riesige Mengen an multimodalen Informationen verfügbar, welche mithilfe maschineller Lernverfahren für diagnostische und prognostische Zwecke genutzt werden können. In den folgenden Abschnitten werden diese Ergebnisse hinsichtlich ihrer Plausibilität und ihrer künftigen wissenschaftlichen und klinischen Anwendung diskutiert.

ZI-Track-Konzept

Wichtige Prämissen moderner Behandlungskonzepte sind die maximale Kontinuität in einem multiprofessionellen Team (MPT) von Klinikern sowie die Vernetzung der Versorgung ohne Unterbrechung der Verantwortlichkeiten und des Informationsflusses von der akuten Aufnahme bis zur Entlassung und ambulanten Betreuung. Weitere Ziele sind die Frühintervention bei Erstmanifestationen, die Prävention von Mehrfachrezidiven und Krankheitsprogression, die Verbesserung des Wohlbefindens und der sozialen Kompetenzen bei gleichzeitiger Verringerung der Belastung der Familie sowie die Behandlung des komorbiden Substanzkonsums. Diesen Ansprüchen kann das sog. „Track-Konzept“ vollumfänglich gerecht werden [6, 9, 37]. Bisher wurde die Wirksamkeit des Track-Konzeptes nicht im Rahmen klinischer Studien wissenschaftlich untersucht. Deshalb wird an dieser Stelle ein möglicher Forschungsansatz unter Einsatz digitaler Technologien vorgestellt und diskutiert: Am ZI wird dieses Konzept Patienten mit akuten psychischen Krisen (Track-Einheit Krise und Diagnostik, KD-A) und psychotischen Störungen (Track-Einheit Schizophrenie und Psychose, SP-A; [5]) seit mehr als drei Jahren angeboten. In der Praxis heißt es, dass Patienten in allen 5 Therapiesettings (beschützt-vollstationär, offenvollstationär, StäB, tagesklinisch und ambulant) von einem und demselben Team ohne Unterbrechung der Zuständigkeiten behandelt werden [6, 9, 37]. Digitale Technologien können die diagnostischen Maßnahmen im Track-Konzept sinnvoll ergänzen und Aussagen

in Echtzeit dazu liefern, wie sich die Symptome der Patienten entwickeln. Hier fallen insbesondere zwei vielversprechende Verknüpfungspunkte auf: Zum einen können die Patienten mithilfe eines Smartphones ihr subjektives Befinden, akute Beschwerden und Symptome in regelmäßigen Abständen während des täglichen Lebens berichten. Eine solche Symptomerfassung in Echtzeit kann im Vergleich zu Symptombewertungen innerhalb einer einzigen Sitzung in einer ungewohnten Umgebung zur Steigerung der Validität beitragen [38] und ist weniger von der Fähigkeit des Einzelnen, sich über längere Zeiträume an Erlebnisse korrekt zu erinnern, abhängig [38]. Zum anderen lassen sich objektive Parameter wie z. B. Puls, Tremor, Hautleitfähigkeit, tägliche Aktivität, Sprach- und Sprechdaten sowie Mensch-Computer-Interaktion in vivo erfassen und in der nächsten Einzelsitzung mit dem Patienten therapeutisch sinnvoll nutzen. Anhand der Veränderungen der Sprachfunktion und automatisch generierten Smartphone-Daten (Bewegungsaktivität und Angaben zum subjektiven Befinden) lassen sich Zustandsmerkmale („state markers“) schizophrener, manischer und depressiver Episoden [39] sowie der Zeitpunkt für die Verlegung in ein anderes Setting (d. h. stationsäquivalentes, tagesklinisches oder ambulantes Setting) besser einschätzen. Darüber hinaus können diese Daten in kondensierter Form einen sog. digitalen Phänotyp liefern [14, 40]. Mithilfe des digitalen Phänotyps ergeben sich auch Chancen, erneute Exazerbationen psychotischer Störungen frühzeitig zu erkennen [41–43].

Soteria

Der Soteria-Ansatz (nach Mosher/Ciampi; [12, 44]) ist ein stationäres Behandlungsprogramm, das darauf abzielt, den Patienten zu ermöglichen, eine psychotische Episode mit einem hohen Maß an Unterstützung und minimaler Einmischung zu bewältigen [36]. Soteria sieht eine konstante und persönliche, in erster Linie milieutherapeutische Begleitung der Patienten im Sinne einer gemeinsamen Alltagsbewältigung

bzw. einer intensiven Einzelbetreuung während akuter psychotischer Krisen in einem möglichst klinikfernen Umfeld vor. Es zeichnet sich zudem durch die besondere Fokussierung auf die sozialen Interaktionen als auch den möglichst geringen Einsatz antipsychotischer (und anderer) Medikation aus [35, 45]. Die o. g. identifizierten klinischen Studien legen insgesamt nahe, dass eine Behandlung in der Soteria mindestens so effektiv (in Bezug auf Rückfälle, Symptome und Funktionsniveau) und in einigen Fällen sogar besser als die übliche Behandlung in einem psychiatrischen Krankenhaus ist [35].

Im November 2019 startete am Zentralinstitut für Seelische Gesundheit in Mannheim das von der Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie des Jugendalters und der Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie interdisziplinär betriebene Adoleszentenzentrum für Psychosen – Soteria (AZP). Das AZP am ZI in Mannheim ist dabei ausgerichtet auf die Behandlung junger Menschen im Alter von 16 bis 24 Jahren, die an einer psychotischen Erkrankung oder einer Störung aus dem schizophrenen Formenkreis leiden oder die Kriterien eines Psychoserisikosyndroms (i. e. attenuiertes Psychosesyndrom gemäß DSM 5) erfüllen. Auch aufgrund der seltenen Anwendung dieses Therapiekonzeptes im deutschsprachigen Raum (Soteria lediglich an 9 Standorten in Deutschland und Schweiz verfügbar) fehlt zum aktuellen Zeitpunkt eine systematische wissenschaftliche Erforschung der zugrunde liegenden Wirkfaktoren [46]. Diesem Umstand kann u. a. durch multidisziplinäre Zusammenarbeit und innovative wissenschaftliche (digitale) Technologien begegnet werden. Darüber hinaus bieten sowohl die räumlichen und inhaltlichen Vorgaben des Soteria-Konzeptes eine einzigartige Voraussetzung, grundlegende und für das Gesamtgebiet der Psychiatrie hochrelevante und potenziell richtungsweisende Fragestellungen zu beantworten, insbesondere die folgenden: (1) Multimodale Erhebung der komplexen sozialen Interaktionen zwischen Patienten und Mitgliedern des therapeutischen Teams (digitale Messung von räumlicher Nähe, Vokalisation und

Bewegung [Gestik und Mimik], soziale Interaktion) innerhalb des milieutherapeutischen Settings in Echtzeit innerhalb der AZP-Räumlichkeiten; (2) Untersuchung des Einflusses sozialer Interaktionen auf psychotische Symptomatik als wesentlicher Bestandteil des therapeutischen Wirkmechanismus (Wirkfaktor therapeutische Beziehung nach Grawe); (3) Erforschung und objektivierte Messung psychischer und körperlicher Symptome während der Reduktions- und Absetzphase von antipsychotischer Medikation; und (4) Erforschung pathophysiologischer Krankheitsmechanismen psychotischer Erkrankungen, Störungen aus dem schizophrenen Formenkreis und Psychoserisikosyndromen in Abwesenheit medikamentöser Maskierungseffekte. Mithilfe passiver Sensortechnologie (und Kombination mit Bildgebungsmethoden) ist es inzwischen möglich, soziale Interaktionen und somit die Grundsätze der Soteria (u. a. ein voreingetragener Zugang zu psychotischen Erfahrungen sowie ein persönliches und gleichberechtigtes Beziehungsangebot [Mit-Sein, Mit-Tun]; [47]) zu erforschen (s. **Abb. 1**). Eine Klasse der derzeit eingesetzten Sensoren, sog. aktive Radiofrequenzidentifikations (RFID)-Plaketten, ermöglichen kontaktlos die relativen Distanzen zwischen Teilnehmern zu erfassen. RFIDs haben dabei den Vorteil, dass die Sensoren relativ klein und somit wenig invasiv sind, die Aufzeichnung sich auf die relative Distanzen zueinander beschränkt und die Messung für die Teilnehmer ungefährlich ist [48]. Die dabei gewonnenen Daten können mittels moderner sozialer Netzwerkanalysemethoden und stochastischer Verfahren modelliert werden. Beruhend auf dem „Influence“-Modell von Pentland et al. [49] wird dabei z. B. der Zustand eines Interaktionspartners von seinen interagierenden Nachbarn beeinflusst und verändert sich entsprechend. Dieser Mechanismus der zwischenmenschlichen Beziehungen bietet die Möglichkeit, den Einfluss sozialer Interaktion innerhalb therapeutischer Settings (z. B. Soteria) auf die psychopathologischen Symptome, die Kognition und das Funktionsniveau des einzelnen Patienten zu beschreiben [50].

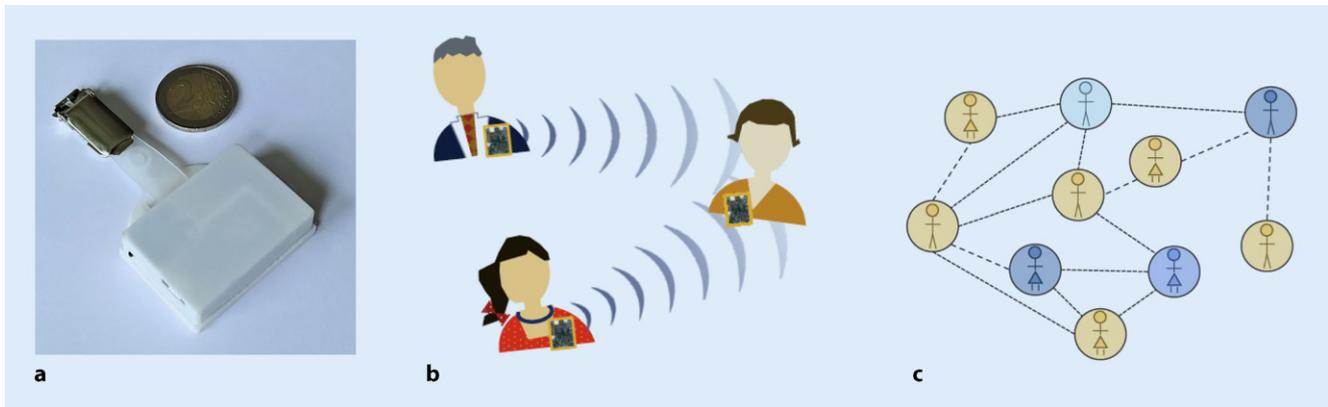


Abb. 1 ▲ Vermessung sozialer Interaktionen mittels Radiofrequenzidentifikations(RFID)-Plaketten. **a** Aktive RFIDs sind einfache Transceiver-Systeme, die periodisch ein gesundheitlich unbedenkliches Signal im Radiowellenbereich senden. Die Plaketten haben dabei eine Größe von wenigen Zentimetern und können Signale sowohl senden als auch empfangen und lokal speichern, was einen Einsatz außerhalb stationärer Kontexte erlaubt. **b** Eine soziale Interaktion wird erfasst, sobald sich zwei Teilnehmer auf wenige Meter nähern und sich die RFID gegenseitig erfassen. Da die Radiowellen durch Körper teilweise abgeschwächt werden, ist eine Erfassung vor allem in Blickrichtung möglich. Zudem erlauben die RFID-Plaketten eine Kategorisierung der Kontaktdistanz. **c** Für die Auswertung können einfache Parameter wie Dauer und Häufigkeit sozialer Interaktionen im stationären Kontext erfasst werden, aber auch aufwendigere Analysen, die Gruppenverhalten und -dynamiken mittels netzwerkanalytischer Verfahren abbilden und so Rückschlüsse auf sich verändernde Interaktionsmuster während Krankheits- und Genesungsphasen erlauben

Präzisionsmedizin durch dimensionale störungsübergreifende Diagnostik und Big-Data-Ansatz

In der klinischen Praxis steigt seit einigen Jahren das Bedürfnis nach einer möglichst objektiven Charakterisierung von Patienten mit psychischen Störungen, etwa durch reliable neurobiologische oder neurophysiologische Marker. Traditionelle Krankheitskategorien im Sinne von ICD- und DSM-Klassifikationssystemen bilden allerdings nicht die neurobiologischen Ursachen der psychischen Störungen ab [51]. Die Kombination aus neuen digitalen Technologien und multidimensionalen Datensätzen hat das Potenzial die diagnostische Klassifizierung psychischer Erkrankungen zu verändern [51]. Künstliche Intelligenz [21] und Methoden wie das „Machine Learning“ (z. B. Support-Vektor-Maschinen, moderne Algorithmen für neuronale Netzwerke oder Kreuzvalidierungsverfahren) oder „Deep Learning“ ermöglichen, hochkomplexe Datensätze aus der Klinik (subjektive Symptome und messbares Verhalten), Bildgebung (strukturelle und funktionelle Parameter) und der Genetik (genetische Hochrisikovarianten und die sog. „single nucleotide polymorphisms“) zu skalierbaren und diagnostisch verwendbaren Biomarkern

zusammenzuführen. Aus der aktuellen wissenschaftlichen Evidenz wird deutlich, dass die Kombination dieser Analysetechniken mit einer Fülle multimodaler Daten aus Konsortien und Repositorien das Potenzial hat, die psychiatrischen Erkrankungen nach genetischen und hirntassozierten Parametern sowie behavioralen Dimensionen neu zu definieren und zu diagnostizieren [51]. Ein weiteres Ziel, maschinelles Lernen und den sog. „Big-Data“-Ansatz in der klinischen Routine zu nutzen, ist die Möglichkeit, klinische Vorhersagen auf individueller Ebene zu erzielen. Das heißt, therapeutische Entscheidungen werden mithilfe multidimensionaler Daten nach Bedarf des Patienten optimiert. In der jüngsten Vergangenheit ist es mithilfe des maschinellen Lernalgorithmus LASSO (eine Methode zur linearen Regression) gelungen, einzelne Patienten mit bipolarer Störung mit einer Genauigkeit von 71 % von gesunden Probanden zu differenzieren [52]. Andere Studien haben weniger symptom-basierte Variablen verwendet (z. B. neurokognitive Daten oder Neuroimaging-Scans; [53, 54]) und eine Genauigkeit von 94 % bei Identifikation und individualisierter Vorhersage klinischer Phänotypen erzielt. In der kürzlich erschienenen longitudinalen Studie von Koutsouleris

et al. [55] an insgesamt 334 Patienten mit Psychoserisikosyndrom oder kürzlich aufgetretener Depression ließ sich mithilfe des maschinellen Lernmodells [56], welches klinische und biologische Daten mit den Einschätzungen der Kliniker kombinierte, die Transition in eine manifeste psychotische Erkrankung in 85,9 % der Fälle korrekt voraussagen. Darüber hinaus konnte auch die reduzierte prognostische Sensitivität der Kliniker, gemessen an einer Falsch-negativ-Rate von 38,5 %, durch das sequenzielle Prognosemodell auf 15,4 % reduziert werden [55]. Die Autoren schlussfolgerten, dass ein individualisiertes prognostisches Modell, das die künstliche und menschliche Intelligenz integriert, die personalisierte Prävention psychotischer Störungen bei Menschen mit Psychoserisikosyndromen oder kürzlich aufgetretenen Depressionen erleichtern könnte. Inzwischen sind auch individualisierte Onlinerisikorechner für die transdiagnostische Vorhersage von Psychosen in der psychiatrischen Versorgung verfügbar [57–60].

Ein systematisches Benchmarking der Vorhersagbarkeit klinischer Parameter bei einzelnen Patienten kann zur Verbesserung der klinischen Symptomatik führen und das subjektive Leiden bei vielen psychischen Erkrankungen ver-

ringern [51]. Es ist ein Paradigmenwechsel, welcher eine verbesserte Auswahl der bestehenden Therapieoptionen vorsieht (entgegen dem „Trial-and-error“-Prinzip), indem deren Wirksamkeit bei einzelnen Patienten im Sinne der Präzisionsmedizin vorhergesagt wird [51]. Moderne, auf digitalen Technologien basierende, diagnostische Ansätze sind, kurz formuliert, in der Lage, dynamische Veränderung bei psychischen Erkrankungen zu erfassen und therapeutisch nutzbar zu machen. Obwohl in den letzten Jahren vielversprechende Ergebnisse erzielt wurden, müssen wissenschaftliche, ethische und datenschutzrechtliche Hürden bewältigt werden, bevor der Big-Data-Ansatz und die sog. digitale Phänotypisierung als Werkzeuge für die psychische Gesundheit der Bevölkerung eingesetzt werden können.

Risiken und Chancen sektorenübergreifender Therapiekonzepte und innovativer Technologien

Obwohl wir vielversprechende Befunde zu sektorenübergreifenden Therapiekonzepten und innovativen Technologien in der Versorgung von Menschen mit psychischen Störungen identifiziert haben, haben sowohl die vorliegende selektive Übersichtsarbeit als auch die o.g. sektorenübergreifenden Therapiekonzepte und die innovativen Technologien mehrere Limitationen [40, 61, 62]: (1) Für die Zwecke dieser selektiven Übersichtsarbeit konnten wir zwar zahlreiche Publikationen identifizieren, die signifikante Heterogenität zwischen den veröffentlichten Studien (z. B. Einschlusskriterien, Verwendung verschiedener digitaler Interventionen, psychometrischer und neuropsychologischer Tests, die unterschiedlichen Kontrollbedingungen und Ergebnisse) und die relativ kurzen Studiendauern (in der Regel ein bis drei Monate) erschweren den systematischen Vergleich der erzielten Ergebnisse und den Transfer in die klinische Routine. (2) Es fehlen Daten zu Langzeiteffekten und den zugrunde liegenden Prozessen und Wirkmechanismen. Aus translationaler Sicht ist deshalb eine umfassende Untersuchung der Langzeiteffekte der o.g. sektorenübergreifenden Therapie-

konzepte und der innovativen Technologien erforderlich. Zukünftige Studien sollten das Repertoire an Methoden erweitern und longitudinale, randomisierte und vorzugsweise transnosologische Untersuchungen durchführen, um die Schlüsselfragen zu beantworten, ob die sektorenübergreifenden Therapiekonzepte und die innovativen Technologien im Vergleich zu bereits etablierten Versorgungsstrukturen die Behandlungsqualität aus der Nutzerperspektive, die Effektivität in Bezug auf die Genesung und die Kosteneffizienz steigern können. (3) Die Therapieadhärenz der Patienten ist außerhalb von Studienprotokollen reduziert [61]. Deshalb sollten digitale Interventionen als technologiegestützte und in die modernen sektorenübergreifenden Konzepte integrierte Dienstleistungen und nicht als eigenständige Produkte betrachtet werden [40, 61, 62]. (4) Bei der Implementierung innovativer Technologien und Therapiekonzepte in der klinischen Routine müssen der Zugang zur notwendigen Technologie, der Bildungsstand, die Sprachkenntnisse, die kulturellen Besonderheiten, sensomotorische bzw. kognitive Defizite und die Psychopathologie (Cave: Angst, Misstrauen, technischer Beeinflussungs- oder Beeinträchtigungswahn [63]) der Patienten berücksichtigt werden. Darüber hinaus sollten die Kliniker und Forscher auch auf den Bedarf an neuen Weiterbildungsmöglichkeiten für Therapeuten achten. Deshalb sollen in der Zukunft sektorenübergreifende Therapiekonzepte und innovative Technologien für die psychiatrische Versorgung in enger Zusammenarbeit mit den Patienten oder anderen relevanten Interessengruppen (z. B. Angehörige) entwickelt und evaluiert werden. (5) Die longitudinale und qualitativ hochwertige Erfassung klinischer und neurobiologischer Daten stellt nach wie vor eine große Herausforderung dar. Konzepte, wie solche Daten zentral, standardisiert und wissenschaftlich verwertbar erhoben werden, befinden sich derzeit noch in der Entwicklung. Entscheidend für eine breite Akzeptanz ist dabei nicht nur, dass der einzelne Patient unmittelbar von der Erhebung seiner Daten profitiert, sondern auch, dass diese Daten für Kliniker direkt

nutzbar gemacht werde, um bereits vor der Entwicklung komplexer Modelle und Entscheidungshilfen mittels künstlicher Intelligenz eine qualitativ hochwertige und quantitative klinische Entscheidungsgrundlage bieten zu können. (6) Der Schutz, das Speichern und Aufbewahren von Patientendaten und Informationen zur psychischen Gesundheit der Betroffenen, welche mit digitalen Technologien erhoben werden, ist für Kliniker, Forscher und Patienten ein hochrelevantes Thema. Patienten, Ärzte und Forscher sollten die Nutzungsbedingungen digitaler Technologien sorgfältig prüfen, bevor sie sensible, persönliche Daten eingeben. Insbesondere sollten sie prüfen, welche Daten gesammelt werden, wer Zugriff auf diese Daten hat und wie die Privatsphäre der Beteiligten geschützt wird [40]. Dabei sind vor allem die Betroffenenrechte im Sinne der EU-Datenschutz-Grundverordnung (EU-DSGVO) zu beachten. (7) Nicht zuletzt muss die Akzeptanz der sektorenübergreifenden Versorgungsstrukturen und der innovativen Technologien bei den Kostenträgern gesteigert werden.

Fazit für die Praxis

Die Versorgung von Menschen mit psychischen Erkrankungen hinkt bei der Implementierung eines präzisionsmedizinischen Ansatzes für Prävention, Diagnostik und Therapie hinter anderen medizinischen Bereichen hinterher. Die Kombination aus modernen Versorgungsmodalitäten, jüngsten Fortschritten in der Genetik und Bildgebung sowie innovativen digitalen Technologien wird helfen, diesen Rückstand aufzuholen und maßgeschneiderte, durch moderne Auswertungsverfahren gestützte diagnostische Maßnahmen und Therapien für Patienten jederzeit und überall verfügbar zu machen.

Korrespondenzadresse

Apl. Prof. Dr. med. Dusan Hirjak

Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie,
Zentralinstitut für Seelische Gesundheit,
Medizinische Fakultät Mannheim, Universität
Heidelberg, J5
68159 Mannheim, Deutschland
dusan.hirjak@zi-mannheim.de

Danksagung. Unser besonderer Dank gilt Herrn Professor Michael Deuschle für seine Kommentare und Ideen. Außerdem danken wir all denjenigen, die zum Gelingen der o. g. Projekte beigetragen haben. Dabei sind insbesondere die multiprofessionellen Teams der Track-Einheit SP-A und der Soteria am ZI in Mannheim zu erwähnen. Nicht zuletzt möchten wir auch den beiden Gutachtern für ihre hilfreichen Kommentare danken.

Funding. Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL.

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. D. Hirjak, U. Reininghaus, U. Braun, M. Sack, H. Tost und A. Meyer-Lindenberg geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Für diesen Beitrag wurden von den Autoren keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.

Open Access. Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

Literatur

1. Jacobi F et al (2016) Provision of outpatient specialist care for mental disorders : minor regional differences in treatment needs, major regional differences in availability. *Nervenarzt* 87(11):1211–1221

2. Jacobi F et al (2014) Mental disorders in the general population : study on the health of adults in Germany and the additional module mental health (DEGS1-MH). *Nervenarzt* 85(1):77–87
3. Jacobi F, Müllender S (2017) Psychische Störungen als individuelles und gesellschaftliches Gesundheitsproblem. In: Hauth I, Falkai P, Deister A (Hrsg) *Psychie, Mensch, Gesellschaft – Psychiatrie und Psychotherapie in Deutschland: Forschung, Versorgung, Teilhabe*. MWV, Berlin
4. Foreman DM, Hanna M (2000) How long can a waiting list be?: The impact of waiting time on intention to attend child and adolescent psychiatric clinics. *Psychiatr Bull* 24(6):211–213. <https://doi.org/10.1192/pb.24.6.211>
5. Hirjak D, Gass P, Deuschle M, Leweke FM, Böhringer A, Schenkel N, Borgwedel D, Hesper M, Breisacher A, Meyer-Lindenberg A (2020) Das ZI-Track-Konzept in der Behandlung psychotischer Störungen [The CIMH track concept in the treatment of psychotic disorders]. *Nervenarzt* 91(3):233–242. <https://doi.org/10.1007/s00115-019-0711-9>. PMID: 30976829
6. Leweke FM, Hirjak D, Staudter C, Borgwedel D, Coenen-Daniel M, Hesper M, Erk K, Juckel G, Beivers A, Meyer-Lindenberg A (2020) Das ZI-Track-Konzept in der modernen Psychiatrie: Eine syndromspezifische sektorenübergreifende Behandlung [The CIMH Track Concept in Psychiatry: Syndrome-specific Treatment across Modalities—Part 1—Theoretical background]. *Fortschr Neurol Psychiatr* 88(1):12–23. <https://doi.org/10.1055/a-0759-1859>. Epub 2019 Feb 14. PMID: 30763961
7. Fusar-Poli P et al (2018) The science of prognosis in psychiatry: a review. *JAMA Psychiatry* 75(12):1289–1297
8. Stoll J, Müller JA, Trachsel M (2019) Ethical issues in online psychotherapy: a narrative review. *Front Psychiatry* 10:993
9. Hirjak D, Leweke FM, Deuschle M, Staudter C, Borgwedel D, Coenen-Daniel M, Hesper M, Erk K, Beivers A, Meyer-Lindenberg A (2020) Das ZI-Track-Konzept in der modernen Psychiatrie: Eine syndromspezifische sektorenübergreifende Behandlung [The CIMH Track Concept in Psychiatry: Syndrome-specific Treatment across Modalities—Part 2—Practical implementation]. *Fortschr Neurol Psychiatr* 88(1):24–32. <https://doi.org/10.1055/a-0759-1957>. Epub 2019 Feb 7. PMID: 30731483
10. Deuschle M et al (2020) Track treatment in psychiatry: the CIMH track model to overcome sector boundaries. *Nervenarzt* 91(1):50–56
11. Hirjak D et al (2020) The CIMH track concept in the treatment of psychotic disorders. *Nervenarzt* 91(3):233–242
12. Ciompi L, Bernasconi R (1986) “Soteria Bern.” Initial experiences with a new milieu therapy for acutely schizophrenic patients. *Psychiatr Prax* 13(5):172–176
13. Ericsson <https://www.ericsson.com/en/news/2018/2/5.2-billion-mobilebroadband-subscriptions>. Zugegriffen: 25. Feb. 2021
14. Insel TR (2018) Digital phenotyping: a global tool for psychiatry. *World Psychiatry* 17(3):276–277
15. Horvath J et al (2020) Structural and functional correlates of smartphone addiction. *Addict Behav* 105:106334
16. Ebner-Priemer UW et al (2019) Wearables for context-triggered assessment in psychiatry. *Nervenarzt* 90(12):1207–1214
17. Reininghaus U (2018) Ecological momentary interventions in psychiatry: the momentum for change in daily social context. *Psychiatr Prax* 45(2):59–61
18. Myin-Germeys I et al (2016) Ecological momentary interventions in psychiatry. *Curr Opin Psychiatry* 29(4):258–263
19. Reininghaus U, Depp CA, Myin-Germeys I (2016) Ecological interventionist causal models in psychosis: targeting psychological mechanisms in daily life. *Schizophr Bull* 42(2):264–269
20. Seppala J et al (2019) Mobile phone and wearable sensor-based mhealth approaches for psychiatric disorders and symptoms: systematic review. *JMIR Ment Health* 6(2):e9819
21. Meyer-Lindenberg A (2018) Artificial intelligence in psychiatry—an overview. *Nervenarzt* 89(8):861–868
22. Cao H, Meyer-Lindenberg A, Schwarz E (2018) Comparative Evaluation of Machine Learning Strategies for Analyzing Big Data in Psychiatry. *Int J Mol Sci* 19(11):3387. <https://doi.org/10.3390/ijms19113387>. PMID: 30380679; PMCID: PMC6274760
23. Aboujaoude E (2018) Telemental health: why the revolution has not arrived. *Psychiatr* 17(3):277–278
24. Kroemer HK, Hasenfuss G (2014) Personalized medicine in cardiology? *Herz* 39(2):177
25. Schizophrenia Working Group of the Psychiatric Genomics, C (2014) Biological insights from 108 schizophrenia-associated genetic loci. *Nature* 511(7510):421–427
26. Chen J et al (2020) Association of a reproducible epigenetic risk profile for schizophrenia with brain methylation and function. *JAMA Psychiatry* 77(6):628–636
27. Jaenisch R, Bird A (2003) Epigenetic regulation of gene expression: how the genome integrates intrinsic and environmental signals. *Nat Genet* 33(Suppl):245–254
28. Li M, Li Y, Qin H, Tubbs JD, Li M, Qiao C, Lin J, Li Q, Fan F, Gou M, Huang J, Tong J, Yang F, Tan Y, Yao Y (2020) Genome-wide DNA methylation analysis of peripheral blood cells derived from patients with first-episode schizophrenia in the Chinese Han population. *Mol Psychiatry*. <https://doi.org/10.1038/s41380-020-00968-0>. Epub ahead of print. Erratum in: *Mol Psychiatry*. 2021 Jan 4; PMID: 33279932
29. Druss BG (2020) Addressing the COVID-19 Pandemic in Populations With Serious Mental Illness. *JAMA Psychiatry* ;77(9):891–892. <https://doi.org/10.1001/jamapsychiatry.2020.0894>. PMID: 32242888
30. Rauschenberg C et al (2021) Evidence synthesis of digital interventions to mitigate the negative impact of the COVID-19 pandemic on public mental health: a rapid meta-review. *J Med Internet Res*. <https://doi.org/10.2196/23365>. Epub ahead of print. PMID: 33606657
31. Bola JR, Mosher LR (2003) Treatment of acute psychosis without neuroleptics: two-year outcomes from the Soteria project. *J Nerv Ment Dis* 191(4):219–229
32. Ciompi L et al (1993) The pilot project “Soteria Bern” in treatment of acute schizophrenic patients. II. results of a comparative prospective follow-up study over 2 years. *Nervenarzt* 64(7):440–450
33. Ciompi L, Dauwalder HP, Maier C, Aebi E, Trütsch K, Kupper Z, Rutishauser C (1992) The pilot project “Soteria Bern”. Clinical experiences and results. *Br J Psychiatry Suppl* 1992 Oct(18):145–153. PMID: 1356365
34. Ciompi L et al (1991) The pilot project “Soteria Bern” in treatment of acute schizophrenic patients. I.

- Conceptual principles, practical realization, clinical experiences. *Nervenarzt* 62(7):428–435
35. Calton T et al (2008) A systematic review of the Soteria paradigm for the treatment of people diagnosed with schizophrenia. *Schizophr Bull* 34(1):181–192
 36. Cooper RE, Laxhman N, Crellin N, Moncrieff J, Priebe S (2020) Psychosocial interventions for people with schizophrenia or psychosis on minimal or no antipsychotic medication: A systematic review. *Schizophr Res* 225:15–30. <https://doi.org/10.1016/j.schres.2019.05.020>. Epub 2019 May 21. PMID: 31126806
 37. Juckel G (2007) Das „Track“-Konzept in der LWL-Klinik Bochum – Stationäre und ambulante Behandlung aus einer Hand. In: Tagungsdokumentation: Krankenhaus im Wandel 2007: Integrierte Behandlung – Integrierte Versorgung. 2007. Dezentrat Gesundheit/Heilpädagogische Netzwerke; Amt für Planung und Förderung; Hausdruckerei Landschaftsverband Rheinland, Köln
 38. Moran EK, Culbreth AJ, Barch DM (2017) Ecological momentary assessment of negative symptoms in schizophrenia: relationships to effort-based decision making and reinforcement learning. *J Abnorm Psychol* 126(1):96–105
 39. Faurholt-Jepsen M et al (2016) Voice analysis as an objective state marker in bipolar disorder. *Transl Psychiatry* 6:e856
 40. Hirschtritt ME, Insel TR (2018) Digital technologies in psychiatry: present and future. *Focus* 16(3):251–258
 41. Palmier-Claus JE et al (2013) Integrating mobile-phone based assessment for psychosis into people's everyday lives and clinical care: a qualitative study. *BMC Psychiatry* 13:34
 42. Gumley A et al (2020) Early signs monitoring to prevent relapse in psychosis and promote well-being, engagement, and recovery: protocol for a feasibility cluster randomized controlled trial harnessing mobile phone technology blended with Peer support. *JMIR Res Protoc* 9(1):e15058
 43. Reilly T et al (2019) E-clinical high risk for psychosis: viewpoint on potential of digital innovations for preventive psychiatry. *JMIR Ment Health* 6(10):e14581
 44. Ciompi L, Hoffmann H (2004) Soteria Berne: an innovative milieu therapeutic approach to acute schizophrenia based on the concept of affect-logic. *World Psychiatry* 3(3):140–146
 45. Mosher LR, Menn A (1975) Soteria: an alternative to hospitalization for schizophrenia. *Curr Psychiatr Ther* 15:287–296
 46. Nischk D, Rusch J (2019) What makes Soteria work? On the effect of a therapeutic milieu on self-disturbances in the schizophrenia syndrome. *Psychopathology* 52(4):213–220
 47. Nischk D, Merz P, Rusch J (2014) News from the Soteria—a phenomenologically inspired approach to the rehabilitation of social and daily living skills. *Psychiatr Prax* 41(1):45–49
 48. Elmer T et al (2019) The validity of RFID badges measuring face-to-face interactions. *Behav Res Methods* 51(5):2120–2138
 49. Pentland A, Liu A (1999) Modeling and prediction of human behavior. *Neural Comput* 11(1):229–242
 50. Pentland AS (2007) Automatic mapping and modeling of human networks. *Phys A Stat Mech Appl* 378(1):59–67
 51. Bzdok D, Meyer-Lindenberg A (2018) Machine learning for precision psychiatry: opportunities and challenges. *Biol Psychiatry Cogn Neurosci Neuroimaging* 3(3):223–230
 52. Wu MJ et al (2016) Individualized identification of euthymic bipolar disorder using the Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery (CANTAB) and machine learning. *J Affect Disord* 192:219–225
 53. Wu MJ et al (2017) Identification and individualized prediction of clinical phenotypes in bipolar disorders using neurocognitive data, neuroimaging scans and machine learning. *Neuroimage* 145(Pt B):254–264
 54. Passos IC et al (2016) Identifying a clinical signature of suicidality among patients with mood disorders: A pilot study using a machine learning approach. *J Affect Disord* 193:109–116
 55. Koutsouleris N, Dwyer DB, Degenhardt F, Maj C, Urquijo-Castro MF, Sanfelici R, Popovic D, Oeztuerk O, Haas SS, Weiske J, Ruef A, Kambeitz-Ilankovic L, Antonucci LA, Neufang S, Schmidt-Kraepelin C, Ruhrmann S, Penzel N, Kambeitz J, Haidl TK, Rosen M, Chisholm K, Riecher-Rössler A, Egloff L, Schmidt A, Andreou C, Hietala J, Schirmer T, Romer G, Walger P, Francini M, Traber-Walker N, Schimmelmann BG, Flückiger R, Michel C, Rössler W, Borisov O, Krawitz PM, Heekeren K, Buechler R, Pantelis C, Falkai P, Salokangas RKR, Lencer R, Bertolino A, Borgwardt S, Noethen M, Brambilla P, Wood SJ, Upthegrove R, Schultze-Lutter F, Theodoridou A, Meisenzahl E; PRONIA Consortium (2021) Multimodal Machine Learning Workflows for Prediction of Psychosis in Patients With Clinical High-Risk Syndromes and Recent-Onset Depression. *JAMA Psychiatry* 78(2):195–209. <https://doi.org/10.1001/jamapsychiatry.2020.3604>. PMID: 33263726; PMCID: PMC7711566
 56. Koutsouleris N et al (2018) Prediction models of functional outcomes for individuals in the clinical high-risk state for psychosis or with recent-onset depression: a multimodal, multisite machine learning analysis. *JAMA Psychiatry* 75(11):1156–1172
 57. Oliver D, Spada G, Colling C, Broadbent M, Baldwin H, Patel R, Stewart R, Stahl D, Dobson R, McGuire P, Fusar-Poli P (2021) Real-world implementation of precision psychiatry: Transdiagnostic risk calculator for the automatic detection of individuals at-risk of psychosis. *Schizophr Res* 227:52–60. <https://doi.org/10.1016/j.schres.2020.05.007>. Epub 2020 Jun 19. PMID: 32571619; PMCID: PMC7875179
 58. Fusar-Poli P et al (2019) Transdiagnostic individualized clinically based risk calculator for the detection of individuals at risk and the prediction of psychosis: model refinement including nonlinear effects of Age. *Front Psychiatry* 10:313
 59. Fusar-Poli P et al (2017) Development and validation of a clinically based risk calculator for the transdiagnostic prediction of psychosis. *JAMA Psychiatry* 74(5):493–500
 60. Lee TY, Hwang WJ, Kim NS, Park I, Lho SK, Moon SY, Oh S, Lee J, Kim M, Woo CW, Kwon JS (2020) Prediction of psychosis: model development and internal validation of a personalized risk calculator. *Psychol Med* 14:1–9. <https://doi.org/10.1017/S0033291720004675>. Epub ahead of print. PMID: 33315005
 61. Mohr DC et al (2017) Three problems with current digital mental health research . . . and three things we can do about them. *Psychiatr Serv* 68(5):427–429
 62. Mohr DC, Riper H, Schueller SM (2018) A solution-focused research approach to achieve an implementable revolution in digital mental health. *JAMA Psychiatry* 75(2):113–114
 63. Hirjak D, Fuchs T (2010) Delusions of technical alien control: a phenomenological description of three cases. *Psychopathology* 43(2):96–103